

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки 05.04.06 Экологические проблемы окружающей среды
Кафедра геоэкологии и геохимии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Биогеохимические барьеры в организме животных и человека

УДК 502.313:550.47:613:616

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ41	Беляновская Александра Игоревна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ГЭГХ	Барановская Наталья Владимировна	Доктор биологических наук, профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Цибульниковая Маргарита Радиевна	Кандидат географических наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность специалиста при проведении геоэкологических работ по изучению биологического материала животных и человека»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крепша Нина Владимировна	Кандидат геолого- минералогических наук, доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ГЭГХ	Язиков Егор Григорьевич	Доктор геолого- минералогических наук, профессор		

Томск – 2016 г.

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 05.04.06 Экологические проблемы окружающей среды

Кафедра геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Язиков Е.Г.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Биогеохимические барьеры в организме животных и человека

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ41	Беляновская Александра Игоревна

Тема работы:

Биогеохимические барьеры в организме животных и человека	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№2738/С от 08.04.2016

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Изучение химического состава биологического материала мелких млекопитающих виде полевка рыжая (<i>Myodes glareolus</i>) в зоне действия Среднеуральского медеплавильного завода, г. Ревда, Свердловской области.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Оценка содержания химических элементов в биологическом материале мелких млекопитающих, как индикатора работы биогеохимических барьеров живого организма.
Перечень графического материала	Нет.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Цибульникова Маргарита Радиевна
Социальная ответственность специалиста при проведении геоэкологических работ по изучению биологического материала животных и человека	Крепша Нина Владимировна
The content and physiological functions of chemical elements in the animals and humans organisms	Межибор Антонина Михайловна
The content and physiological functions of chemical	Матвеевко Ирина Алексеевна

elements in the animals and humans organisms	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
The content and physiological functions of chemical elements in the animals and humans organisms	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Наталья Владимировна	Доктор биологических наук, профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ41	Беляновская А.И.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ41	Беляновская Александра Игоревна

Институт	природных ресурсов	Кафедра	геоэкологии и геохимии
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	05.04.06 Экологические проблемы окружающей среды

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Определение и анализ трудовых и денежных затрат, направленных на реализацию исследования на основании Сборника сметных норм на геолого-разведочные работы, выпуск 2, выпуск 7 и инструкции по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы, утвержденный 22.11.1993 Комитетом РФ по геологии и использованию недр
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	В соответствии с инструкцией по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы, утвержденный 22.11.1993 Комитетом Российской Федерации по геологии и использованию недр (Роскомнедра); Сборника сметных норм на геолого-разведочные работы, выпуск 2, выпуск 7
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	Отчисления по страховым выплатам в соответствии с Налоговым кодексом РФ (НК РФ-15) от 16.06.98, а также Трудовым кодексом РФ от 21.12.2011г

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Планирование научных исследований	Структура работ в рамках научного исследования Определение трудоемкости выполнения работ
2. Формирование бюджета научных исследований	Нормы расхода материалов Расчет основной и дополнительной заработной платы исполнителей Общий расчет сметной стоимости работ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПР	Цибульников М.Р.	К.Г.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ41	Беляновская А.И.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«Социальная ответственность специалиста при проведении геоэкологических работ по изучению биологического материала животных и человека»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ41	Беляновская Александра Игоревна

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	Геоэкологии и геохимии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	05.04.06 Экологические проблемы окружающей среды

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона)	<i>Исследование включает полевой, камеральный и лабораторные этапы.</i> Полевой этап <i>(Отбор проб биологического материала рыжей полевки) Свердловская область, территории около Среднеуральского медеплавильного завода, удаленные от него на 2 км (импактная зона), 4 км (буферная зона), 30 км (контрольная зона).</i> Лабораторный этап <i>1. Пробоподготовка отобранного материала к исследованиям методом нейтронно-активационного анализа с облучением тепловыми нейтронами. Учебно-научная лаборатория микроэлементного анализа МИНОЦ «Урановая геология» (на кафедре геоэкологии и геохимии НИ ТПУ)</i> <i>2. Инструментальный нейтронно-активационный анализ с облучением тепловыми нейтронами. Лаборатория ядерно – геохимических методов исследования кафедры полезных ископаемых и геохимии редких элементов Томского политехнического университета. Томский исследовательский ядерный реактор ИРТ – Т. Аналитик с.н.с. Судыко А.Ф.</i> Камеральный этап <i>Статистическая обработка результатов анализа, оформление итоговых таблиц, диаграмм, графиков с помощью ЭВМ. Кабинет с электронно-вычислительными машинами (на кафедре геоэкологии и геохимии НИ ТПУ).</i>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность	<i>1.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению:</i> <i>Полевой этап:</i> <i>1. Отклонение параметров климата при полевых работах.</i> <i>2. Тяжесть и напряженность физического труда</i> <i>3. Повреждения в результате контакта с насекомыми и животными</i> <i>Лабораторный этап и камеральный этапы:</i> <i>1. Отклонение показателей микроклимата в помещении</i> <i>2. Недостаточная освещенность рабочей зоны</i> <i>3. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу</i> <i>1.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению</i> <i>Полевой этап:</i> <i>1. Механические травмы при пересечении местности.</i> <i>Лабораторный и полевой этапы:</i> <i>1. Поражение электрическим током</i>
---	---

	<i>2. Пожарная безопасность</i>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	<i>ЧС. Лесной пожар.</i>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<i>Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крепша Н.В.	к. Г-М. Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ41	Беляновская А.И.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 143 с., 39 рис., 25 табл., 57 источников, 1 прил.

Ключевые слова: биогеохимический барьер, предприятия цветной металлургии, Свердловская область, мелкие млекопитающие, ИНАА

Объектом исследования является биологический материал (плацента, эмбрион, печень) мелких млекопитающих вида Полевка рыжая

Цель работы – оценка содержания химических элементов в биологическом материале мелких млекопитающих, как индикатора работы биогеохимических барьеров живого организма

В процессе исследования проводились отбор проб биологического материала мелких млекопитающих в зоне техногенеза, анализ отобранного материала методом ИНАА, статистическая обработка полученных результатов

В результате исследования выявлены особенности концентрирования химических элементов в органах и тканях Полевки рыжей зависимости от зоны обитания.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: нет

Степень внедрения: доклады на 4 международных и всероссийских конференциях (гг. Томска, Новосибирска, Москвы). Общее количество научных публикаций 6

Область применения: результаты работы могут быть использованы в экологических службах Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Свердловской области

Экономическая эффективность/значимость работы экономическая целесообразность и выгода не являются прямой целью работы. Значимость работы заключается в выявлении типоморфных (специфичных) элементов, поступающие в воздушную среду с выбросами предприятий цветной промышленности

В будущем планируется продолжить изучение биологического материала млекопитающих, как индикатора загрязнения окружающей среды.

Содержание

Содержание.....	8
ВВЕДЕНИЕ.....	11
1. Химический состав биологического материала мелких млекопитающих, как индикатор состояния окружающей среды.....	15
1.1. Обоснование выбора объекта исследования вида Полевка рыжая (<i>Myodes glareolus</i>)	16
1.2. Геохимические барьеры в природной среде.....	19
1.2.1. Биогеохимические барьеры крупных млекопитающих и человека, как индикатор экологического состояния окружающей среды	21
2. Физико-географические условия и характеристика региона.	25
2.1. Административно-географическая характеристика Свердловской области	25
2.2. Медико-демографическая характеристика Свердловской области.....	25
2.3. Климатическая характеристика Свердловской области.....	26
2.4. Геологическая и геоморфологическая характеристика Свердловской области	27
2.5. Гидрологические условия Свердловской области	28
2.6.1. Почвенно-грунтовая характеристика Свердловской области.....	29
2.2. Геоэкологическая характеристика территории расположения Среднеуральского медеплавильного комбината	31
2.2.1. Краткая характеристика Среднеуральского медеплавильного комбината.....	32
2.3. Факторы техногенного воздействия крупных предприятий цветной металлургии на окружающую среду.....	33
2.3.1. Воздействие крупных предприятий цветной металлургии на атмосферный воздух.....	36
2.3.2. Воздействие предприятий цветной металлургии на почвенный покров	37
2.3.3. Воздействие крупных металлургических предприятий на поверхностные и подземные воды	38
2.4. Радиоэкологическая обстановка Свердловской области.....	39
2.5. Геоэкологическая изученность Среднеуральского медеплавильного комбината, как источника загрязнения окружающей среды	41
2.6. Геофизическая изученность территории расположения Среднеуральского медеплавильного комбината.....	42
2.7. Гидрогеохимическая изученность территории расположения Среднеуральского медеплавильного комбината	43
3. Методика и методы анализа данных	46
3.1. Методика отбора проб и пробоподготовка биологического материала	46
3.2. Инструментальный нейтронно-активационный анализ	48
3.3. Методика статистической обработки геохимической информации	50
3.4. Сравнительный анализ числовых характеристик содержания химических элементов в биологическом материале Полевки рыжей (<i>Myodes glareolus</i>) в зоне техногенеза.....	55

3.5. Уровни накопления и особенности распределения химических элементов в биологическом материале Полевки рыжей (<i>Myodes glareolus</i>) в зоне техногенеза.....	58
3.6. Двухфакторный дисперсионный анализ проб биологического материала Полевки рыжей (<i>Myodes glareolus</i>).....	71
3.7. Выделение ассоциаций химических элементов в биологическом материале Полевки рыжей (<i>Myodes glareolus</i>) на исследуемых территориях путем кластерного анализа	73
4. Биогехимические барьеры в биологическом материале Полевки рыжей (<i>Myodes glareolus</i>) в зоне техногенеза	79
4.1. Индикаторное значение содержания химических элементов в эмбрионах в условиях техногенеза	81
4.2. Влияние урбанизированной территории на содержание химических элементов в плацентах и эмбрионах Полевки рыжей (<i>Myodes glareolus</i>).....	82
4.3. Изменение содержания химических элементов в печени Полевки рыжей (<i>Myodes glareolus</i>), на территории Среднеуральского медеплавильного комбината	87
4.4. Содержания радиоактивных элементов (Th, U) в биологическом материале Полевки рыжей (<i>Myodes glareolus</i>), на территории Среднеуральского медеплавильного комбината.....	92
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	97
5.1 Планирование, организация и менеджмент при проведении работ	98
5.1.1 Планирование работ.....	98
5.2 Бюджет научного исследования	100
5.3 Расчет затрат времени и труда по видам работ	102
5.4 Расчет производительности труда, расчет продолжительности выполнения всего объема проектируемых работ	103
5.4.1 Расчет затрат труда	104
Проведения маршрутов при эколого-геохимических работах биогеохимическим методом	104
Камеральные работы.....	104
Итого:	104
5.5 Нормы расходов материалов.....	104
5.6 Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ (СМ 1)	106
5.7 Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ	108
6. Социальная ответственность специалиста при проведении геоэкологических работ по изучению биологического материала животных и человека.....	110
6.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	111
Полевой этап:.....	112
1. Отклонение параметров климата при полевых работах.....	112
2. Тяжесть и напряженность физического труда.....	113
3. Повреждения в результате контакта с насекомыми и животными	113

Лабораторный этап и камеральный этап:	114
1. Отклонение показателей микроклимата в помещении	114
2. Недостаточная освещенность рабочей зоны	116
3. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу	118
6.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	119
Полевой этап:	119
1. Механические травмы при пересечении местности.	119
Лабораторный и полевой этапы:	120
1. Поражение электрическим током	120
2. Пожарная безопасность	121
6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	122
6.5. Законодательное регулирование проектных решений	124
Заключение	126
Список литературы	127
Приложение А	137

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. В условиях техногенного влияния городской среды организм человека постоянно подвергается множественному воздействию со стороны различных факторов.

Среднеуральский медеплавильный завод является одним из крупнейших в России предприятий по выплавке меди из первичного сырья, и как крупное предприятие цветной промышленности оказывает техногенное воздействие на все природные среды, включая человеческий организм. Цветная металлургия, как развитая отрасль промышленности ежегодной выбрасывает большие объемы диоксида серы (2,5 млн. тонн), сточные воды таких предприятий насыщены тяжелыми металлами, которые откладываются в донных отложениях, цветная металлургия провоцирует экологические изменения, что приводит к ускорению деградации ландшафтов природной среды [1]. Загрязнения тяжелыми металлами и другими химическими веществами являются одним из видов экологически отрицательных воздействий на окружающую среду и живой организм в частности. В виду всего вышеперечисленного, современные крупные индустриальные города представляют собой экстремальные зоны обитания [2-4].

Для защиты живого организма от внешних влияний существуют барьерные механизмы, которые препятствуют проникновению в него вредных веществ. Барьерную функцию в организме по своему выполняет каждая система органов, в данной работе рассматривается функционирование печеночного барьера пищеварительной системы млекопитающих, а также плацентарного барьера, который играет огромную роль в формировании будущего организма. По химическому составу органов и тканей, чья функция заключается в снижении миграционной способности химических элементов, путем их концентрирования, можно делать выводы о

состоянии окружающей их природной среды, и её техногенной преобразованности.

Цель работы: оценка содержания химических элементов в биологическом материале мелких млекопитающих, как индикатора работы биогеохимических барьеров живого организма.

Задачи:

1. Провести химический анализ содержания химических элементов в биологическом материале лесных полевок (*Myodes glareolus*) методом инновационного нейтронно-активационного анализа с облучением тепловыми нейтронами;

2. Сравнить содержание химических элементов в разных видах биологического материала лесных полевок (*Myodes glareolus*), отобранных на территориях разной удаленности от предприятия;

3. На основе анализа содержания химических элементов в биологическом материале лесных полевок (*Myodes glareolus*) сделать выводы о работе биогеохимических барьеров их организма;

4. Сравнить биогеохимические барьеры в организмах разных видов млекопитающих.

Объект исследования: биологический материал (плацента, эмбрион, печень) мелких млекопитающих вида Полевка рыжая, отобранные на 3 исследуемых территориях, на удалении от Среднеуральского медеплавильного завода в 2 км – импактная зона, 4 км – буферная зона, 30 км – контрольная зона.

Предмет исследования: биогеохимические барьеры в организмах животных и человека в зоне влияния техногенеза и на фоновых территориях.

Методы исследования. Пробоотбор проводился сотрудниками института экологии животных и растений УрО РАН при участии автора. Животных отлавливали в течение бесснежного периода одновременно на всех участках. В качестве модельного объекта рассматривали рыжую полевку (*Clethrionomys glareolus*). В анализе использовали эмбрионы (и плаценты)

только на поздних стадиях беременности (18-20 дней). Содержание 28 химических элементов в пробах биологического материала определяли инструментальным нейтронно-активационным анализом (ИНАА) в аттестованной ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ.

Научная новизна работы. Впервые определено и проанализировано содержание 28 химических элементов в печени, плаценте и эмбрионе мелких млекопитающих, обитающих в окрестностях Среднеуральского медеплавильного завода. Обнаружена связь между территорией обитания животного и особенностями концентрирования химических элементов на органах-барьерах.

Практическая значимость работы. Выявлена геохимическая специфика содержания химических элементов в биоматериале для каждой изучаемой зоны. Данные могут быть использованы природоохранными органами для оценки качества промышленной среды для живых организмов и человека, и принятия мер по ее улучшению. Результаты могут быть использованы в учебном процессе при проведении занятий для студентов экологических специальностей.

Апробация работы. Основные результаты работы, полученные автором, опубликованы в 6 статьях и тезисах докладов. Тезисы публиковались и докладывались на 3-ех Международных конференциях, на XX Международной экологической студенческой конференции в городе Новосибирске в 2015 году, на Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2016» в городе Москве, и 2-ух научных молодежных конгрессах, конференциях: Международных научных симпозиумах студентов, аспирантов и молодых ученых им. академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (Томск, 2015, 2016 гг.). Автор награжден дипломами 4 дипломами за лучший доклад на каждой вышеперечисленной конференции.

Статьи, содержание результаты работы опубликованы в сборнике трудов IX Международной биогеохимической школы «Биогеохимия техногенеза и современные проблемы геохимической экологии», и в материалах XIX Международной научной школы-конференции студентов и молодых ученых, (Абакан 2015).

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю, профессору кафедры ГЭГХ, доктору биологических наук Н.В. Барановской, также глубокую признательность профессору каф. ГЭГХ, доктору геолого-минералогических наук Л.П. Рихванову за большое внимание, ценные советы и огромную помощь при выполнении работы.

Автора выражает признательность сотрудникам кафедры ГЭГХ за оказанную консультационную помощь при выполнении работы.

Автор выражает благодарность ведущему научному сотруднику, Лаборатории экотоксикологии популяций и сообществ Института экологии растений и животных, доктору биологических наук, В.С. Безелю и старшему научному сотруднику, Лаборатории экотоксикологии популяций и сообществ Института экологии растений и животных С.В. Мухачевой за предоставленные для исследования и анализа материалы.

Также выражается благодарность за проведение анализа проб инструментальным нейтронно-активационным анализом аналитикам лаборатории лабораторных исследований руководителям лабораторий А.Ф. Судыко и Н.А. Осиповой, Л.В. Л.В. Богутской, Г.А. Бабченко.

1. Химический состав биологического материала мелких млекопитающих, как индикатор состояния окружающей среды

Современные технические средства контроля состояния окружающей среды, разработанные в первую очередь для оценки степени загрязненности в промышленных условиях не единственные способы определения состояния природной среды. Биоиндикация в этом плане является оптимальным и активно развивающимся методом ее оценки [5].

По определению В.И. Вернадского живые организмы - это накопители и концентраторы рассеянных редких веществ и различных химических элементов [6]. Несмотря на то что, биологические системы находятся в зависимости от множества биотических и абиотических факторов, часто их изменения могут быть обусловлены влиянием человеческой деятельности. В связи с этим, определение «биоиндикация» можно сформулировать так: «Биоиндикация - обнаружение и определение биологически и экологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакций на них живых организмов и их сообществ» [7].

Биоиндикация проделала достаточный путь развития с первых наблюдений античных ученых, еще Теофраст в своем труде «Природа растений» указывал на то, что по типу растительности судить о свойствах земель. Сейчас, данная наука представляет собой часть прикладного раздела геоэкологии, включающего различные области применения геоэкологической концепции, а именно очередь биоиндикацию и биомониторинг [8].

Цель биологического мониторинга состоит в слежении за биологическими объектами (наличие видов, их состояние, появление случайных интродуцентов) с помощью биоиндикаторов [9].

Биологические индикаторы позволяют отслеживать состояние среды не только в данный момент времени, но и её длительные изменения [10]. Так же они предоставляют сведения о непосредственной реакции организмов,

сообществ или экосистем на естественные или антропогенные изменения, поскольку биота реагирует даже на незначительные изменения внешних условий [11]. Биологические индикаторы вскрывают изменения, происходящие в природной среде [8]. С другой стороны, актуальность биоиндикации обусловлена простотой, скоростью и дешевизной определения качества среды.

Методы биоиндикации основываются преимущественно на двух принципах: регистрации находок характерных (показательных, или репрезентативных) организмов и анализе видовой структуры биоценозов. Реже состояние среды обитания оценивается по функциональным характеристикам биоценозов (величине первичной продукции, интенсивности деструкции и некоторым другим показателям). В качестве биоиндикаторов используют животных, растения, бактерии и вирусы. Позвоночные животные в качестве биоиндикаторов используются гораздо реже, чем беспозвоночные животные и растения. Тем не менее, существует достаточно большое количество методов, где биоиндикаторами являются именно позвоночные животные.

1.1. Обоснование выбора объекта исследования вида Полевка рыжая (*Myodes glareolus*)

Мелкие млекопитающие широко используются как объекты экологического мониторинга, в том числе для биоиндикации мутагенных и канцерогенных эффектов загрязнения среды [12]. Одним из наиболее удобных объектов биомониторинга являются мышевидные грызуны, которые являются наиболее многочисленной и разнообразной группой наземных животных. Эти животные характеризуются сравнительно коротким жизненным циклом, высоким уровнем обмена веществ, а также несовершенством терморегуляции и большой чувствительностью к внешним условиям [13]. Кроме того, мелкие мышевидные грызуны имеют важное

значение в наземных биоценозах, которое определяется воздействием этих животных, как на рельеф, почвообразовательные процессы, растительность, так и участием в трофических цепях [14].

Мелкие дикие млекопитающие часто используются как модели для оценки интенсивности нарушений, произошедших в экосистеме при критических антропогенных нагрузках на ландшафт (выбросов экотоксикантов, радионуклидов и т.д.) [15].

Репродуктивная система является маркером биологическим индикатором экологического состояния окружающей среды. Эта система тонко реагирует на экологического неблагополучие как в условиях производственной среды так и в окружающем человека мире [16]. Воздействие неблагоприятных факторов внешней среды особенно сказывается на состоянии системы мать-плацента-плод в которой центральное место занимает плацентарная ткань. Плацента с одной стороны реализует взаимоотношение матери и плода с другой выполняет исключительную роль в защите плода от антропогенного воздействия [18].

Рыжая полевка — *Myodes glareolus* представитель грызунов рода лесных полёвок.

Относительно некрупный вид. Длина тела до 120 мм, хвоста – до 60 мм., ступни -15-20 мм, уха – 11-14 мм. Вес до 35 гр. Глаз 3 мм. Окраска меха спины (мантия) ржаво-коричневая различных оттенков. Брюхо серовато-белесое (иногда белый тон выражен довольно чисто). Хвост обычно резко двуцветный. Окраска лапок серебристо-белесая, иногда со слабым коричневатым оттенком. Зимний мех спины рыжих полевок явно светлее и рыжее летнего. Окраска светлеет и желтеет к югу и рыжеет к востоку. Размеры возрастают к северо-востоку, уменьшаясь с высотой (в горах западной Европы соотношение, по-видимому, обратное. На равнинах Западной Сибири от совместно обитающих других видов рыжих полевок наиболее надежно отличается по длине хвоста (до 45 мм). Задняя конечность имеет 6 ступневых мозолей [18].

Практически на всем протяжении ареала — обычный и многочисленный вид. Плотность поселений в оптимальных условиях обитания в период размножения достигает 200 особей/га [19].

В таежной зоне наиболее высокой численности достигает в ягодных ельниках и граничащих с ними вырубках. На Урале у высотного предела (в подгольцовом поясе) вместе с другими лесными полевками селится в россыпях камней. Для рыжей полевки типична относительная кратковременность пиков (1-2 года), быстрое восстановление численности после депрессий и постепенное сокращение ее после подъемов. Характерна более или менее выраженная цикличность колебаний с периодом в 2-5 лет. В пище во все сезоны года преобладают семена основных видов травянистых и древесных растений широколиственных лесов (до 170 видов, из которых 20—25 основные). Излюбленные корма — семена липы и желуди, на востоке — кедра и ягодных кустарничков [20].

1.2. Геохимические барьеры в природной среде

Обзор литературных источников по теме выпускной работы позволил сформировать наиболее полное понятие биогеохимического барьера, в рамках особенностей исследования.

Интенсивность миграционных процессов химических элементов на различных участках биосферы различно, и само перемещение, может быть ограничено в пространстве, выделяясь в своеобразные миграционные потоки.

Геохимическими барьерами (по А.И. Перельману, 1961 г.) называются участки биосферы и земной коры, на которых в миграционном потоке на коротком расстоянии резко снижается интенсивность миграции химических элементов и, вследствие этого процесса, происходит повышение их концентрации.

Существует 2 вида геохимических барьеров биосферы:

1. Природные;
2. Техногенные.

И природные, и техногенные барьеры находятся на участках изменения миграционных факторов. Для природных барьеров изменение факторов и геохимической обстановки, объясняется природными особенностями конкретного участка биосферы. Во втором случае смена геохимической обстановки является результатом деятельности человека.

Социальные геохимические барьеры являются техногенными и представляют собой участки, в пределах которых вещества концентрируются, прекращая социальную миграцию. Под этим термином обычно объединяют зоны хранения и захоронения промышленных и бытовых отходов.

На безопасность жизнедеятельности влияют следующие особенности социальных барьеров:

- Химические элементы (их соединения), накапливающиеся на социальных барьерах в повышенных концентрациях, не соответствуют ни одной природной ассоциации, это значит, что химические элементы в природе не совмещающиеся, в результате действия человека начинают влиять на окружающую среду параллельно, и результат такого воздействия пока до конца не изучен.

- Элементы на барьере распределяются неравномерно, изменяясь в сотни раз, что не характерно для биосферы и затрудняет количественную оценку содержания элементов на барьере. Отсутствие такой оценки делает трудным прогноз влияния отдельных барьеров на безопасность жизнедеятельности.

- Высочайшая концентрация химических элементов в форме самых неприродных техногенных соединений.

- Химический состав веществ, искусственно воссозданных на территориях, которым подобные вещества природной не свойственны отражает конкретный уровень развития и определенного сообщества людей, и всего человечества.

- Площади, занимаемые социальными барьерами, непрерывно возрастают во всем мире и начинают создавать реальную угрозу безопасности жизнедеятельности.

Биогеохимические барьеры по своей сути представляют накопление химических элементов растительными и животными организмами. Биогеохимические барьеры могут приводить и к возрастанию безопасности жизнедеятельности, задерживая поступление токсичных веществ из атмосферы. Такими барьерами обычно служат зеленые насаждения (декоративные деревья и кустарники) около промышленных и в селитебных ландшафтах. При этом подбор специальных растений, в больших концентрациях поглощающих определенные химические элементы, может резко повысить безопасность жизнедеятельности около определенных предприятий [21].

1.2.1. Биогеохимические барьеры крупных млекопитающих и человека, как индикатор экологического состояния окружающей среды

Понятие биогеохимического барьера в живом организме и геохимического барьера в геологическом смысле отличаются друг друга. Барьерные функции организма, как уже говорилось во введении, заключаются в препятствии попадания потенциально опасных для организма веществ в организм, путем повышения концентрирования, с наблюдающейся после сменой биогеохимической обстановки. Высокое накопление химических элементов на внутренних барьерах, как правило, говорит о постоянном поступлении химического элемента извне, что может быть связано, как с природными аномалиями, так и с результатами деятельности человека.

Для оценки степени влияния природной среды на химический состав крупных млекопитающих, было проведено исследование зольного остатка органов и тканей свиньи домашней, отобранные в районе с незначительными техногенными изменениями - в поселке Верхнее Сеченово в 55 км от города Томска, а также на территориях с отягощённой экологической ситуацией, они были взяты в хозяйстве поселка Кижирова находящегося в 12 км по розе ветров и испытывающего воздействие города и Северного промышленного узла (СПУ). Всего было отобрано 50 проб (по 25 в каждом поселке), исследование также проводилось методом инновационного нейтронно активационного анализа с облучением тепловыми нейтронами на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т. Результатам исследования стало получение статистически проанализированных данных о содержаниях микроэлементов в пробах органов и тканей свиньи домашней на каждом исследуемом участке.

Роль барьера пищеварительной системы в организме млекопитающих безусловна, и сравнивая концентрации химических элементов в органах и тканях пищеварительной системы свиньи домашней, отобранных в

экологически не измененной зоне, и в зоне подвергающейся техногенному воздействию, можно делать выводы об особенностях элементного состава каждой изучаемой среды.

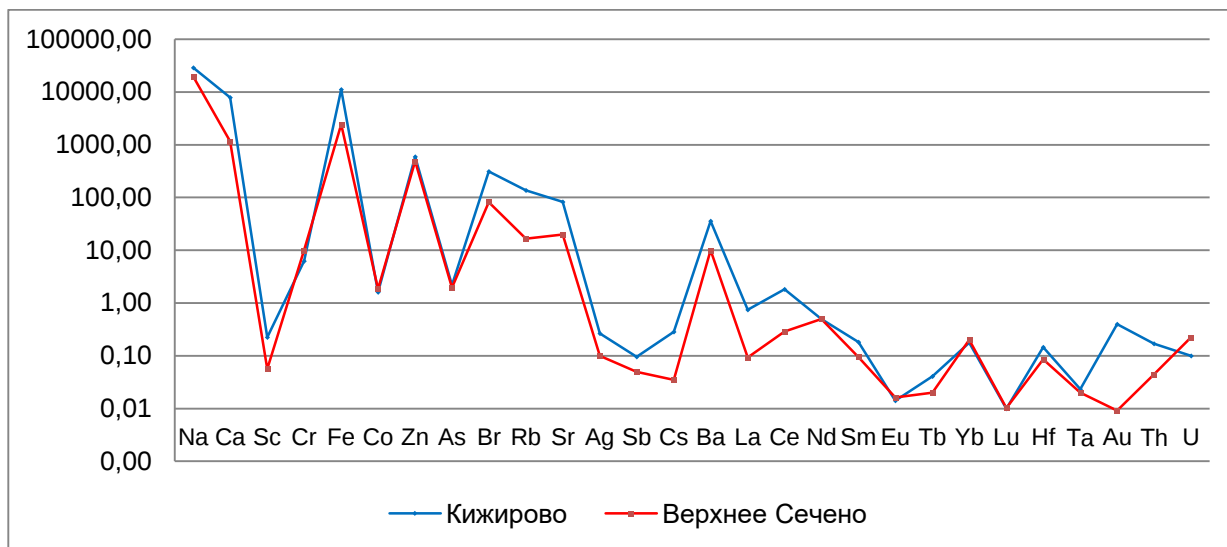


Рисунок 1. Содержание химических элементов в пищеварительной свиньи домашней в пробах из п. Кижирова и п. Верхнесеченово [22]

Диаграмма содержаний химических элементов в пищеварительной системе на разных исследуемых территориях наглядно демонстрирует, что, несмотря на идентичность кормовой базы, наблюдается преобладание большинства химических элементов в пробах из поселка Кижирова над элементами из проб поселка Верхнее Сеченово в пищеварительной системе. Пищеварительная система включает в себя печеночный барьер, защищающий организм от проникновения большого количества химических элементов из внешней среды.

Как уже было отмечено выше репродуктивная система организма тонко реагирует на малейшие изменения во внешней среде, и плацента, как мощнейший биогехимический барьер должна отражать этих изменения в своем химическом составе. В 2012 году было проведено опробирование и последующее исследование методом ИНАА биологического материала женщин возрастом от 25 – 41 года, проживающих в разных районах г.

Томска. Пробы отбирала Станкевич С.С., Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск [23-24]. Всего было отобрано и проанализировано 10 проб плацент, из каждого района г. Томска, статистический анализ данных полученных методом ИНАА позволил построить диаграмму распределения химических элементов в разных районах г. Томска (рис.2.).

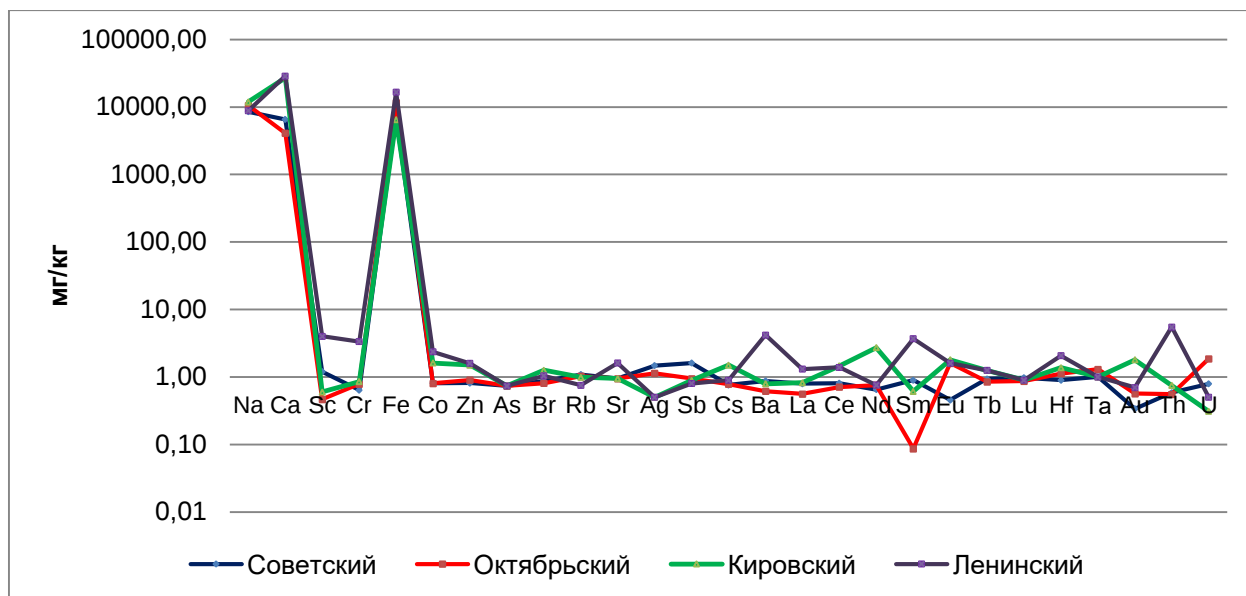


Рисунок 2. Диаграмма распределения содержаний химических элементов в плаценте женщин, проживающих на территории г. Томска, мг/кг

Диаграмма распределения содержания химических элементов в плаценте женщин, проживающих на территориях разных районов г. Томска позволяет выделить ленинский район, как область, в пробах жительницы которой содержится большее количество химических элементов, чем в пробах жительниц других районов. Пробы из Ленинского района содержат больше Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, Ba, La, Hf, Th. Пробы из Кировского района отличаются содержаниями Na, Br, Cs, Ce, Nd, Eu, Au, из Октябрьского Ta и U. Особенностью Ленинского района является большее содержание Rb, Ag, Lu.

Анализ литературных данных, по возможным источникам поступления избыточного содержания вышеупомянутых химических элементов в женский организм, позволил сформулировать предположение о том, что причиной повышенных (в сравнении с другими районами города) содержаний химических элементов в тканях плаценты женщин, проживающих в Ленинском и Кировском районе, является его относительная экологическая не благополучность – в северной части города сконцентрированы местные котельные и частный сектор, которые являются источниками частиц шлака, золы, (Na, Ca, Fe, Zn, Cr, Co) [25]. По данным оценки эколого-геохимического состояния г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв, Ленинский и Кировский район выделяется, как антропогенно нагруженный [26], также в пылеаэрозолях, отобранных на территории данного района обнаруживается наибольшее сосредоточение сажи и шлака.

Таким образом, основываясь на уже проведенных ранее исследованиях биологического материала млекопитающих (пищеварительная и репродуктивная системы) можно предположить, что оценка их химического состава корректна для использования её в качестве индикатора экологического состояния среды проживания, изучаемых млекопитающих.

2. Физико-географические условия и характеристика региона.

2.1. Административно-географическая характеристика Свердловской области

Свердловская область — субъект Российской Федерации, входит в состав Уральского федерального округа. Административный центр — г. Екатеринбург. Граничит на западе с Пермским краем, на севере с Республикой Коми и Ханты-Мансийским автономным округом, на востоке с Тюменской областью, на юге с Курганской, Челябинской областями и Республикой Башкортостан [27].

Городской округ Ревда — муниципальное образование в Свердловской области России. Относится к Западному управленческому округу Свердловской области. Административный центр — город Ревда. Ревда — город на юго-западе Свердловской области России, административный центр городского округа Ревда. Город расположен на берегах пруда и реки Ревда у впадения её в реку Чусовую (рис.3). В городе имеется несколько предприятий металлургической промышленности. Четыре градообразующих предприятия принадлежат двум крупным металлургическим холдингам — Уральской горно-металлургической компании (Среднеуральский медеплавильный завод (СУМЗ), Ревдинский кирпичный завод (РКЗ), Ревдинский завод по обработке цветных металлов (ОЦМ)) и Новолипецкому металлургическому комбинату (Нижнесергинский метизно-металлургический завод (НСММЗ)). Площадь подчинённых Ревдинской администрации земель — 970 км², что составляет 0,57 % площади Свердловской области и 0,006 % площади России. По территории городского округа проходит граница между Европой и Азией [28].

2.2. Медико-демографическая характеристика Свердловской области

Численность населения Свердловской области по данным Росстата составляет 4 327 472 чел. (2015). Плотность населения — 22,27 чел./км² (2015). Городское население — 84,33 % (2015). В период с 1992 по 2011 гг. численность населения падала с 4 754 897 (1992 г.) до 4 297 227 (2011 г.), однако отмечается планомерный прирост численности населения до 4 307 594 (2012 г.) до 4 327 472 (2015 г.). Такая положительная тенденция связана с улучшением медицинского обслуживания, снижением младенческой смертности и приростом численности за счет миграции. В то же время, по области нарастают и тенденции старения населения. Если за пять лет число жителей младше трудоспособного возраста выросло на 56 тысяч человек, то людей пожилых и старых - на 81 тысячу. При этом численность трудоспособного населения сократилась на 136 тысяч человек [29].

Структура смертности в Свердловской области выглядит так: болезни ССС(48%),новообразования(15%), травмы и отравления(11%), болезни ЖКТ(5%), болезни органов дыхания(5%), инфекции(1%) и др. [30].

Анализ смертности граждан за период с января по август 2015 года показывает, что основной причиной смертей становятся заболевания систем кровообращения – 19981 человек из 41117 умерших, а так же по причине возникновения злокачественных новообразований – 6303 человека.

Численность населения городского округа Ревда повышается с 2013 года и на данный момент составляет 63,71 тыс. чел. [30].

2.3. Климатическая характеристика Свердловской области

Климат на территории Свердловской области континентальный, среднее количество осадкой 500 мм в год [31].

На равнинах средняя температура января повышается от –20° на севере, до –16° — на юге. Средняя температура июля от +19°до +30 °С; количество осадков — около 500 мм в год. По мере удаления от хребта и продвижения к югу увеличивается сумма положительных температур и

уменьшается количество годовых осадков. Основная территория равнин расположена в умеренной зоне, а юго-восточная и, частично, юго-западная части Свердловской области уже входят в умеренно теплую зону с наиболее благоприятными для сельского хозяйства климатическими условиями.

Климат горной полосы менее континентальный, с более низкими летними температурами, и более влажный, чем на равнинах. Широко распространены резкие суточные колебания летней температуры. На севере отчетливо выражены высотные климатические пояса. Горная часть Северного и Среднего Урала лежит в холодной зоне с ограниченными возможностями земледелия. Предгорья и крайний север Зауралья принадлежат к умеренно холодной зоне [31].

Средняя величина осадков за год составляет 350-400 мм. на юго-востоке и 500 мм на севере, а в горных районах юго-запада превышает 500-600 мм. В силу этих климатических условий средний период вегетации в Свердловской области составляет лишь примерно 130 дней. В силу географического положения погода может меняться очень быстро.

2.4. Геологическая и геоморфологическая характеристика Свердловской области

Свердловская область занимает в основном восточные склоны Среднего и Северного Урала и часть Западно-Сибирской равнины, примыкающей к Уральским горам. Уральские хребты вытянуты в меридиональном направлении. Они отличаются сложно ориентированными массивами и кряжами с крупными продольными понижениями, которые разделяются поперечными понижениями и речными долинами. На юго-западе области размещаются западные предгорья Урала и часть Восточно-Европейской равнины; рельеф – увалисто-холмистые (высота 300–400 м над уровнем моря) и слабо всхолмленные предгорные равнины (250–300 м над уровнем моря) [27].

В пределах Свердловской области находятся восточный склон Северного Урала (верховья бассейнов рек Лозьва, Вижай, Ивдель, Вагран, Турья, Лобва и др.) и практически весь Средний Урал (бассейн верхней части р.Чусовая). Условия рельефа для образования и схода снежных лавин наименее благоприятны по сравнению с остальными районами Урала.

В осевой зоне Среднего Урала до широты Верхнего Тагила залесенные склоны низкогорий следует отнести к районам потенциальной лавинной опасности. В пределах Свердловской области площадь лавиноопасных районов наименьшая по сравнению с другими, особенно северными районами Урала. Последние сосредоточены в основном на северо-западе области.

2.5. Гидрологические условия Свердловской области

Гидрографическая часть Свердловской области к таковым включает воды рек, запасы в озерах, болотах, водохранилищах, подземные воды, почвенную воду и пары атмосферы, общий объем которых в средний по водности год составляет около 67,0 км³.

Территория Свердловской области принадлежит бассейнам 7 основных рек: Тавды, Туры, Пышмы, Исети, Чусовой, Уфы и Сылвы. Гидрографическая сеть включает 18414 рек общей протяженностью более 68 тыс. км. Из них 17370 рек имеют длину до 10 км (общая протяженность 34 тыс. км), 1027 рек – длину от 10 до 200 км (общая протяженность 8,15 тыс. км).

Большая часть рек Свердловской области (Тавда, Тура, Пышма, Исеть и их притоки) несут свои воды в Тобол – приток Иртыша, меньшая часть (Уфа, Чусовая, Сылва) – в Каму, приток Волги. Все реки стекают с Уральских гор и поэтому в верховьях немногочисленны. В районе г. Екатеринбурга верховья нескольких рек противоположных склонов

сближаются, что в свое время способствовало выбору места для строительства города.

На территории городского округа Ревда протекает река Чусовая и её приток, Шайтанка, и реки Листвянка и Осиновка. Длина Чусовой — 592 км [31]. Из них Чусовая течёт по Челябинской области — 20 км, по Свердловской области — 377 км, по Пермскому краю — 195 км [32]. Площадь водосборного бассейна реки составляет 23 000 км² [34], средний уклон 0,4 м/км. Средняя высота водосбора составляет 356 м. Шайтанка (Чатаевская Шайтанка) - левый приток реки Чусовой, впадает в неё двумя километрами ниже устья Большой Шайтанки. Осиновка является притоком третьего порядка у реки волги, её длинна составляет приблизительно 23 км.

В области насчитывается несколько тысяч озер. Чаще всего это небольшие водоемы. Основная масса озер — бывшие старицы, они располагаются в долинах рек, особенно в поймах Тавды и Туры. Горные озера более глубокие и живописные. Они сосредоточены на юге— в окрестностях Свердловска (Аятское, Шитовское, Таватуй, Исетское, Балтым, Шарташ) и на севере (Шегультанские, Верхнее, Светлое, Большое и Малое Княсьпинские и др.).

Самое глубокое горное озеро — Бездонное (около 50 м), затем — Светлое (38 м), Таватуй (9 м); самое большое — Пелымский Туман — в долине р. Пелым, его площадь — 66,7 кв. км. В бассейне Тавды сосредоточены и другие значительные озера — Большой Вагильский Туман, озеро Большое Индра, Шайтанское и пр.

2.6.1. Почвенно-грунтовая характеристика Свердловской области

Общая площадь земель в административных границах области - 19430,7 тыс. га. Распределение земельного фонда по угодьям (тыс. га): сельскохозяйственные угодья, всего - 2626,4; земли под поверхностными

водами - 264,8; болота - 2070,5; земли под лесами и древесно-кустарниковой растительностью - 13791,9; другие угодья - 677,1.

Особенностью области является неоднородность почвенного покрова. На территории области выделено 35 генетических типов почв: от горно-тундровых и подзолистых на севере области до черноземов и черноземно-луговых на юге.

Преобладают подзолистые и дерново-подзолистые почвы (33,2% всего почвенного покрова), темно-серые почвы распространены на 20% территории. Серые и светло-серые почвы занимают 13,1%. Черноземы (наиболее плодородные почвы) встречаются небольшими массивами на юге и юго-западе области. В горной части распространены горно-таежные и горно-тундровые почвы.

К поймам рек приурочены пойменные почвы, в большинстве своем переувлажненные.

На территории области, особенно в горной ее части и на юго-западе, развита овражно-балочная сеть.

На территории области 2,4 тыс. га средне- и сильноэродированных, преимущественно смывных почв, 229,0 тыс. га эрозионно-опасных и 126,3 тыс. га дефляционно опасных почв.

Наиболее высокий уровень загрязненности почв селитебных территорий тяжелыми металлами выявлен на территориях гг. Красноуральска, Полевского, Ревды, В. Пышмы, В-Салды, Карпинская, Екатеринбурга, Нижнего Тагила.

2.2. Геоэкологическая характеристика территории расположения Среднеуральского медеплавильного комбината

Среднеуральский медеплавильный завод располагается на территории Свердловской области, города Ревда, близ города Первоуральска. Город Ревда расположен в 47 км к западу от Екатеринбурга, в той части Среднего Урала, где проходит географическая граница между Европой и Азией. Город расположен на берегах пруда и реки Ревда у впадения её в реку Чусовую. Через город проходят автомагистраль Московский тракт и железнодорожная магистраль Екатеринбург - Казань. Площадь городского округа - 1106,05 квадратных километров, что составляет 0,57 % Свердловской области и 0,006 % площади России. Округ граничит [27]:

- на западе с Нижнесергинским муниципальным районом;
- на севере с городским округом Первоуральск;
- на северо-востоке с муниципальным образованием «город Екатеринбург» и городским округом Дегтярск;
- на востоке и юге с Полевским городским округом.

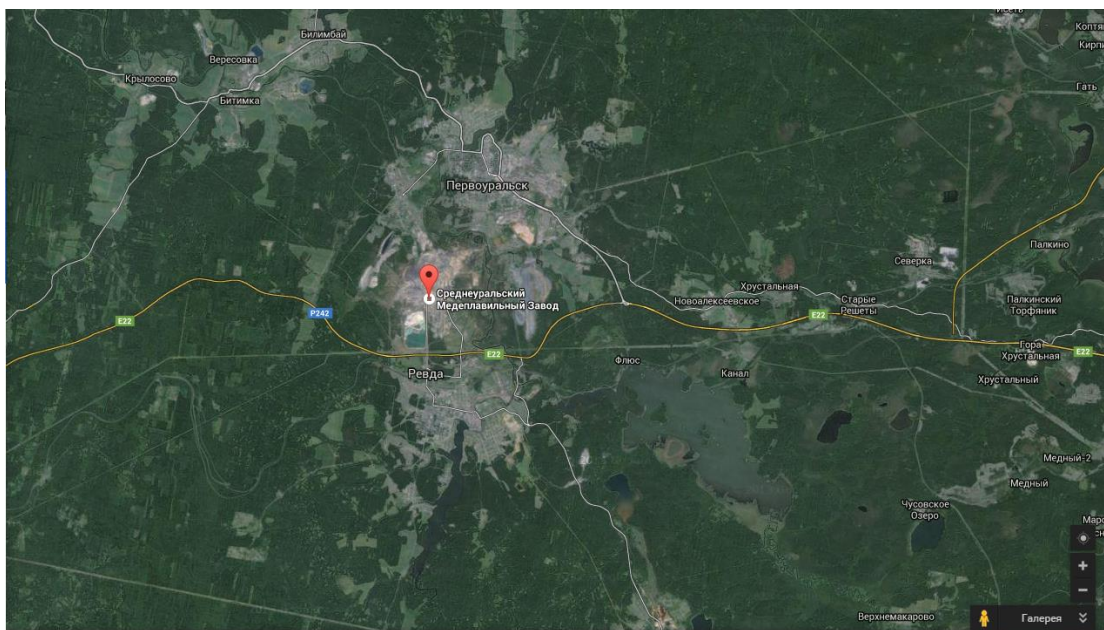


Рисунок 3. Расположение Среднеуральского медеплавильного завода (масштаб 1:200000) [35]

Длина границы округа - 210 км. Протяженность округа с севера на юг 62 км, с запада на восток — 40 км на севере и около 10 на юге. Максимальная вершина - гора Шунут (726 м). Средняя высота над уровнем моря-350-500 м.

Первоуральск находится в центральной части Евразии, в 1627 км к востоку от Москвы, в 40 км к западу от Екатеринбурга. Географические координаты: 56°54' северной широты, 60°00' восточной долготы, 358 м над уровнем моря. Город расположен на центральном склоне Уральских гор, по берегам реки Большая Шайтанка, на которой в городе образованы 2 пруда — Нижний пруд и Верхний пруд. Чусовая, Шайтанка, Малая Шайтанка, Ельничная, на которой в пределах города Пильный пруд; Пильный Лог; Чёрная (Пахотка); Талица; Магнитная; Ольховка. Климат для данной зоны — умеренно-континентальный, с холодной зимой и теплым летом. Среднегодовая температура 1,9 °С. Относительная влажность воздуха — 69,9 %. Средняя скорость ветра — 3,3 м/с. Средняя температура воздуха, по данным многолетних наблюдений, составляет 1,9 °С. Самый холодный месяц в городе — январь со средней температурой от –30 — до — 35 °С. Самый теплый месяц — июль, его среднесуточная средняя температура +29 °С. Погода с устойчивой положительной температурой устанавливается, в среднем, в конце марта—начале апреля, а с устойчивой средней температурой ниже нуля — в конце октября—начале ноября [36].

2.2.1. Краткая характеристика Среднеуральского медеплавильного комбината

Среднеуральский медеплавильный завод является крупнейшим на Урале предприятием по выплавке меди из первичного сырья, производству из отходящих металлургических газов серной кислоты, выпуску бутилового ксантогената калия. Введен в эксплуатацию в 1940 году, с 2000 года СУМЗ входит в состав Уральской горно-металлургической компании. Основной вид деятельности – выплавка меди из первичного сырья. В структуру СУМЗ

входит обогатительная фабрика, медеплавильный цех и цех серной кислоты, а также обслуживающие вспомогательные подразделения. На предприятии работает около 3,5 тыс. человек. Предприятие производит до 100 тысяч тонн черновой меди в год. Медеплавильный цех завода перерабатывает медные концентраты плавкой в печах Ванюкова с последующим конвертированием медных штейнов [37].

Предприятие использует цинково-медную руду, которую поставляют из Гайского медноколчеданового месторождения. Химический состав минералов – теннантита и галенита, слагающих медно-цинковую руду, представлен следующими химическими элементами: железо 4,57 — 6,32 %, цинк 3,66 — 6,43 % сурьма 2,83 — 4,98 %, медь 38,36-41,02%, мышьяка 17-18%, сера 27% [38].

Источники загрязнения поступают в природные среды при высокотемпературных процессах: черной и цветной металлургии, обжиге цементного сырья, сжигании минерального топлива. Воздушными потоками выбросы переносятся на большие расстояния (до 10 км), причем большая их часть выпадает на расстоянии 1-3 км от эпицентра. Ежегодно выбросы специфических загрязняющих веществ составляют 750-800 т, из них меди — 95т (А.П. Козаченко, 1999). Кроме того, источником загрязнения почвы медью может служить орошение ее водами с повышенным содержанием этого металла [39].

2.3. Факторы техногенного воздействия крупных предприятий цветной металлургии на окружающую среду

Ежегодно предприятиями цветной металлургии выбрасывается в атмосферу около 3000 тыс. т вредных веществ. Загрязнения атмосферы предприятиями цветной металлургии характеризуются в основном выбросом диоксида серы. Источниками образования вредных выбросов при производстве глинозема, алюминия, меди, свинца, олова, цинка, никеля и

драгоценных металлов являются различные виды печей (для спекания, выплавки, обжига, индукционные и др.), дробильно-размольное оборудование, конверторы, места погрузки, выгрузки и пересыпки материалов, сушильные агрегаты, открытые склады. При переработке сульфидных руд и концентратов в печах образуется большое количество отходящих серосодержащих газов. Содержание серы в них определяется используемым оборудованием и технологией. Для утилизации этих газов отсутствуют экономически оправданные технологии. Вследствие этого степень улова диоксида серы на предприятиях цветной металлургии остается на низком уровне (22,6 %). Учитывая то, что на долю SO_2 приходится 75 % всех выбросов, общая степень улавливания загрязняющих веществ в отрасли снижается. Крупные комбинаты цветной металлургии являются самыми мощными источниками загрязнения почвенных покровов как по интенсивности, так и разнообразию загрязняющих веществ. Это является следствием того, что на горно-добывающих предприятиях отрасли продолжает преобладать открытый способ добычи минерального сырья. К чрезвычайно опасной категории по загрязнению почв относятся также города Белово Кемеровской Области (содержание свинца до 50 ПДК) и Ревда Свердловской области (свинца до 5 ПДК, ртути до 7 ПДК). Утилизация и использование отходов производства продолжают оставаться одной из серьезных проблем на предприятиях цветной металлургии. Наибольшее количество промышленных отходов образуется на Норильском горно-металлургическом комбинате. Ежегодно на комбинате образуется около 4,7 млн. т металлургических шлаков. Образующиеся остатки руды от обогащения практически не используются. В хранилище их накоплено около 350 млн. тонн [37]. Медное сырьё подразделяется на медно-цинковое, медно-никелевое, медно-молибденовое, медно-кобальтовое. Медные руды России характеризуются высоким содержанием сульфидных минералов, в частности пирита. Главными рудными минералами являются халькопирит (CuFeS_2) и сфалерит (ZnS). Обычно присутствуют халькозин, борнит, маркезит,

цинка – 0,2-0,9 %, серы – 27-40 %, железа – до 45 %, песка – 10 % [38]. Переработка таких отвалов не осуществляется, и параллельно происходит их фильтрация в подземные водоносные горизонты и в почву, прилегающую к накопителям.

2.3.1. Воздействие крупных предприятий цветной металлургии на атмосферный воздух

Цветная металлургия относится к самым загрязняющим природную среду отраслям. На долю металлургии приходится около 40% общероссийских валовых выбросов вредных веществ, из них по газообразным веществам - около 34%, по твердым - около 26% (рис. 4) [39].

Агломерационное производство, кг/т агломерата	Доменное производство, кг/т чугуна		Сталепла-вильное про-изводство, кг/т стали	Прокатное произ-водство
20-25	100-106	Пыль	13-32—0,1-0,2	кг/т проката
20-50	600-605	Оксид углерода	0,4-0,6—0,7	т/м по-верхности металла
3-25	0,2-0,3	Оксиды серы	0,4-35—0,4	—
		Оксиды азота	0,3-3—0,5	—
	10-60	Серо-водород		—
		Аэрозоли травильных растворов		
		Пары эмульсии		

Рисунок 5. Выбросы в окружающую среды газообразных веществ от производства цветной металлургии [39]

Металлургическое производство является опасным источником загрязнения атмосферы отходящими газами и твердыми выбросами. Подготовка сырья, загрузка руды и кокса доменную печь и ряд других

процессов вызывают образование огромного количества пыли, а отходящие газы доменного и конверторного производств содержат много оксида углерода и очень токсичны, хотя представляют собой ценное топливо, которое следует очищать и использовать на металлургических комбинатах. Цветная металлургия является вторым после теплоэнергетики загрязнителем биосферы диоксидом серы. В процессе обжига и переработки сульфидных руд цинка, меди, свинца и некоторых других металлов в атмосферу выбрасываются газы, содержащие 4-10% SO_2 — концентрация, достаточная для организации производства серной кислоты [40].

2.3.2. Воздействие предприятий цветной металлургии на почвенный покров

Крупные комбинаты цветной металлургии являются самыми мощными источниками загрязнения почвенных покровов как по интенсивности, так и разнообразию загрязняющих веществ. Это является следствием того, что на горно-добывающих предприятиях отрасли продолжает преобладать открытый способ добычи минерального сырья. Выделяется несколько десятков городов с металлургическими предприятиями, вблизи которых в почвенном покрове обнаружены количества тяжелых металлов равные или большие ПДК. По суммарному загрязнению почвенного покрова 1-ое место занимает Рудная пристань (Приморский Край), в котором расположен свинцовый завод. В почвах зоны радиусом 5 км вокруг Рудной Пристани наблюдается загрязнение почв свинцом (300 ПДК), марганцем (2ПДК) и другими веществами. К чрезвычайно опасной категории по загрязнению почв относятся также города Белово Кемеровской Области (содержание свинца до 50 ПДК) и Ревда Свердловской области (свинца до 5 ПДК, ртути до 7 ПДК). Значительные количества выбросов промышленных предприятий, содержащих высокие

концентрации ТМ и токсичных веществ в атмосферу, ведут, в свою очередь, к ежегодному попаданию в почву более 960 тыс. т. оксидов и более 1,4 млн. т. активных химических веществ. Следствием этого является не только снижение плодородия почв, но и создание условий, наряду с агротехническими нарушениями, для образования ежегодно до 1,4 млн. га эрозионных и эрозионноопасных земель. Поступление тяжелых металлов, в частности меди, в почву вследствие техногенного рассеяния осуществляется разнообразными путями. Почвы являются главной депонирующей средой для пылевых аэральных выпадений. Валовые содержания тяжелых металлов в верхних частях гумусово-аккумулятивных горизонтов почв на северо-западных и северо-восточных окраинах города составляют (мг/кг): Cu 1600–2300, Zn 1500–2700, Pb 800–1300, Cd 15–30. Превышения валовых концентраций этих элементов над принятыми в России значениями ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) для них составляют десятки раз [41].

2.3.3. Воздействие крупных металлургических предприятий на поверхностные и подземные воды

Ежегодно в цветной металлургии потребляется около 1200 млн. м³ свежей воды. Сточные воды предприятий цветной металлургии загрязнены минеральными веществами, флотореагентами (цианиды, ксантогенаны, нефтепродукты и др.), солями тяжелых металлов (медь, свинец, цинк, никель и т.д.), мышьяком, фтором, ртутью, сурьмой, сульфатами, хлоридами и т.д. В пирометаллургических процессах используется значительное количество охлаждающей воды, при этом в воду могут попадать взвешенные твердые частицы, соединения металлов и масла. Все сточные воды подвергаются очистке с целью удаления растворенных в них металлов и твердых частиц. Промывочные воды, отработанный электролит и сточные воды также сбрасываются из цеха электролиза, с линий травления и скрубберов

(Скруббер - устройство, используемое для очистки твёрдых или газообразных сред от примесей в различных химико-технологических процессах [38]). Эти стоки содержат в значительных количествах растворенные соединения металлов и перед сбросом в водные объекты подвергаются очистке, при этом могут случаться утечки. Масла и другие нефтепродукты могут присутствовать во вторичном сырье и вымываться с территории площадок хранения [42-43].

2.4. Радиоэкологическая обстановка Свердловской области

Радиоэкологическая обстановка в Свердловской области расценивается, как удовлетворительная. Естественный радиационный фон на Урале мозаичен, что обуславливается наличием природных радионуклидов (^{40}K , ^{232}Th , ^{238}U , ^{226}Ra , ^{222}Rn) в геологических комплексах пород. В Свердловской области сгруппировано много локальных скоплений естественной радиоактивной минерализации разной природы (урановой, ториевой, уран-ториевой природы); возможно также содержание экологически значимых концентраций естественных радионуклидов в грунтовых водах. Потенциальную опасность представляют скопления, залегающие около населенных пунктов, например, скопления радионуклидов в рудах железа, меди, никеля, золота, редких металлов, а также в горных породах кислого состава (гранитовых, гнейсовых, кварцевых порфирах), в известняках, речных рыхлых отложениях. Известны скопления радионуклидов в торфе, который используется населением в качестве удобрения. Использование строительных материалов с повышенным содержанием природных радионуклидов (^{40}K , ^{232}Th , ^{238}U) наблюдается не только в районах их скоплений, но и в крупных городах, таких как Екатеринбург, Челябинск, это приводит к локальным повышениям радиационного фона [44].

На территории области также находятся скопления техногенных радионуклидов, в радиэкологическом отношении наиболее опасны территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС), а именно, поселок Озерный Режевского района, Красноуфимского филиала комбината "Победа", промплощадки Ключевского завода ферросплавов. Кроме того, радиационную обстановку региона определяют более 1500 объектов, где применяются источники ионизирующего излучения, которых находятся в Новоуральске, Лесном, Заречном, Екатеринбурге и других городах области. Специальными проверками городов Екатеринбурга, Нижнего Тагила, Каменск-Уральского и Первоуральска выявлено примерно 850 локальных участков радиоактивного загрязнения техногенной природы (дозы излучения до 90 р/ч) [45].

2.5. Геоэкологическая изученность Среднеуральского медеплавильного комбината, как источника загрязнения окружающей среды

К настоящему времени на Среднем Урале отработано несколько десятков рудников, мобилизовавших халькофилы в виде пылевых выбросов, сбросов сточных вод и отходов производства. Неблагоприятная экологическая ситуация еще более усугубилась в связи со строительством перерабатывающих комплексов: Карабаш, Ревда, Красноуральск — далеко не полный перечень городов, сформированных на базе медеплавильных комбинатов. Согласно государственному докладу о состоянии природных сред свердловской области, атмосферный воздух в г. Первоуральске на 2015 год имеет повышенную степень загрязнения (табл. 1) [46]. Основными источниками выбросов вредных веществ в атмосферу от производственных корпусов в металлургии никеля являются обжиговые и плавильные печи, конвертера.

Высота трубы, предназначенной для отведения металлургических газов, на уральских заводах составляет 125 м. Выделяются так же и неорганизованные источники загрязнения атмосферы, такие как открытые склады, шлакоотвалы, погрузка готовой продукции. Основные загрязняющие вещества: пыль неорганическая $\text{SiO}_2 < 20\%$, диоксид серы, медь, оксид меди, свинец и его соединения, мышьяк, цинк, оксид цинка, кадмий, железо [47].

Таблица 1 – Состояние атмосферного воздуха в г. Первоуральске и г. Екатеринбурге, Свердловской области [47]

Город	ИЗА	СИ	НП*	Степень загрязнения
Екатеринбург	7 (Ф, БП, ЭБ, ВВ, диоксид азота)	13,0 (ЭБ)	3 (ВВ) 52 (БП)*	высокая
Первоуральск	5(БП, ВВ, оксид азота, диоксид азота, фторид водорода)	4,2 (БП)	4 (фторид водорода, диоксид азота) 36 (БП)*	повышенная

Примечание, Ф – формальдегид, ВВ – взвешенные вещества, БП – бенз(а)пирен, ЭБ – этилбензол, (БП) - повторяемость превышений ПДК среднемесячных концентраций бенз(а)пирена в среднем по городу .*

Обследованные в 2014 г. почвы территорий Асбестовского ГО и ГО Ревда относятся к умеренно-опасной категории загрязнения, почвы ГО Первоуральск – к допустимой категории загрязнения (рис.3).

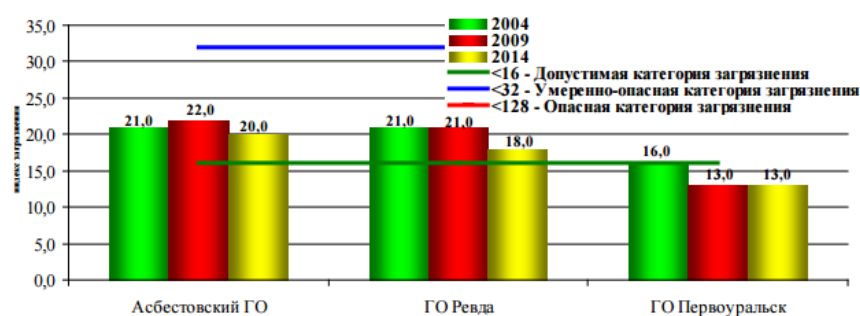


Рисунок 6. Динамика загрязнения почв муниципальных образований Свердловской области [47]

Сравнивая средние концентрации тяжелых металлов в почвах городов с фоновыми значениями можно отметить, что в почвах ГО Ревда зарегистрированы существенно повышенные значения содержания (более 5 ФЗ) цинка, меди, свинца. Почвы ГО Первоуральск наиболее загрязнены свинцом, медью, цинком и кадмием, в меньшей степени – хромом и никелем [48].

2.6. Геофизическая изученность территории расположения Среднеуральского медеплавильного комбината

В понятие “сейсморазведка” входят геофизические методы исследования земной коры, основанные на изучении искусственно возбуждаемых упругих волн. При помощи сейсморазведки изучается

глубинное строение Земли, выделяются месторождения полезных ископаемых (в основном нефти и газа), решаются задачи гидрогеологии и инженерной геологии. Сейсморазведка отличается надежностью, высокой разрешающей способностью, технологичностью и колоссальным объемом получаемой информации [49].

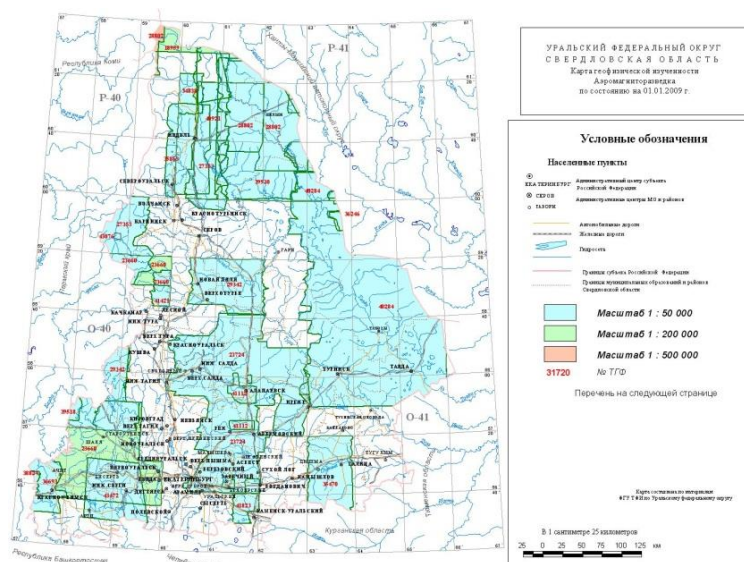


Рисунок 7. Карта геофизической изученности (сейсморазведка) Свердловской области [49]

2.7. Гидрогеохимическая изученность территории расположения Среднеуральского медеплавильного комбината

Поверхностные воды. Среднеуральский медеплавильный завод осуществляет забор воды из р. Чусовой, расположенной к востоку от предприятия. Вода устьевого участка р. Ревды (левый приток р. Чусовой на 445 км от устья) в 2012 г. и 2014 г. соответствовала 3 классу качества разряда Б и характеризовалась как «очень загрязненная», в 2010-2011 гг. и 2013 г. вода соответствовала 4 классу качества разряда А («грязная»). Критические показатели загрязнения воды р. Ревды за последние 5 лет, в основном, не отмечены, в 2010-2011 гг. число КПЗ=1 (марганец). В 2014 г. был отмечен 1 случай высокого загрязнения органическими веществами по БПК₅ в р.

Чусовой. Ниже по течению р. Чусовой в створе 1,7 км ниже г. Первоуральска качество воды осталось на уровне 2013 г. и соответствовало 5 классу, вода «экстремально грязная», в створе 17 км ниже г. Первоуральска (ниже р.п. Билимбай) качество воды незначительно улучшается до 4 класса разряда В (в 2013 г. – 4 класса разряда Г), вода «очень грязная». В 2013 г. критическими показателями загрязнения воды в створе 1,7 км ниже г. Первоуральска являлись: азот аммонийный, медь, марганец и хром шестивалентный, в 2014 г. в перечень КПЗ включен также цинк. В 2009 году было проведено исследование химического состава, при использовании химических методов определения качества воды получен объем информации о состоянии вод р. Чусовой в районе влияния Первоуральско–Ревдинского промышленного центра (табл. 2). Исследование показало, что в связи с превышением САНПИНа по содержанию в воде железа, аммиака, нитратов состояние воды считается неудовлетворительным [50].

Таблица – 2. Показатели загрязнения воды в реке Чусовой в течение 2009 года вблизи Первоуральско-Ревдинского промышленного узла [50]

Показатели	Время проведения исследований				
	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал	САНПИН № 2.1.4.559-96
рН	7,50	7,40	6,0	6,5	6-9
Взвешенные вещества, мг/л	68,2	150,0	47,4	60,8	
Жесткость, град.	17,0	17,6	6,70	1,80	8-12
Калий, мг/л	17,0	38,1	66,6	19,0	
Марганец, мг/л	13,3	50,0	40,5	22,4	0,5
Железо, мг/л	0,34	0,80	0,6	0,44	0,3
Сульфаты, мг/л	1,20	15,4	84,8	16,4	до 500
Аммиак, мг/л	0,04	0,20	1,50	0,18	0,04
Нитраты, мг/л	6,20	9,20	41,9	3,80	45
Нитриты, мг/л	0,02	0,04	0,32	0,03	0,03
Фтор, мг/л	0,17	0,15	0,3	0,21	1,5
Нефтепродукты, мг/л	0,10	0,20	0,20	0,21	0,1
Медь, мг/л	0,03	0,04	0,03	0,06	1,0
Хлор, мг/л	20,8	48,4	42,6	8,90	0,2-0,5

Подземные воды. Согласно данным государственного мониторинга состояния природных сред, в городском округе Ревда отмечается несоответствие качества подземных вод по таким показателям, как содержание железа, общая жесткость и содержание кремния. В городском округе Первоуральск отмечается сходная ситуация, помимо этого, добавляется повышенное содержание магния [51].

3. Методика и методы анализа данных

3.1. Методика отбора проб и пробоподготовка биологического материала

Пробы биологического материала отбирались в период с 2005 – 2013 гг. [52]. В качестве модельного объекта использовали рыжую полевку (*Clethrionomys glareolus*). Животных отлавливали в течение бесснежного периода одновременно на всех участках при помощи ловушек типа «давилка», методом ловушко-линий, который является универсальным методом отбора мелких млекопитающих. Пробы отбирались в зоне действия Среднеуральского медеплавильного завода на трех участках (рис.8, 9). Всего было отобрано 20 особей рыжих полевков.

1. Импактная зона – наиболее приближенная к предприятию территория на 1-2 км;
2. Буферная зона – участки, находящиеся в удалении от СУМЗа на расстоянии 4-7км;
3. Контрольная зона – условно фоновая территория, располагающая на расстоянии 30 км от предприятия.



Рисунок 8. Карта отбора проб биологического материала Рыжей полевки на территориях, приближенных к Среднеуральскому медеплавильному комбинату – 1- импактная, 2 – буферная зоны (масштаб 1:50000) [53]



Рисунок 9. Карта отбора проб биологического материала Рыжей полевки на территориях, приближенных к Среднеуральскому медеплавильному комбинату – 1- импактная, 2 – буферная зоны, 3 – контрольная зона (масштаб 1:200000) [35]

Суть методики пробоподготовки заключается в высушивании и последующем измельчении проб, с последующим озолением.

Общая схема обработки и анализа проб биоматериала приведена на рисунке 10.



Рисунок 10. Схема обработки и анализа проб методом ИНАА [10]

Озоление проб проводится в лабораторных условиях в специальных муфельных печах при температуре 600° С. Последние позволяют выдерживать определенный температурный режим, что резко увеличивает производительность работ при улучшении качества. Озоление можно

проводить в фарфоровых и металлических тиглях, предварительно установив, что данные тигли не вызывают загрязнения проб.

Показателем полного озоления является появление равномерной окраски золы (от белой до пепельно-серой и коричневой) и отсутствие черных углей.

В анализе использовали эмбрионы (и плаценты) на поздних стадиях беременности (18-20 дней), а также печень материнских особей. Для определения элементного состава образцов использовали инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА), который позволяет определять содержание большого числа элементов (Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, As, Se, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, Th, U) в широком диапазоне (от $n \cdot 1\%$ до $n \cdot 10^{-6}\%$). Преимущества использования данного метода для исследования биологических объектов представлены в работах различных авторов (Кист, 1964, 1969; Бояркина и др., 1980; Дубинская и др., 1967, 1980; Коробенкова и др., 1980; Кист и др., 1980; Колесник и др., 1987; Жук и др., 1990; и др.). Анализ выполнен согласно инструкции НСАМ ВИМС № 410-ЯФ с облучением тепловыми нейтронами на исследовательском реакторе ИРТ-Т в лаборатории ядерно-геохимических методов исследований Томского политехнического университета.

3.2. Инструментальный нейтронно-активационный анализ

Техногенное воздействие на организм носит комплексный характер и отличается многофакторным воздействием, поэтому большое значение имеет выбор анализа, позволяющего охватить большое количество элементов. Следует также учитывать специфику пробоподготовки материала, точность определения, распространенность метода и применимость для других сред. Всем этим требованиям отвечает современный высокочувствительный вид анализа – инструментальный нейтронно-активационный (ИНАА), который был реализован в ядерно-геохимической лаборатории на базе

исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета. Для своего проведения, он требует довольно сложного оборудования, однако принцип его очень прост.

Пробоподготовка для ИНАА проходит быстро в несколько этапов: берется упаковка из алюминиевой фольги (размер 3 см х 3 см), предварительно обработанной спиртом, пинцетом формируется пакетик, далее на электронных весах определяется вес фольги (мг), на пакетике проставляется шифр пробы, пробу насыпаем в пакетики на электронных весах определяется вес пробы (в идеале – 100 мг) и общий вес.

Далее образец подвергается бомбардировке нейтронами, в результате чего образуются элементы с радиоактивными изотопами, обладающими коротким периодом полураспада. Радиоактивное излучение и радиоактивный распад хорошо известны для каждого элемента. Используя эту информацию, изучаются спектры излучения радиоактивного образца и определяется в нём концентрации элементов.

Аналитический сигнал снимается с ядер химических элементов, ввиду этого химическое и физическое состояние пробы не влияет на результат анализа. Влияние изменения состава матрицы пробы определяется лишь интерферирующими и нейтронно-поглощающими элементами содержания химических элементов. Плотность потока тепловых нейтронов в канале облучения составляла $2 \cdot 10^{13}$ нейтр./см²*с. Продолжительность облучения проб до 20 часов. Измерение производилось на многоканальном анализаторе импульсов АМА 02Ф с полупроводниковым Ge-Li детектором ДГДК-63А.

Предел обнаружения элементов в зависимости от их активационных свойств и состава матрицы анализируемой пробы в основном колеблется от $n \cdot 1$ до $n \cdot 10^{-6}$ %. Нижние пределы определения содержания элементов в природных средах приведены в таблице 3 [54].

Таблица 3 – Нижние пределы определения содержания элементов в природных средах методом ИНАА [54]

Элемент	Предел, мг/кг	Элемент	Предел, мг/кг	Элемент	Предел, мг/кг
Na	20	Ba	3	Sr	1
Ca	300	La	0,007	Ag	0,02
Sc	0,002	Ce	0,01	Cs	0,3
Cr	0,1	Sm	0,09	Sb	0,007
Fe	10	Eu	0,001	Au	0.002
Co	0,1	Tb	0,001	Th	0.01
Ni	20	Yb	0,05	U	0.01
Zn	2	Lu	0,01	Br	0.3
Rb	0,6	Hf	0,01		
As	1	Ta	0,05		

Метод ИНАА используется для аттестации стандартных образцов состава (СОС) как отечественных, так и зарубежных (МАГАТЭ, Германия, Япония, Индия и др.).

Инструментальный нейтронно-активационный анализ обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами. В данном методе отсутствует химическая подготовка пробы, что исключает погрешности за счет привноса или удаления элементов вместе с реактивами.

Данным методом было проанализировано 20 проб биологического материала мелких млекопитающих за период с 2005-2013 гг., отобранные сотрудниками Института экологии растений и животных УрО РАН при участии автора. Полученные данные послужили материалом для написания данной работы.

3.3. Методика статистической обработки геохимической информации

Автором работы проводился сравнительный статистический анализ данных по содержанию химических элементов в пробах биологического

материала мелких млекопитающих в зоне влияния СУМЗа (г. Ревда) в период с 2005 по 2013 гг. Для достижения данной цели выполнялась обработка базы данных, где в качестве исходного материала использовались совокупности значений содержания по 28 элементам в биологическом материала мелких млекопитающих (данные нейтронно-активационного анализа) с помощью компьютерной программы Statistica 8.0. и Excel.

Оценка проводилась по следующим параметрам: проверка принадлежности максимальных значений к выборочной совокупности, оценка числовых характеристик содержаний химических элементов в биологическом материала мелких млекопитающих каждого исследуемого района, оценка соответствия распределения химических элементов гипотезе нормального закона распределения по результатам тестов Лиллиефорса и Колмогорова-Смирнова, оценка характера и силы взаимосвязи между химическими элементами на изучаемой территории по критерию Пирсона и факторный анализ методом главных компонент дисперсий геохимического спектра.

В таблице 4 показаны результаты проверки принадлежности крайних и максимальных значений к выборочной совокупности учетных площадок, заложенных на различном удалении от источника выброса.

Из проб в выборке, относящейся к буферной зоне (6-7 км от города) к выборочной совокупности не принадлежат максимальные значения большинства (21) химических элементов, что свидетельствует о том, что распределение данных химических элементов происходит согласно логарифмически нормальному закону распределения. Сходная ситуация отмечается на фоновом участке (27-30 км от города) (26). Анализ проб, принадлежащих к выборке из импактной зоны показал, что к выборочной совокупности не принадлежат максимальные значения серебра, церия, неодима, самария и урана.

В итоге была произведена замена ураганных значений содержания элементов на расчетные максимальные значения, удовлетворяющие критерию проверки (табл. 4).

Таблица 4. Проверка принадлежности крайних и максимальных значений к выборочной совокупности Свердловской области, г. Ревда.

Буферная зона							
X/э	Ca	Sc	Cr	Fe	Co	As	Sr
Max	1,71	0,05	34,45	0,41	2,33	4,07	79,74
X _{max}	1,15	0,04	30,65	0,36	2,15	3,00	58,97
X/э	Ag	Cs	Ba	La	Ce	Nd	Sm
Max	0,69	1,06	23,54	0,49	4,06	3,26	1,70
X _{max}	0,65	0,74	22,25	0,38	2,76	2,74	0,88
X/э	Eu	Tb	Hf	Ta	Au	Th	U
Max	0,13	0,19	0,27	0,07	0,02	0,17	0,62
X _{max}	0,08	0,11	0,19	0,06	0,01	0,12	0,48
Импактная зона							
X/э	Ag	Ce	Nd	Sm	U		
Max	1,03	2,27	1,79	0,75	0,79		
X _{max}	0,80	1,74	1,54	0,58	0,70		
Фоновая зона							
X/э	Na	Ca	Sc	Cr	Fe	Co	Zn
Max	3,68	2,77	0,09	42,39	0,79	2,35	339,65
X _{max}	3,25	1,32	0,04	39,79	0,45	1,67	225,48
X/э	As	Br	Sr	Ag	Sb	Ba	La
Max	69,27	73,71	65,43	1,47	1,71	32,08	1,04
X _{max}	33,73	71,14	42,82	1,01	0,79	29,19	0,62
X/э	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu
Max	3,83	5,54	0,54	0,24	0,16	0,20	0,04
X _{max}	3,01	4,12	0,34	0,14	0,10	0,43	0,03
X/э	Hf	Ta	Au	Th	U		
Max	0,19	0,13	0,08	1,06	1,35		
X _{max}	0,15	0,09	0,03	0,42	0,93		

Из различной принадлежности химических элементов вытекает необходимость дифференцированного подхода к статистическому анализу данных, элементы с нормальным законом распределения стоит анализировать с применением параметрического анализа, а те, что подчиняются логарифмически нормальному закону – не параметрическому анализу.

Таблица 5. Гипотеза распределения, импактной зоны

X/э	Skewness	Kurtosis	Kolmogorov-Smirnov	Lilliefors	Итог
1	2	3	4	5	6
Na	0,1	-2,3	+	-	+
Ca	2,2	-4,2	-	-	+
Sc	-1246,1	3759,9	-	-	-
Cr	0,4	-0,9	-	-	-
Fe	-0,3	-14,0	+	-	+
Co	3,9	1,5	+	-	+
Zn	0,01	-0,1	+	-	+
As	1,1	-0,4	+	-	+
Br	0,01	0,01	+	-	+
Rb	-0,2	0,2	+	-	+
Sr	-0,5	0,7	-	-	-
Ag	15,6	60,3	-	-	-
Sb	0,1	-15,0	+	-	+
Cs	19,5	-68,7	+	-	+
Ba	-0,1	0,2	-	-	-
La	-0,7	-10,2	+	-	+
Ce	6,9	26,7	-	-	-
Nd	6,8	24,2	-	-	-
Sm	21,5	80,7	-	-	-
Eu	205,9	42,8	+	-	+
Tb	-84,8	-106,0	-	-	-
Yb	-0,3	-23,2	-	-	-
Lu	-242,1	-272,7	-	-	-
Hf	219,0	898,8	-	-	-
Ta	80,2	151,7	-	-	-
Au	-1710,8	-473,5	-	-	-
Th	-110	166,2	-	-	-
U	13,5	34,4	-	-	-

Среди проб импактной зоны нормальному закону распределения подчиняются такие химические элементы, как натрий, кальций, железо, кобальт, цинк, мышьяк, бром, рубидий, олово, цезий, лантан, европий, и не подчиняются: скандий, хром, стронций, серебро, барий, церий, неодим, самарий, тербий, иттербий, лютеций, гафний, тантал, торий, уран.

Таблица 6. Гипотеза распределения, буферной зоны

X/э	Skewness	Kurtosis	Kolmogorov-Smirnov	Lilliefors	Итог
1	2	3	4	5	6
Na	1,5	1,5	-	-	-

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6
Ca	10,4	36,7	-	-	-
Sc	253,9	642,6	-	-	-
Cr	0,3	0,7	-	-	-
Fe	13,8	19,9	-	-	-
Co	3,6	5,6	-	-	-
Zn	0,01	0,01	-	-	-
As	3,6	14,4	-	-	-
Br	0,02	-0,03	+	-	+
Rb	0,01	-0,1	+	-	+
Sr	0,4	1,6	-	-	-
Ag	11,1	14,5	-	-	-
Sb	4,6	-9,2	-	-	-
Cs	14,7	52,4	-	-	-
Ba	0,01	0,6	-	-	-
La	23,0	83,3	-	-	-
Ce	5	19,9	-	-	-
Nd	3,5	8,3	-	-	-
Sm	23,5	148,1	-	-	-
Eu	180,6	782,6	-	-	-
Tb	136,7	696,9	-	-	-
Yb	-6	-19,2	-	-	-
Lu	-20,6	-366,5	-	-	-
Hf	63,4	229,2	-	-	-
Ta	114,4	290,9	-	-	-
Au	2443,4	17332,8	-	-	-
Th	115,7	600,4	-	-	-
U	22	68,3	-	-	-

Выборка, принадлежащая буферной зоне характеризуется тем, что к нормальному закону распределения принадлежат только рубидий и бром.

Таблица 7. Гипотеза распределения, контрольной зоны

X/э	Skewness	Kurtosis	Kolmogorov-Smirnov	Lilliefors	Итог
1	2	3	4	5	6
Na	1,8	3,9	+	-	+
Ca	16,2	113,5	-	-	-
Sc	567,5	3895,3	-	-	-
Cr	0,2	0,4	-	-	-
Fe	32,7	174,3	-	-	-
Co	7	26,9	-	-	-
Zn	0,1	0,4	-	-	-
As	0,7	5,0	-	-	-
Br	0,1	0,1	-	-	-

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6
Rb	0,02	0,0	+	-	+
Sr	0,6	4,5	-	-	-
Ag	15,0	59,8	-	-	-
Sb	28,2	217,9	-	-	-
Cs	15,3	21,5	-	-	-
Ba	0,2	0,7	-	-	-
La	33,1	176,8	-	-	-
Ce	3,9	12,2	-	-	-
Nd	3,2	10,9	-	-	-
Sm	46	217,9	-	-	-
Eu	142,2	813,0	-	-	-
Tb	126,5	542,7	-	-	-
Yb	-8,0	-17,4	-	-	-
Lu	356,2	1545,3	-	-	-
Hf	64,4	170,3	-	-	-
Ta	169,8	731,4	-	-	-
Au	991,5	8685,1	-	-	-
Th	91,0	896,4	-	-	-
U	13,2	46,4	-	-	-

На территории контрольной зоны нормальному закону распределения подчиняются натрий и рубидий (табл. 7).

Можно отметить рубидий, который подчиняется нормальному закону распределения в каждой из выборок. Статистическое распределение элементов показывает, что на территории исследуемых участков наблюдается ненормальное распределение практически всех изученных элементов. О наличии участков с явными аномальными значениями свидетельствуют такие показатели, как стандартное отклонение, коэффициент вариации.

3.4. Сравнительный анализ числовых характеристик содержания химических элементов в биологическом материале Полевки рыжей (*Myodes glareolus*) в зоне техногенеза

Высокая специфичность биологического материала, и то, что большинство исследуемых проб подчиняется ненормальному закону

распределения, обуславливает необходимость применения непараметрического критерия для проверки равенства средних среди нескольких выборок. В данной работе были использованы ранговый критерий Краскела-Уоллиса и медианный тест.

Критерий Краскела-Уоллиса - это непараметрическая альтернатива одномерному (межгрупповому) дисперсионному анализу. Он используется для сравнения трех или более выборок, и проверяет нулевые гипотезы, согласно которым различные выборки были взяты из одного и того же распределения, или из распределений с одинаковыми медианами [55].

Результаты проведенного статистического анализа выборок критерием Краскелла-Уоллиса, показали, что средние значение выборок по содержанию химических элементов в биологическом материале мелких млекопитающих значимы ($p < 0,0005$) для таких химических элементов, как Na, Ca, Cr, Fe, Co, Zn, Br, Rb, Ag, Sb, Ba, La, Ce, Sm, Eu, Tb, Hf, Ta, Th (рис.11-12.).

Результаты анализа выборок медианным тестом показали значимость различий средних выборок для U, Au (рис.13.).

Для таких элементов, как As, Ba, Ag, Sm, Tb разница между средними значениями в выборке незначима.

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Na (Spreadsheet58) Independent (grouping) variable: субстрат Kruskal-Wallis test: H (2, N= 178) =115,8866 p =0,000				Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Ca (Spreadsheet58) Independent (grouping) variable: субстрат Kruskal-Wallis test: H (2, N= 178) =26,63423 p =,0000			
Depend.: Na	Code	Valid N	Sum of Ranks	Depend.: Ca	Code	Valid N	Sum of Ranks
плацента	102	79	5260,00	плацента	102	79	6101,500
эмбрион	103	79	10444,00	эмбрион	103	79	8727,500
печень	104	20	227,00	печень	104	20	1102,000

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Sb (Spreadsheet58) Independent (grouping) variable: субстрат Kruskal-Wallis test: H (2, N= 178) =38,14326 p =,0000				Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Fe (Spreadsheet58) Independent (grouping) variable: субстрат Kruskal-Wallis test: H (2, N= 178) =52,28780 p =,0000			
Depend.: Sb	Code	Valid N	Sum of Ranks	Depend.: Fe	Code	Valid N	Sum of Ranks
плацента	102	79	6519,000	плацента	102	79	7317,500
эмбрион	103	79	6313,000	эмбрион	103	79	5409,000
печень	104	20	3099,000	печень	104	20	3204,500

Рисунок 11. Результаты рангового дисперсионного анализа СУБСТРАТ по тесту Краскелла-Уоллиса

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Cr (Spreadsheet58) Independent (grouping) variable: субстрат Kruskal-Wallis test: H (2, N= 178) =34,71473 p = ,0000			
Depend.: Cr	Code	Valid N	Sum of Ranks
плацента	102	79	7672,500
эмбрион	103	79	5530,500
печень	104	20	2728,000

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Br (Spreadsheet58) Independent (grouping) variable: субстрат Kruskal-Wallis test: H (2, N= 178) =34,08519 p = ,0000			
Depend.: Br	Code	Valid N	Sum of Ranks
плацента	102	79	6507,000
эмбрион	103	79	8673,000
печень	104	20	751,000

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Zn (Spreadsheet58) Independent (grouping) variable: субстрат Kruskal-Wallis test: H (2, N= 178) =31,43140 p = ,0000			
Depend.: Zn	Code	Valid N	Sum of Ranks
плацента	102	79	5670,000
эмбрион	103	79	7401,000
печень	104	20	2860,000

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Rb (Spreadsheet58) Independent (grouping) variable: субстрат Kruskal-Wallis test: H (2, N= 178) =31,04720 p = ,0000			
Depend.: Rb	Code	Valid N	Sum of Ranks
плацента	102	79	8409,000
эмбрион	103	79	5187,000
печень	104	20	2335,000

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; La (Spreadsheet58) Independent (grouping) variable: субстрат Kruskal-Wallis test: H (2, N= 178) =28,36186 p = ,0000			
Depend.: La	Code	Valid N	Sum of Ranks
плацента	102	79	6234,000
эмбрион	103	79	6785,000
печень	104	20	2912,000

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Ce (Spreadsheet58) Independent (grouping) variable: субстрат Kruskal-Wallis test: H (2, N= 178) =27,93846 p = ,0000			
Depend.: Ce	Code	Valid N	Sum of Ranks
плацента	102	79	6726,000
эмбрион	103	79	6349,000
печень	104	20	2856,000

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Eu (Spreadsheet58) Independent (grouping) variable: субстрат Kruskal-Wallis test: H (2, N= 178) =56,13309 p = ,0000			
Depend.: Eu	Code	Valid N	Sum of Ranks
плацента	102	79	9441,000
эмбрион	103	79	5749,000
печень	104	20	741,000

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Hf (Spreadsheet58) Independent (grouping) variable: субстрат Kruskal-Wallis test: H (2, N= 178) =5,615111 p = ,0000			
Depend.: Hf	Code	Valid N	Sum of Ranks
плацента	102	79	7778,500
эмбрион	103	79	6622,500
печень	104	20	1530,000

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Th (Spreadsheet58) Independent (grouping) variable: субстрат Kruskal-Wallis test: H (2, N= 178) =19,67141 p = ,0001			
Depend.: Th	Code	Valid N	Sum of Ranks
плацента	102	79	7757,000
эмбрион	103	79	7265,000
печень	104	20	909,000

Рисунок 12. Результаты рангового дисперсионного анализа СУБСТРАТ по тесту Краскела-Уоллиса

Median Test, Overall Median = ,002000; Au (Spreadsheet58) Independent (grouping) variable: субстрат Chi-Square = 16,51657 df = 2 p = ,0003				
Dependent: Au	плацента	эмбрион	печень	Total
<= Median: observed	76,00000	59,00000	14,00000	149,00000
expected	66,12921	66,12921	16,74157	
obs.-exp.	9,87079	-7,12921	-2,74157	
> Median: observed	3,00000	20,00000	6,00000	29,00000
expected	12,87079	12,87079	3,25843	
obs.-exp.	-9,87079	7,12921	2,74157	
Total: observed	79,00000	79,00000	20,00000	178,00000

Median Test, Overall Median = ,100000; U (Spreadsheet58) Independent (grouping) variable: субстрат Chi-Square = 5,939255 df = 2 p = ,0513				
Dependent: U	плацента	эмбрион	печень	Total
<= Median: observed	40,00000	55,00000	12,00000	107,00000
expected	47,48876	47,48876	12,02247	
obs.-exp.	-7,48876	7,51124	-0,02247	
> Median: observed	39,00000	24,00000	8,00000	71,00000
expected	31,51124	31,51124	7,97753	
obs.-exp.	7,48876	-7,51124	0,02247	
Total: observed	79,00000	79,00000	20,00000	178,00000

Рисунок 13. Результаты рангового дисперсионного анализа СУБСТРАТ по медианному тесту

Полученные результаты позволяют корректно сравнивать выборки химических элементов между собой, а также являются обоснованием для использования непараметрического анализа.

3.5. Уровни накопления и особенности распределения химических элементов в биологическом материале Полевки рыжей (*Myodes glareolus*) в зоне техногенеза

Всего было отобрано 20 женских особей мелких млекопитающих - полевок *Myodes glareolus*, всего проб биологического материала за весь период исследования 178. Биологический материал, как индикатор концентрирования химических элементов обладает специфическими свойствами, и большую роль в накоплении химических элементов играет биологическая роль органа в организме, например, печень, как основной фильтр организма и плацента, как мощнейший физиологический барьер будут концентрировать больше, нежели эмбрион. Однако, для построения нового организма, необходим ряд эссенциальных элементов, таких как натрий, кальций, железо, цинк, что предполагает их усиленное накопление. Эти факторы влияют на однородность каждой выборки, в которые входят пробы каждого биологического материала, в разных количествах.

Таблица 8. Числовые характеристики содержаний химических элементов в биологическом материале мелких млекопитающих (печень) на территории импактной зоны, мг/кг

X/э	X	δ	median	mode	S	D	E	A	min	max	V,%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na	4246	252,1	4388,8	#Н/Д	712,92	508249,7	1,3	-0,9	2862	5198	6
Ca	753	468,7	253,8	100	1325,6	1757253	7,5	2,7	100	3999	62
Sc	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
Cr	3,8	0,5	3,2	#Н/Д	1,4	1,9	1,5	1,4	2,4	6,5	13
Fe	1940	297	2038	#Н/Д	839,2	704292,5	3,9	-1,7	90	2872,4	15
Co	0,5	0,1	0,5	#Н/Д	0,2	0,02	4,7	2,1	0,4	0,8	11
Zn	106,2	4,4	105,7	#Н/Д	12,4	153,6	-0,2	0,6	91,2	128,4	4
As	0,9	0,1	1	1	0,4	0,2	2,7	-1,4	0,1	1,4	15
Br	16,6	3	15,6	#Н/Д	8,6	73,1	2,3	1,2	6,3	34,1	18
Rb	41,4	7,3	44,12	#Н/Д	20,7	427,5	0,03	-0,1	11,7	75,3	18
Sr	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
Ag	0,07	0,01	0,08	0,1	0,04	0,002	-1,8	-0,01	0,02	0,1	21
Sb	0,3	0,03	0,3	#Н/Д	0,07	0,01	0,8	0,3	0,2	0,4	9
Cs	0,08	0,02	0,07	#Н/Д	0,05	0	-1,72	-0,05	0,005	0,1	23
Ba	6,5	1,5	8,2	10	4,13	17,07	-1,55	-0,6	0,002	10	22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
La	0,2	0,02	0,2	#Н/Д	0,06	0	0,7	0,5	0,1	0,3	11
Ce	1,3	0,4	0,9	#Н/Д	1,2	1,5	2,4	1,5	0,2	3,8	34
Nd	0,3	0,1	0,4	0,5	0,22	0,05	-2,01	-0,6	0,001	0,5	25
Sm	0,2	0,06	0,09	0,09	0,18	0,03	6,1	2,4	0,02	0,57	42
Eu	0,004	0,001	0,003	0,003	0,002	0,000003	-0,4	1,2	0,003	0,01	16
Tb	0,01	0,002	0,02	0,02	0,01	0,00005	-1,5	-0,6	0,003	0,02	17
Yb	0,08	0,03	0,02	0,2	0,1	0,01	-2,2	0,6	0,004	0,2	42
Lu	0,005	0,001	0,004	0,01	0,004	0,00001	-0,6	0,7	0,0002	0,01	27
Hf	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
Ta	0,004	0,001	0,003	#Н/Д	0,004	0,00002	-0,5	0,8	0,0004	0,01	33
Au	0,002	0,0002	0,002	0,002	0,001	0,0000005	-0,6	-0,4	0,001	0,003	13
Th	0,02	0,01	0,01	0,04	0,02	0,001	-2,2	0,6	0,01	0,04	25
U	0,1	0,02	0,1	0,1	0,06	0,001	0,8	0,1	0,003	0,21	21

Примечания: X – среднее содержание; δ - стандартная ошибка; min – минимум; max – максимум; S – стандартное отклонение; V, % - коэффициент вариации; E – эксцесс; A- асимметричность; D – дисперсия; median – медиана, mode – мода, Н/о – ниже предела обнаружения, #Н/Д – не достаточно данных.

Большинство элементов характеризуется однородным распределением, т.е. $V < 50\%$, также наблюдается и дифференцированное распределение - $V > 50\%$, только у эссенциального элемента Са ($V=62\%$).

Таблица 9. Числовые характеристики содержаний химических элементов в биологическом материале мелких млекопитающих (печень) на территории буферной зоны, мг/кг

X/э	X	δ	median	mode	S	D	E	A	min	max	V, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na	4307	718	4750	#Н/Д	1899	3607808	4	-2	391	6172	44
Ca	369	76	393	#Н/Д	200	40090	1	0	48	692	54
Sc	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
Cr	3,3	0,28	3	#Н/Д	0,8	0,6	5,8	2,3	2,8	5	22
Fe	2310	448	2570	#Н/Д	1186	1405435	3	-1	90	4050	51
Co	0,5	0,03	0,4	#Н/Д	0,07	0,01	5,5	2,3	0,4	0,6	16
Zn	121	7	123	#Н/Д	19	359	0,04	-0,1	91	149	16
As	0,8	0,2	1	1	0,5	0,21	-0,7	-0,5	0,05	1,4	59
Br	19,99	3,0	18,8	#Н/Д	7,9	61,6	1,6	0,6	8,6	34,1	39
Rb	37,3	7,2	43,9	#Н/Д	19,1	366,2	-0,4	-0,7	5,5	60,1	51
Sr	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
Ag	0,1	0,02	0,1	#Н/Д	0,05	0,002	-1,7	-0,5	0,003	0,1	65
Sb	0,3	0,01	0,3	#Н/Д	0,03	0,001	-1,3	-0,2	0,3	0,3	11
Cs	0,2	0,08	0,13	#Н/Д	0,2	0,04	3,9	1,9	0,005	0,6	113
Ba	3,6	1,7	2,3	10	4,5	19,9	-1	1,03	0,002	10	123
La	0,2	0,02	0,2	#Н/Д	0,04	0,002	0,4	-0,5	0,1	0,2	24
Ce	0,8	0,3	0,5	#Н/Д	0,7	0,4	-0,3	0,8	0,1	1,9	82
Nd	0,5	0,1	0,5	0,5	0,3	0,1	1,6	-0,8	0	0,9	54

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sm	0,3	0,1	0,09	0,09	0,27	0,07	-1,1	0,9	0,09	0,7	93
Eu	0,003	0,0004	0,003	#Н/Д	0,001	0,000001	5,2	2,2	0,002	0,01	31
Tb	0,01	0,003	0,01	0,02	0,01	0,0001	-1,51	0,1	0,002	0,02	66
Yb	0,2	0,03	0,2	0,2	0,07	0,01	7	-2,7	0,01	0,2	42
Lu	0,003	0,001	0,001	#Н/Д	0	0,00001	1,52	1,4	0,0004	0,01	107
Hf	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,0002	1,85	1,6	0,001	0,05	98
Ta	0,01	0,00000	0,02	0,02	0,01	0,0001	-0,3	-1,0	0,0005	0,02	56
Au	0,002	0,0003	0,002	0,002	0,0007	0,000001	2,7	-0,7	0,0004	0	41
Th	0,03	0,01	0,04	0,04	0,02	0,0003	-2,6	-0,4	0,01	0,04	61
U	0,1	0,02	0,1	0,1	0,06	0,004	6,87	2,62	0,1	0,27	50

Примечания: X – среднее содержание; δ - стандартная ошибка; min – минимум; max – максимум; S – стандартное отклонение; V, % - коэффициент вариации; E – эксцесс; A- асимметричность; D – дисперсия; median – медиана, mode – мода, Н/о – ниже предела обнаружения, #Н/Д – не достаточно данных..

На территории буферной зоны, руководствуясь полученными значениями коэффициента вариации, химические элементы, возможно, поделить на три группы:

1 группа элементов <50% - поле значений однородное: Na, Cr, Co, Zn, Br, Sb, La, Eu, Yb, Au, U.

2 группа элементов от 50 – 100% - поле значений дифференцированное: Ca, Fe, Rb, Ag, Ce, Nd, Sm, Tb, Hf, Ta, Th.

3 группа элементов >100% - поле значений сильно дифференцированное: Cs, Ba, Lu.

Таблица 10. Числовые характеристики содержаний химических элементов в биологическом материале мелких млекопитающих (печень) на территории контрольной зоны, мг/кг

X/э	X	δ	median	mode	S	D	E	A	min	max	V, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na	4618	342	4595	#Н/Д	1529	2338283	3	-1	391	8003	33
Ca	555	192	338	100	857	734450	15	4	48	3999	154
Sc	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
Cr	3	0	3	#Н/Д	1,0	0,9	7,2	2,5	2,4	6,5	29
Fe	2303	208	2146	#Н/Д	930	864974	3	1	90	4773	40
Co	0,5	0,02	0,4	#Н/Д	0,11	0,01	6,57	2,37	0,36	0,84	24
Zn	112	3,4	111	#Н/Д	15,3	234	0,6	0,5	85,5	149	14

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
As	0,83	0,09	1,00	1,00	0,4	0,2	-0,2	-1,0	0,01	1,4	50
Br	14,2	1,7	15,0	#Н/Д	7,7	58,5	1	0,7	2,3	34,1	54
Rb	37	3,9	36,5	#Н/Д	17,4	304	-0,1	0,2	5,5	75,3	47
Sr	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
Ag	0,1	0,02	0,1	0,1	0,1	0,005	9	2,5	0,003	0,3	84
Sb	0,3	0,01	0,3	#Н/Д	0,1	0,003	2	0,6	0,2	0,4	18
Cs	0,1	0,03	0,1	#Н/Д	0,1	0,02	5,1	2,2	0,005	0,6	119
Ba	5,9	0,9	6,5	10	4,2	17,5	-1,8	-0,2	0,002	10	71
La	0,2	0,01	0,2	#Н/Д	0,05	0,003	0,9	0,03	0,07	0,29	28
Ce	0,9	0,2	0,6	#Н/Д	0,8	0,7	8,0	2,5	0,1	3,83	93
Nd	0,4	0,1	0,5	0,5	0,2	0,1	-0,2	-0,3	0,0	0,8	55
Sm	0,2	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	2,2	1,8	0,0	0,7	109
Eu	0,004	0,0003	0,003	0,003	0,002	0,000002	-0,3	1,1	0,002	0,01	42
Tb	0,01	0,002	0,01	0,02	0,01	0,0001	-1,7	-0,1	0,001	0,02	62
Yb	0,13	0,02	0,2	0,2	0,09	0,01	-1,7	-0,7	0,003	0,20	68
Lu	0,005	0,001	0,004	0,01	0,004	0,00001	-1,5	0,3	0,0002	0,01	76
Hf	0,02	0,003	0,01	0,01	0,02	0,0002	3,3	1,9	0,001	0,06	92
Ta	0,01	0,002	0,01	0,02	0,01	0,0001	-1,2	0,5	0,0002	0,02	87
Au	0,002	0,0003	0,002	0,002	0,001	0,000002	5,2	1,8	0,0004	0,01	63
Th	0,02	0,004	0,01	0,04	0,02	0,0003	-1,9	0,21	0,001	0,04	79
U	0,1	0,02	0,10	0,10	0,07	0,01	2,2	1,30	0,003	0,32	57

Примечания: X – среднее содержание; δ - стандартная ошибка; min – минимум; max – максимум; S – стандартное отклонение; V, % - коэффициент вариации; E – эксцесс; A- асимметричность; D – дисперсия; median – медиана, mode – мода, #Н/Д – не достаточно данных.

На территории буферной зоны, руководствуясь полученными значениями коэффициента вариации, химические элементы, возможно, поделить на три группы:

1 группа элементов <50% - поле значений однородное: Na, Cr, Fe, Co, Zn, Rb, Sb, La, Eu.

2 группа элементов от 50 – 100% - поле значений дифференцированное: As, Br, Ag, Ba, Ce, Nd, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, Th, U.

3 группа элементов >100% - поле значений сильно дифференцированное: Ca, Cs, Sm.

Полученная в ходе статистической обработки данных информация позволила построить диаграмму содержаний химических элементов (рис.14.).

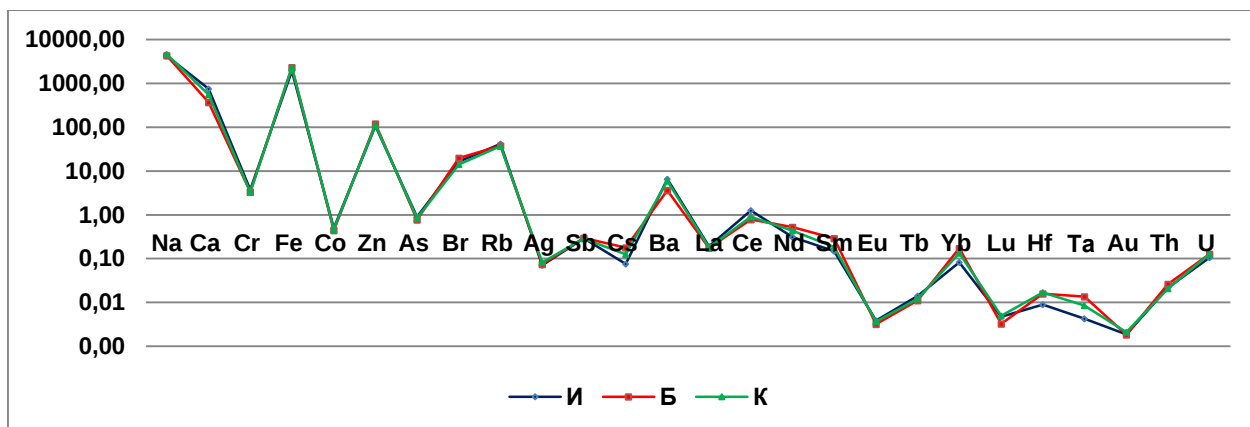


Рисунок 14. Диаграмма распределения химических элементов в печени мелких млекопитающих, мг/кг.

Примечание: И – импактная зона (1-2 км), Б – буферная зона (4-7 км), К – контрольная зона (30 км)

На диаграмме отражена специфика распределения химических элементов в печени мелких млекопитающих, обитающих на разных по удаленности от предприятия территориях. Пробы импактной зоны содержат в себе большее количество таких элементов, как Ca, Cr, Co, As, Rb, Ba, La, Ce, Ta. Химические элементы, преимущественно накапливающиеся в печени особой буферной зоны это: Fe, Zn, Br, Sb, Cs, Nd, Sm, Yb, Th. Биологический материал (печень), отобранные на территории контрольной зоны отличаются содержаниями: Na, Ag, Lu, Hf, U.

Далее был проведен статистический анализ содержания химических элементов в плаценте мелких млекопитающих на разных территориях пробоотбора (табл. 11, 12.).

Таблица 11. Числовые характеристики содержаний химических элементов в биологическом материале мелких млекопитающих (плацента) на территории импактной зоны, мг/кг

X/э	X	δ	median	mode	S	D	E	A	min	max	V, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na	8738	451	8349	#Н/Д	1276	1629913	4,7	2,1	7642	11650	15
Ca	899	213	818	#Н/Д	603	364571	0,8	1	318	2071	67
Sc	0,01	0,001	0,01	0,01	0,003	0,00001	2,1	-1,6	0,001	0,01	45
Cr	0,7	0,2	0,5	0,5	0,5	0,3	8	2,8	0,5	2,1	79
Fe	659	160	455	#Н/Д	453	205713	2,4	1,6	262,6	1618	69

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Co	0,9	0,06	0,9	#Н/Д	0,2	0,03	3,2	1,2	0,6	1,3	20
Zn	77,1	6,6	73,1	#Н/Д	18,7	348,5	1,6	1,3	57,1	114,9	24
As	0,7	0,8	0,6	#Н/Д	0,5	0,2	1,6	1,2	0,3	1,7	65
Br	30	3,4	31	#Н/Д	9,5	91,5	-2,5	0,02	21,1	41,9	31
Rb	10,1	0,8	10,7	#Н/Д	2,1	4,5	5,6	-2,2	5,1	12	21
Sr	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
Ag	0,3	0,1	0,2	#Н/Д	0,3	0,1	7,4	2,7	0,1	1,03	110
Sb	0,03	0,01	0,01	0,01	0,04	0,001	4,02	2,02	0,001	0,1	132
Cs	0,02	0,01	0,01	#Н/Д	0,02	0,0005	-1,4	0,7	0,001	0,06	92
Ba	8,8	1,8	10	10	5,1	26,1	0,9	-0,4	0,08	17,15	58
La	0,08	0,01	0,1	0,1	0,04	0,001	0,09	-1,5	0,02	0,10	45
Ce	0,2	0,06	0,1	0,1	0,8	0,03	5,01	2,2	0,01	0,55	108
Nd	0,5	0,09	0,5	0,50	0,25	0,06	3,17	-0,3	0,03	0,94	49
Sm	0,08	0,01	0,09	0,09	0,03	0,001	8	-2,8	0,003	0,09	39
Eu	0,01	0,002	0,01	#Н/Д	0,01	0,00004	-1,2	0,25	0,001	0,02	65
Tb	0,02	0,003	0,02	0,02	0,01	0,0001	0,3	-1,07	0,002	0,03	50
Yb	0,11	0,04	0,12	0,20	0,10	0,01	-2,7	-0,04	0,001	0,20	94
Lu	0,01	0,001	0,01	0,01	0,0035	0,00001	-1,2	-0,8	0,002	0,01	46
Hf	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,001	7,1	2,6	0,01	0,09	132
Ta	0,02	0,004	0,02	0,02	0,01	0,0001	0,6	0,7	0,004	0,04	58
Au	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
Th	0,03	0,01	0,04	0,04	0,02	0,0003	0,3	-0,6	0,002	0,06	51
U	0,2	0,08	0,2	0,1	0,23	0,05	6,7	2,5	0,1	0,8	102

Примечания: X – среднее содержание; δ - стандартная ошибка; min – минимум; max – максимум; S – стандартное отклонение; V, % - коэффициент вариации; E – эксцесс; A- асимметричность; D – дисперсия; median – медиана, mode – мода, Н/о – ниже предела обнаружения, #Н/Д – не достаточно данных.

На территории импактной зоны, руководствуясь полученными значениями коэффициента вариации, химические элементы в плаценте рыжей полевки, возможно поделить на три группы:

1 группа элементов <50% - поле значений однородное: Na, Sc, Co, Zn, Br, Rb, La, Nd, Sm, Lu.

2 группа элементов от 50 – 100% - поле значений дифференцированное: Ca, Cr, Fe, As, Cs, Ba, Eu, Yb, Ta, Th.

3 группа элементов >100% - поле значений сильно дифференцированное: Ag, Sb, Ce, Hf, U.

Таблица 12. Числовые характеристики содержаний химических элементов в биологическом материале мелких млекопитающих (плацента) на территории буферной зоны, мг/кг

X/э	X	δ	median	mode	S	D	E	A	min	max	V, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na	9555	333	9903	#Н/Д	1763	3109599	-1	0	6204	12749	18
Ca	722	101	686	100	535	285746	-1	0	100	1775	74
Sc	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
Cr	8	2,2	0,5	0,5	11	130	0,1	1,3	0,1	34	149
Fe	731	102	636	90	541	292932	-1,5	0,3	90	1628	74
Co	1	0,0	1	#Н/Д	0,2	0,1	-0,3	0,1	0,3	1	28
Zn	74	5	72	#Н/Д	28	783	1	-0,1	2	141	38
As	1,0	0,1	1	1	0,7	0,6	11,2	2,8	0,2	4,1	77
Br	36	2,7	40	#Н/Д	14	202	-1,1	-0,6	8,9	54,5	40
Rb	33	3	32	#Н/Д	16	258	-0,9	-0,2	5,1	60,9	48
Sr	22,1	2,6	20	20	14	186	12,9	3,4	6,2	79,7	62
Ag	0,2	0,02	0,1	0,1	0,13	0,02	0,04	1,1	0,03	0,5	75
Sb	0,1	0,02	0,04	0,01	0,1	0,01	-0,1	1,2	0,003	0,3	115
Cs	0,2	0,04	0,14	#Н/Д	0,24	0,06	5,6	2,1	0,01	1,1	114
Ba	10,1	0,7	10	10	3,81	14,48	6,9	0,8	0,5	23,5	38
La	0,1	0,02	0,1	0,1	0,09	0,01	8,9	2,6	0,004	0,5	81
Ce	0,2	0,03	0,1	0,1	0,15	0,02	6,8	2,37	0,003	0,7	89
Nd	0,8	0,2	0,5	0,5	0,8	0,7	2,3	1,7	0,001	3,3	101
Sm	0,06	0,01	0,09	0,09	0,04	0,002	-1,6	-0,6	0,0003	0,09	64
Eu	0,02	0,01	0,01	#Н/Д	0,03	0,001	6,7	2,5	0,002	0,1	128
Tb	0,03	0,01	0,02	0,02	0,04	0,001	11,2	3,1	0,001	0,2	121
Yb	0,08	0,02	0,02	0,2	0,09	0,01	-1,7	0,6	0,0002	0,2	111
Lu	0,01	0,001	0,01	0,01	0,004	0,00001	-1,5	-0,2	0,0002	0,01	58
Hf	0,04	0,01	0,02	0,01	0,05	0,003	9,8	2,8	0,0004	0,3	127
Ta	0,02	0,002	0,02	0,02	0,01	0,0002	3,1	1,4	0,0005	0,06	75
Au	0,002	0,0001	0,002	0,002	0,001	0,0000003	7,2	1,4	0,001	0,004	29
Th	0,05	0,01	0,04	0,04	0,03	0,0009	11,4	2,9	0,01	0,2	65
U	0,12	0,02	0,1	0,1	0,08	0,01	-0,6	0,6	0,01	0,3	70

Примечания: X – среднее содержание; δ - стандартная ошибка; min – минимум; max – максимум; S – стандартное отклонение; V, % - коэффициент вариации; E – эксцесс; A- асимметричность; D – дисперсия; median – медиана, mode – мода, #Н/Д – не достаточно данных.

На территории буферной зоны, руководствуясь полученными значениями коэффициента вариации, химические элементы в плаценте рыжей полевки, возможно поделить на три группы:

1 группа элементов <50% - поле значений однородное: Na, Co, Zn, Br, Rb, Ba, Au.

2 группа элементов от 50 – 100% - поле значений дифференцированное: Ca, Sc, Fe, As, Sr, Ag, La, Ce, Sm, Lu, Ta, Th, U.

3 группа элементов >100% - поле значений сильно дифференцированное: Cr, Sb, Cs, Nd, Eu, Tb, Yb, Hf.

Таблица 13. Числовые характеристики содержаний химических элементов в биологическом материале мелких млекопитающих (плацента) на территории контрольной зоны, мг/кг

X/э	X	δ	median	mode	S	D	E	A	min	max	V, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na	10676	353	10383	13477	2316	5365495	-0,1	1	6808	16870	22
Ca	905	146	678	100	958	916896	3	2	100	4453	106
Sc	0,01	0,002	0,01	0,01	0,01	0,0002	25	4,8	0,002	0,09	116
Cr	11	2	1,4	0,5	13,3	175,5	-0,5	0,9	0,1	42,4	121
Fe	933	187	779	90	1223	1495848	25	4	30	7869	131
Co	1	0,06	0,48	0,1	0,4	0,2	8,4	3	0,1	2	76
Zn	76	6	72	#Н/Д	42	1788	1,5	1,03	2	210	56
As	4	2	0,7	1	14	192	19	4,48	0,02	69	371
Br	22	2	19	#Н/Д	12	137	1	0,97	3,04	59	54
Rb	37	2	37	#Н/Д	13	168	0,3	-0,34	3	64	35
Sr	20	0,5	20	20	3	11	22	-1,43	3,6	33	16
Ag	0,1	0,01	0,1	0,1	0,1	0,01	3	1,61	0,01	0,5	75
Sb	0,1	0,04	0,05	0,01	0,26	0,07	32	5,34	0,01	2	203
Cs	0,1	0,02	0,1	#Н/Д	0,12	0,01	2	1,5	0,01	0,5	95
Ba	9,2	0,9	10	10	5,79	33,5	4	1,39	0,39	32	63
La	0,1	0,03	0,1	0,1	0,21	0,04	12	3,54	0,01	1	144
Ce	0,6	0,1	0,1	0,1	0,91	0,83	4	2,01	0,01	4	149
Nd	0,7	0,1	0,5	0,5	0,56	0,31	7	2,53	0,01	3	79
Sm	0,1	0,01	0,09	0,09	0,08	0,01	6	2,36	0,002	0,4	81
Eu	0,03	0,01	0,02	#Н/Д	0,05	0,002	13	3,56	0,004	0,2	150
Tb	0,03	0,004	0,02	0,02	0,03	0,001	15	3,26	0,001	0,2	96
Yb	0,14	0,01	0,2	0,2	0,09	0,01	-2	-0,69	0,001	0,2	66
Lu	0,01	0,001	0,01	0,01	0,01	0,00004	10	2,39	0,0001	0,04	72
Hf	0,03	0,01	0,01	0,01	0,04	0,002	5	2,22	0,002	0,2	126
Ta	0,02	0	0,02	0,02	0,02	0,001	16	3,8	0,002	0,1	107
Au	0,002	0,00002	0,002	0,002	0,0002	0,00000002	23	-4,51	0,001	0,002	8
Th	0,07	0,02	0,04	0,04	0,16	0,03	40	6,19	0,004	1,1	227
U	0,26	0,04	0,18	0,1	0,27	0,07	6	2,22	0,02	1,4	104

Примечания: X – среднее содержание; δ - стандартная ошибка; min – минимум; max – максимум; S – стандартное отклонение; V, % - коэффициент вариации; E – эксцесс; A- асимметричность; D – дисперсия; median – медиана, mode – мода, Н/о – ниже предела обнаружения, #Н/Д – не достаточно данных.

На территории контрольной зоны, руководствуясь полученными значениями коэффициента вариации, химические элементы в плаценте рыжей полевки, можно поделить на три группы:

1 группа элементов $<50\%$ - поле значений однородное: Na, Rb, Sr.

2 группа элементов от 50 – 100% - поле значений дифференцированное: Co, Zn, Br, Ag, Cs, Ba, Nd, Sm, Tb, Yb, Lu, Ta, Th.

3 группа элементов $>100\%$ - поле значений сильно дифференцированное: Cr, Sb, Cs, Nd, Eu, Tb, Yb, Hf.

Полученная в ходе статистической обработки данных информация позволила построить диаграмму содержаний химических элементов (рис.12.).

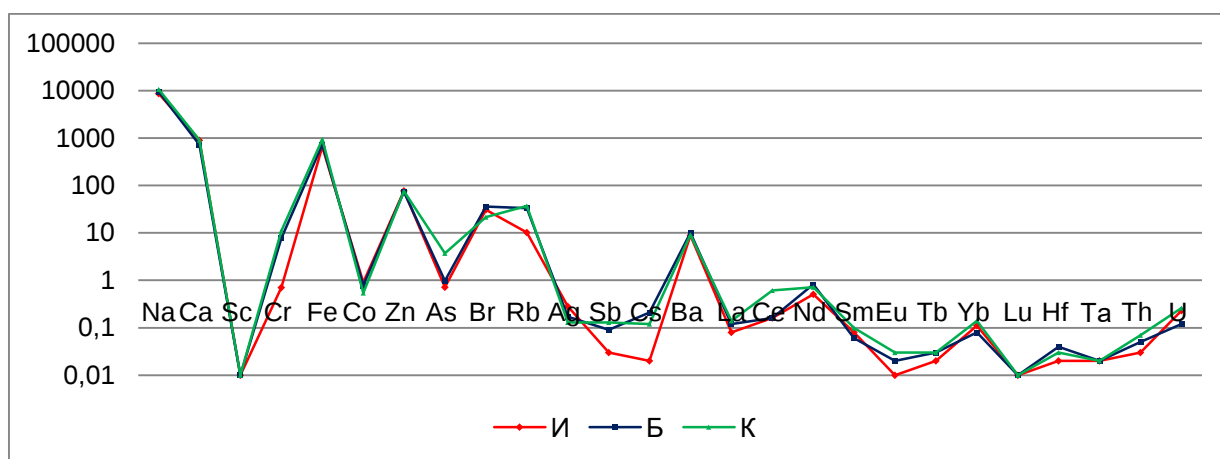


Рисунок 15. Диаграмма распределения химических элементов в плаценте рыжей полевки на разных исследуемых участках, мг/кг. И-импактная зона, Б-буферная зона, К – контрольная зона.

Диаграмма, представленная на рисунке 15 отражает специфику распределения химических элементов в плацентах рыжей полевки, отобранной на разных исследуемых зонах. Можно отметить, что макроэлементы - Na, Ca, Cr, Fe больше накапливаются в пробах из более удаленной от предприятия территории (контрольная зона). Основные загрязнители медеплавильной промышленности Zn и As распределяются следующим образом: цинка больше в пробах из импактной, то есть менее

удаленной от предприятия зоны, а мышьяка в пробах из контрольной. В пробах из промежуточной (буферной) зоны преимущественно накапливается Br, Nd, Hf.

Далее в таблицах 14-15 представлены содержания химических элементов в эмбрионах мелких млекопитающих на разных исследуемых территориях.

Таблица 14. Числовые характеристики содержаний химических элементов в биологическом материале мелких млекопитающих (эмбрион) на территории импактной зоны, мг/кг

X/э	X	δ	median	mode	S	D	E	A	min	max	V%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na	15121	786	15377	#Н/Д	2223	4941965	-0,2	-0,4	11933	18476	5
Ca	6091	840	6587	#Н/Д	2377	5648132	1	-1	1368	8437	14
Sc	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
Cr	2,0	0,4	2,1	#Н/Д	1,0	1,1	1,0	-0,9	0,1	3,3	18
Fe	1396	75	1415	#Н/Д	213	45497	-1	-0,5	1045	1633	5
Co	0,5	0,02	0,5	#Н/Д	0,1	0,0	0,5	-1,1	0,4	0,5	3
Zn	115	5	120	#Н/Д	15	228	0,001	-1	87	129	5
As	0,7	0,2	0,7	1,0	0,6	0,3	-0,2	0,5	0,0	1,7	28
Br	54	6	54	#Н/Д	18	309	-1	0,2	32	79	12
Rb	7	1	7	#Н/Д	4	14	2	-0,02	0,4	13	19
Sr	15,9	2	20	20	5,8	33,4	-1,6	-0,8	7,0	20	13
Ag	0,1	0,03	0,1	#Н/Д	0,09	0,01	3,3	1,7	0,03	0,3	27
Sb	0,2	0,02	0,2	#Н/Д	0,06	0,003	-2,3	-0,2	0,2	0,3	9
Cs	0,02	0,01	0,02	#Н/Д	0,02	0,0004	0,4	1,0	0	0,1	29
Ba	7,5	1,4	10	10	3,8	14,7	-0,4	-1,2	0,9	10	18
La	0,2	0,0	0,2	#Н/Д	0,05	0	-1,63	-0,2	0,09	0,2	11
Ce	0,6	0,3	0,4	0,1	0,7	0,5	6,9	2,6	0,1	2,3	46
Nd	0,6	0,18	0,5	0,5	0,5	0,3	6,5	2,4	0,12	1,8	30
Sm	0,19	0,08	0,09	0,09	0,24	0,06	5,41	2,31	0,04	0,8	44
Eu	0,01	0,001	0,004	#Н/Д	0,003	0,00001	-1,17	0,7	0,002	0,01	21
Tb	0,01	0,002	0,01	0,02	0,01	0,00005	-2,21	-0,21	0,004	0,02	18
Yb	0,11	0,03	0,11	0,2	0,1	0,01	-2,74	-0,03	0	0,2	32
Lu	0,01	0,001	0,01	0,01	0,004	0,00002	-0,59	-1,16	0	0,01	20
Hf	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о	Н/о
Ta	0,02	0,002	0,02	0,02	0,005	0,00002	-1,96	-0,43	0,01	0,02	11
Au	0,001	0,0003	0,001	0,002	0,001	0,000001	-2,03	0,08	0,0002	0,002	24
Th	0,04	0,0004	0,04	0,04	0,001	0,000002	8	2,83	0,04	0,04	1
U	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0	5,1	2,2	0,1	0,5	34

Примечания: X – среднее содержание; δ - стандартная ошибка; min – минимум; max – максимум; S – стандартное отклонение; V, % - коэффициент вариации; E – эксцесс; A- асимметричность; D – дисперсия; median –

медиана, mode – мода, Н/о – ниже предела обнаружения, #Н/Д – недостаточно данных.

На территории импактной зоны, руководствуясь полученными значениями коэффициента вариации, все химические элементы в эмбрионах рыжей полевки имеют однородное поле значений ($V < 50\%$).

Таблица 15. Числовые характеристики содержаний химических элементов в биологическом материале мелких млекопитающих (эмбрион) на территории буферной зоны, мг/кг

X/э	X	δ	median	mode	S	D	E	A	min	max	V, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na	16514	930	15890	#Н/Д	4921	24217154	0,5	1	7877	28009	30
Ca	3117	788	1061	100	4171	17398074	3	2	100	17071	134
Sc	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	4,9	1,8	0,002	0,02	41
Cr	1,1	0,2	0,5	0,5	1,0	1,0	2,5	1,7	0,5	4,3	91
Fe	628	131	90	90	692	478676	-2	0,6	90	1715	110
Co	1	0,1	1	#Н/Д	1	0,3	0,02	1,1	0,3	2,3	66
Zn	85	5	76	#Н/Д	28	784	0,5	1,2	52	159	33
As	1,0	0,1	1,0	1,0	0,6	0,3	3,1	1,4	0,1	2,8	57
Br	60	4,7	62,7	#Н/Д	25,1	629,8	-1,1	-0,4	17,8	97,5	42
Rb	20	2,3	20,9	#Н/Д	12,1	145,6	-1,3	0,1	1,7	42,0	61
Sr	22	2,1	20,0	20,0	10,9	118,5	28,0	5,3	20	77,6	49
Ag	0,2	0,03	0,1	0,1	0,17	0,03	1,53	1,58	0,05	0,7	88
Sb	0,12	0,03	0,01	0,01	0,14	0,02	-1,04	0,74	0,001	0,4	117
Cs	0,1	0,02	0,09	0,1	0,08	0,01	0,49	0,99	0,002	0,3	78
Ba	8,9	0,7	10	10	3,54	12,53	3,32	0,09	0,35	19,8	40
La	0,12	0,01	0,1	0,1	0,06	0,004	-0,72	0,3	0,02	0,2	55
Ce	0,6	0,2	0,1	0,1	1	0,99	7,66	2,82	0,04	4,1	183
Nd	0,6	0,1	0,5	0,5	0,44	0,19	4,31	1,93	0,01	2,1	74
Sm	0,14	0,06	0,09	0,09	0,31	0,1	25,78	4,99	0,002	1,7	217
Eu	0,01	0,001	0,01	0,01	0,01	0,00004	3,07	1,9	0,002	0,0	79
Tb	0,02	0,003	0,02	0,02	0,02	0,0002	1,56	1,18	0,0002	0,1	81
Yb	0,2	0,01	0,2	0,2	0,07	0,004	1,59	-1,78	0,002	0,2	39
Lu	0,01	0,001	0,01	0,01	0,004	0,00002	-1,27	-0,22	0,001	0,0	59
Hf	0,03	0,01	0,01	0,01	0,04	0,002	10,4	3,14	0,01	0,2	167
Ta	0,02	0,003	0,02	0,02	0,01	0,0002	4,02	1,46	0,00002	0,1	68
Au	0,003	0,001	0,002	0,002	0,004	0,00001	20,27	4,27	0,0001	0,02	135
Th	0,03	0,003	0,04	0,04	0,02	0,0003	2,43	0,21	0,004	0,1	47
U	0,13	0,03	0,1	0,1	0,14	0,02	6,11	2,51	0,005	0,6	103

Примечания: X – среднее содержание; δ - стандартная ошибка; min – минимум; max – максимум; S – стандартное отклонение; V, % - коэффициент вариации; E – эксцесс; A- асимметричность; D – дисперсия; median –

медиана, mode – мода, Н/о – ниже предела обнаружения, #Н/Д – недостаточно данных, #Н/Д – недостаточно данных.

На территории буферной зоны, руководствуясь полученными значениями коэффициента вариации, химические элементы в эмбрионах рыжей полевки, можно поделить на три группы:

1 группа элементов <50% - поле значений однородное: Na, Sc, Zn, Br, Sr, Ba, Yb, Th.

2 группа элементов от 50 – 100% - поле значений дифференцированное: Cr, Co, As, Rb, Ag, Cs, La, Nd, Eu, Tb, Lu, Ta.

3 группа элементов >100% - поле значений сильно дифференцированное: Ca, Fe, Sb, Ce, Sm, Hf, Au, U.

Таблица 16. Числовые характеристики содержаний химических элементов в биологическом материале мелких млекопитающих (эмбрион) на территории контрольной зоны, мг/кг

X/o	X	δ	median	mode	S	D	E	A	min	max	V, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Na	17314	808	17897	#Н/Д	5298	28070826	3,56	1,2	8345,7	36810	31
Ca	2818	722	1107	100	4733	22404314	18,4	3,9	100	27736	168
Sc	0,01	0,001	0,01	0,01	0,01	0,00004	7,8	2,4	0,0005	0,04	71
Cr	0,57	0,06	0,5	0,5	0,37	0,14	22,5	4,3	0,05	3	65
Fe	291,7	50,36	90	90	330,25	109066,68	3,6	2	14,44	1462	113
Co	0,5	0,04	0,47	#Н/Д	0,28	0,08	1,1	0,9	0,1	1	53
Zn	86	7	82	#Н/Д	44	1916	28	5	37	340	51
As	0,9	0,08	1	1	0,51	0,26	2,1	0,7	0,0	2,6	60
Br	28	2	23	#Н/Д	16	244	0,6	1,1	7,0	73,7	56
Rb	24	2	21	#Н/Д	10	97	3	1,2	2,7	57	40
Sr	21	1	20	20	9	88	15	3	2	65	45
Ag	0,2	0,05	0,1	0,1	0,3	0,1	5,8	2,6	0,003	1	140
Sb	0,1	0,01	0,01	0,01	0,09	0,01	2,5	1,8	0,002	0	150
Cs	0,1	0,01	0,09	0,1	0,08	0,01	0,3	1,1	0,002	0,3	78
Ba	10,51	0,92	10	10	6	37	3,5	1,4	0,3	31	58
La	0,09	0,01	0,1	0,1	0,04	0,002	0,1	0,4	0,02	0,2	45
Ce	0,1	0,02	0,1	0,1	0	0,01	6,9	2,7	0,04	0,6	80
Nd	1,1	0,2	0,5	0,5	1,3	1,69	4,8	2,3	0,06	5,5	122
Sm	0,07	0	0,09	0,09	0,03	0,001	-0,2	-1,3	0,004	0,1	45
Eu	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,0001	5,6	2,3	0,0001	0,05	108
Tb	0,02	0	0,02	0,02	0,02	0,0005	5,9	2,2	0,001	0,11	95
Yb	0,14	0,01	0,2	0,2	0,08	0,01	-1,3	-0,8	0,003	0,2	56
Lu	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0	5,0	1,4	0,0002	0,03	75
Hf	0,03	0,01	0,01	0,01	0,04	0,001	6,7	2,4	0,01	0,19	127

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ta	0,02	0,003	0,02	0,02	0,02	0,0003	6,0	2,2	0,0003	0,09	73
Au	0,01	0,002	0,002	0,002	0,01	0,0001	30,4	5,3	0,0001	0,08	224
Th	0,05	0,005	0,04	0,04	0,03	0,001	12,0	2,9	0,004	0,19	67
U	0,15	0,02	0,1	0,1	0,15	0,02	9,0	2,9	0,02	0,79	97

Примечания: X – среднее содержание; δ – стандартная ошибка; min – минимум; max – максимум; S – стандартное отклонение; V, % – коэффициент вариации; E – эксцесс; A- асимметричность; D – дисперсия; median – медиана, mode – мода, Н/о – ниже предела обнаружения, #Н/Д – недостаточно данных.

На территории контрольной зоны, руководствуясь полученными значениями коэффициента вариации, химические элементы в эмбрионах рыжей полевки, можно поделить на три группы:

1 группа элементов <50% - поле значений однородное: Na, Rb, Sr, La, Sm.

2 группа элементов от 50 – 100% - поле значений дифференцированное: Sc, Cr, Co, Zn, As, Br, Cs, Ba, Ce, Tb, Yb, Lu, Ta, Th, U.

3 группа элементов >100% - поле значений сильно дифференцированное: Ca, Fe, Ag, Sb, Nd, Eu, Hf, Au.

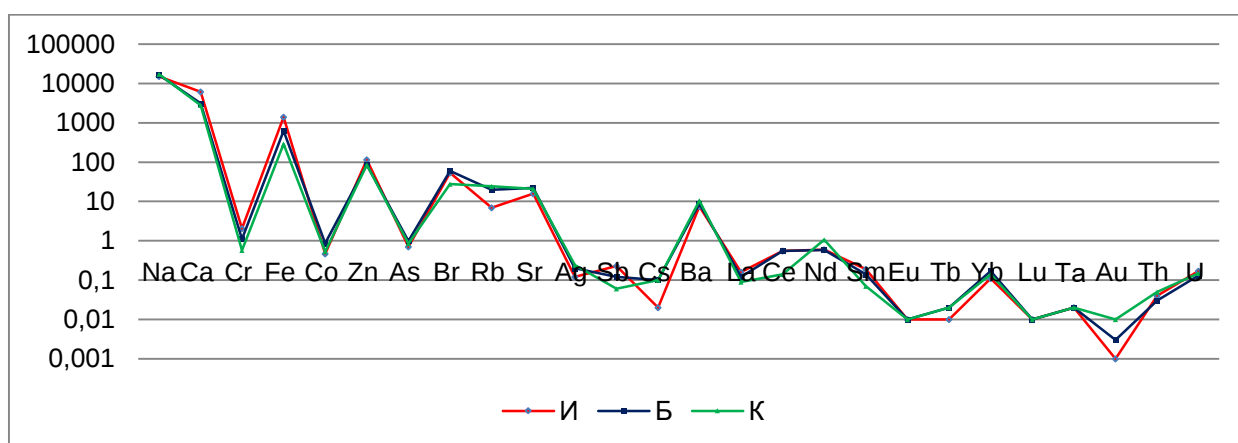


Рисунок 16. Диаграмма содержаний химических элементов в эмбрионах мелких млекопитающих, на разных исследуемых территориях, мг/кг. И- импактная зона, Б – буферная зона, К – контрольная зона.

Можно отметить, что в эмбрионах импактной зоны содержится больше Ca, Fe, Cr, Zn, U, Sm. В пробах, отобранных на территории контрольной зоны преобладают такие химические элементы, как Na, Rb, Ag, Th. Буферная зона отличается большим содержанием Co, As, Br, Sr.

Стоит отметить, что поле распределения Na во всех средах на всех территориях является однородным, также натрий, во всех видах биологического материала в большем количестве накапливается в пробах, отобранных на территории контрольной зоны. Содержание Sc выше предела обнаружения только в пробах плацент, на каждой исследуемой территории, а содержание Sr только в пробах эмбрионов.

3.6. Двухфакторный дисперсионный анализ проб биологического материала Полевки рыжей (*Myodes glareolus*)

Для того чтобы выяснить, какой фактор (территория или вид биологического материала) влияют на концентрирование химических элементов в большей степени используем двухфакторный анализ. Были взяты основные загрязнители медеплавильной промышленности – цинк и мышьяк (Zn, As)

Таблица 17. Результаты дисперсионного анализа Зона отлова - субстрат

Effect	Univariate Results for Each DV (Spreadsheet1)								
	Sigma-restricted parameterization								
	Effective hypothesis decomposition								
	Df	Zn SS	Zn MS	Zn F	Zn P	As SS	As MS	As F	As P
Intercept	1	648891	648891	533,5	0	101,7	101,7	2,1	0,1
зона отлова	2	872	436,4	0,4	0,7	25,3	12,6	0,3	0,8
субстрат	2	16793	8396	6,9	0,001	24,8	12,4	0,3	0,8
зона отлова*субстрат	4	4255	1064	0,9	0,5	91	22,8	0,5	0,8
Error	169,0	205535	1216,2			8121	48,1		
Total	177,0	236019				8388			

Примечания: *df* обозначает количество степеней свободы, *SS* — сумму квадратов, *MS* — среднее квадратичное отклонение, *F* — вычисленную *F*-статистику, *P* — значение уровня значимости *p*.

Для наглядной демонстрации взаимодействия факторов «Зона отлова» и «субстрат», был построен график (рис. 17-18).

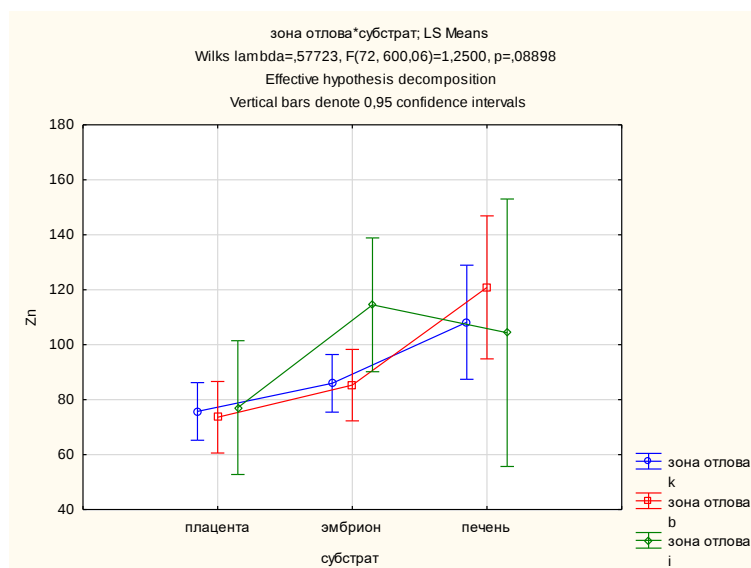


Рисунок 17. Двухфакторный дисперсионный анализ концентрации цинка в биологическом материале мелких млекопитающих на разных зонах отлова

Двухфакторный дисперсионный анализ показывает, что наибольшая дисперсия концентраций цинка происходит в импактной зоне отлова, и ярче всего проявляется в печени. Так же внутри этой зоны заметна значительная разница между дисперсиями цинка в органах, которые выстраиваются по схеме: плацента<эмбрион>печень. Наименьшая дисперсия отмечается в пробах из фоновой зоны отлова. Для зон I, K дисперсия возрастает в следующем порядке: плацента-эмбрион-печень. Можно отметить, что результаты двухфакторного анализа подтверждают наличие наибольшего разброса концентраций цинка в зоне, территориально близкой промышленному предприятию.

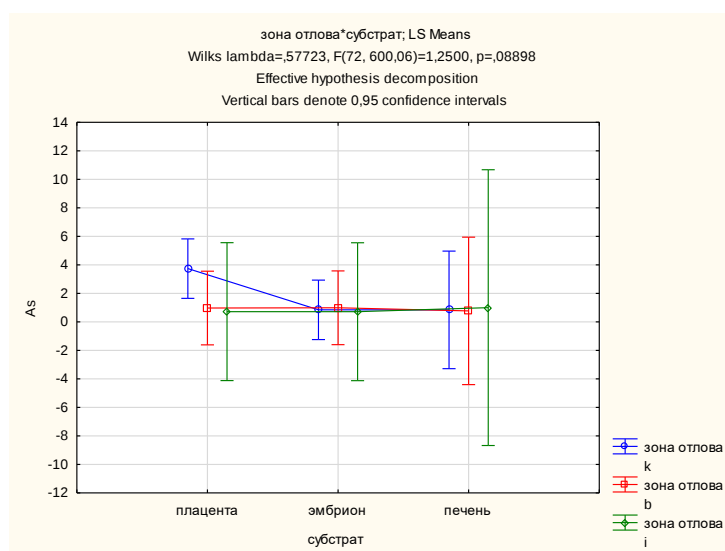


Рисунок 18. Двухфакторный дисперсионный анализ концентрации мышьяка в биологическом материале мелких млекопитающих на разных зонах отлова

На рисунке 18 видно, что наибольшая дисперсия концентраций мышьяка происходит в импактной зоне отлова, и ярче всего проявляется в печени. Заметно, что дисперсии буферной и импактной зон в плаценте, субстрате и печени почти не различаются между собой, единственное отличие обнаруживается в резком снижении разброса мышьяка от плаценты к эмбриону.

В целом, можно отметить, что дисперсии ярче проявляются при группировке элементов по территориальному признаку, нежели по биологической роли. В связи с этим, ассоциации химических элементов в биологическом материале выделялись на трех исследуемых участках, для биологического материала в целом.

3.7. Выделение ассоциаций химических элементов в биологическом материале Полевки рыжей (*Myodes glareolus*) на исследуемых территориях путем кластерного анализа

Выделить группы ассоциирующих компонентов позволяет корреляционный анализ. Для данной выборки использовался

непараметрический корреляционный анализ Спирмена, и параметрический корреляционный анализ Пирсона, таблицы 10-12. Непараметрический анализ Спирмена менее строгий, нежели параметрический анализ Пирсона, и проведение обоих видов анализа, сделает выводы о наличии ассоциативных связей между химическими элементами более точными.

По результатам статистического анализа выявлен кластер ассоциаций химических элементов. Железо имеет сильные положительные корреляционные связи с рубидием, цинком, хромом, и сильные отрицательные с натрием и бромом. Все химические элементы, входящие в состав кластера ассоциируются с железом. Можно отметить, что натрий, железо и цинк являются эссенциальными элементами, а цинк так же является элементом-загрязнителем типичным для медеплавильных производств.

Ассоциации химических элементов на каждой зоне отбора включают железо, цинк, натрий, кальций, бром.

Красным цветом в матрицах, (рис. 19), были подсвечены корреляционные связи, имеющие значение, по итогам анализов было выявлено большое количество ассоциативных связей между химическими элементами, и в связи с этим предельное значение было искусственно повышено для 0,4.

	Na	Ca	Sc	Cr	Fe	Co	Zn	As	Br	Rb	Sr	Ag	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Hf	Ta	Au	Th	U
Na	1,00	0,18	-0,09	-0,61	-0,67	0,13	-0,03	0,08	0,52	-0,39	0,06	0,27	-0,47	0,03	0,32	-0,33	-0,36	0,25	-0,03	-0,05	0,19	0,15	0,06	-0,03	0,36	0,14	0,18	-0,07
Ca		1,00	-0,21	-0,19	0,03	-0,38	0,18	0,04	-0,03	-0,22	-0,03	-0,06	0,02	0,00	0,01	0,04	-0,07	0,01	-0,01	-0,22	-0,01	0,30	-0,23	-0,06	-0,08	-0,18	-0,01	-0,13
Sc			1,00	0,10	0,12	0,28	0,04	0,03	0,10	0,20	0,11	0,07	0,13	0,05	0,10	0,13	0,03	0,15	-0,07	0,05	-0,02	-0,05	0,26	0,22	0,05	0,13	-0,08	-0,03
Cr				1,00	0,72	0,07	-0,16	0,02	-0,28	0,56	0,00	-0,07	0,69	0,14	-0,29	0,37	0,33	-0,06	0,07	0,24	0,05	-0,29	0,00	0,09	-0,20	0,03	-0,08	0,40
Fe					1,00	-0,10	0,22	0,04	-0,33	0,48	-0,04	-0,28	0,77	-0,06	-0,26	0,44	0,48	-0,25	0,15	0,05	-0,10	-0,18	-0,15	0,00	-0,31	-0,12	-0,16	0,29
Co						1,00	0,04	0,01	0,38	0,32	0,20	0,25	0,08	0,12	-0,03	0,05	0,03	0,13	0,02	0,11	0,15	-0,10	0,27	0,25	0,18	0,29	-0,04	0,06
Zn							1,00	0,09	0,01	0,03	-0,08	-0,03	0,20	-0,15	-0,04	0,22	0,35	-0,23	0,15	-0,27	-0,19	0,02	-0,03	-0,01	-0,12	-0,11	-0,20	-0,22
As								1,00	-0,03	0,11	-0,22	0,14	-0,02	0,11	0,04	0,13	0,04	-0,10	0,24	-0,12	0,08	-0,08	-0,03	-0,08	-0,12	0,14	-0,04	0,18
Br									1,00	-0,19	0,14	0,27	-0,23	-0,18	0,13	-0,18	-0,16	0,23	0,08	0,19	0,20	0,03	0,21	0,07	0,27	0,01	0,28	0,01
Rb										1,00	0,14	-0,09	0,43	0,15	-0,15	0,26	0,26	-0,04	0,15	0,30	0,11	-0,17	0,15	0,13	-0,21	0,20	-0,06	0,23
Sr											1,00	-0,07	0,13	-0,03	0,08	0,01	0,10	0,15	-0,07	-0,02	0,17	0,09	0,13	0,20	0,00	0,27	-0,09	-0,18
Ag												1,00	-0,28	-0,11	0,17	-0,08	-0,28	0,16	-0,06	0,12	0,25	-0,03	0,12	0,26	0,24	0,06	0,11	0,01
Sb													1,00	0,16	-0,20	0,38	0,38	-0,09	0,12	-0,03	-0,09	-0,16	-0,04	0,13	-0,29	0,08	-0,17	0,30
Cs														1,00	-0,03	0,06	-0,06	0,11	0,07	-0,03	0,04	0,00	-0,01	-0,03	0,06	0,12	-0,07	0,15
Ba															1,00	-0,25	-0,24	0,08	0,16	0,09	0,07	0,09	0,14	0,07	0,11	0,12	0,06	-0,10
La																1,00	0,34	-0,25	-0,03	0,04	-0,08	-0,13	-0,14	-0,06	-0,27	0,20	-0,27	0,00
Ce																	1,00	-0,26	0,22	-0,01	-0,08	-0,14	0,02	-0,03	-0,17	-0,04	-0,29	0,07
Nd																		1,00	-0,07	0,04	0,17	0,01	0,22	0,17	0,19	-0,06	0,09	-0,05
Sm																			1,00	0,03	0,03	-0,02	0,10	-0,08	-0,01	0,02	-0,14	0,04
Eu																				1,00	0,23	-0,13	0,22	0,03	0,13	0,01	0,09	0,19
Tb																					1,00	-0,07	0,19	0,16	0,04	0,22	-0,06	0,21
Yb																						1,00	0,08	-0,01	0,04	-0,14	-0,05	-0,25
Lu																							1,00	0,19	0,21	0,04	0,04	0,14
Hf																								1,00	-0,01	0,08	-0,03	0,10
Ta																									1,00	-0,06	0,10	-0,02
Au																										1,00	-0,06	0,00
Th																											1,00	0,11
U																												1,00

Рисунок 19. Матрица непараметрической корреляции Спирмена на территории контрольной зоны

Для выявления групп ассоциаций химических элементов можно использовать кластерный анализ, методом Варда, (рис. 20). Предельное значение 0,78.

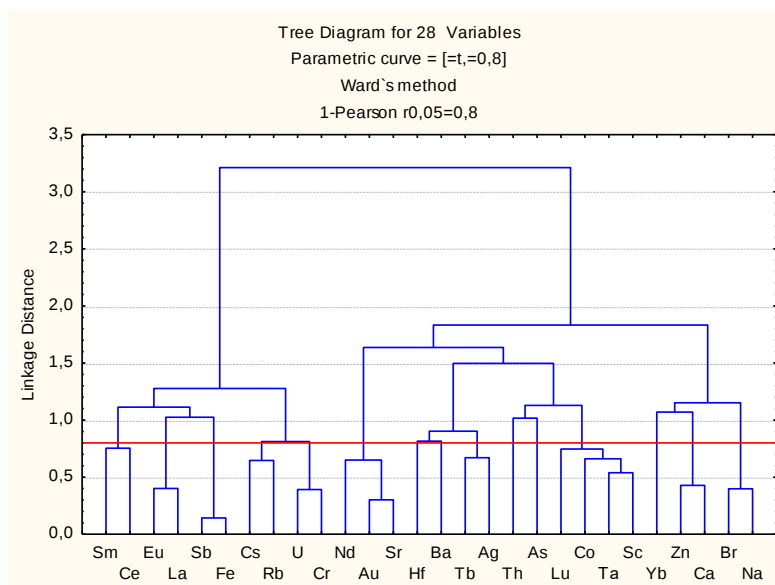


Рисунок 20. Кластер-анализ ассоциаций химических элементов на территории, фоновой зоны

Согласно матрице непараметрической корреляции Спирмена и Кластер-анализ ассоциаций территории фоновой зоны выявлено несколько ассоциаций химических элементов. На основе полученных результатов, были созданы графические ассоциации химических элементов, (рис.21.).

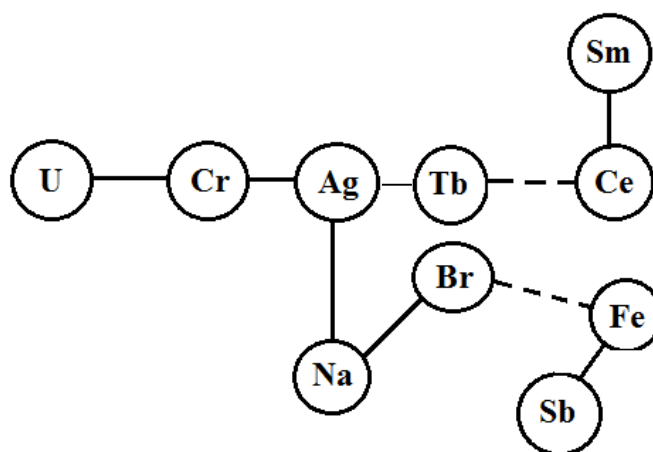


Рисунок 21. Графассоциации химических элементов, согласно непараметрическому корреляционному анализу Спирмана на территории фоновой зоны

На территории буферной зоны выделяются положительные связи химических элементов с железом и цинком. Цинк имеет ряд отрицательных связей с кобальтом и с мышьяком – элементом загрязнителем, характерным для медеплавильных производств, положительную с хромом, у которого отрицательная связь с макроэлементом натрием.

	Na	Ca	Sc	Cr	Fe	Co	Zn	As	Br	Rb	Sr	Ag	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Hf	Ta	Au	Th	U
Na	1,00	0,07	0,10	-0,39	-0,52	0,25	-0,16	0,15	0,54	-0,37	0,07	0,18	-0,40	-0,18	0,08	-0,26	-0,04	0,12	0,01	0,13	0,09	0,11	0,28	0,01	0,34	0,09	-0,06	-0,04
Ca		1,00	0,05	0,32	0,41	-0,08	0,07	0,01	0,37	0,16	-0,04	0,08	0,37	0,14	-0,03	0,33	0,18	-0,23	0,14	-0,03	-0,14	0,24	-0,31	-0,03	-0,19	-0,12	0,01	-0,18
Sc			1,00	0,03	0,05	0,31	0,07	-0,04	-0,04	-0,02	0,15	-0,10	0,11	-0,08	0,08	0,12	0,14	-0,14	-0,19	0,22	0,06	0,10	0,04	0,16	0,07	0,11	0,18	-0,06
Cr				1,00	0,73	-0,09	0,10	-0,09	-0,09	0,30	0,08	-0,08	0,76	0,30	-0,15	0,57	0,33	-0,12	0,19	-0,09	-0,07	0,18	-0,38	0,14	-0,11	-0,15	0,14	0,09
Fe					1,00	-0,25	0,39	-0,23	-0,16	0,39	0,04	-0,18	0,79	0,30	-0,26	0,56	0,42	-0,11	0,22	-0,21	-0,30	0,11	-0,43	-0,01	-0,08	-0,22	0,15	0,01
Co						1,00	-0,36	0,12	0,39	-0,30	0,10	-0,03	-0,23	0,33	-0,26	-0,13	0,18	-0,29	0,51	0,23	-0,08	0,11	0,30	0,10	0,19	0,36	0,09	
Zn							1,00	-0,26	-0,21	0,16	0,06	-0,31	0,43	-0,04	-0,27	0,27	0,41	-0,10	0,23	-0,33	-0,31	0,23	-0,18	-0,18	0,02	-0,17	-0,06	-0,09
As								1,00	0,29	-0,27	-0,04	0,10	-0,18	-0,05	0,00	-0,16	-0,12	-0,07	-0,18	-0,08	0,09	-0,04	0,09	-0,17	0,10	-0,03	-0,19	-0,09
Br									1,00	-0,26	-0,14	0,04	-0,13	0,12	-0,03	-0,15	-0,03	-0,06	-0,05	-0,02	-0,06	0,07	-0,11	-0,02	0,12	0,10	-0,07	-0,05
Rb										1,00	-0,14	0,23	0,21	0,67	-0,07	0,25	0,18	-0,02	0,14	-0,05	-0,19	-0,14	-0,23	-0,04	-0,28	-0,04	0,10	-0,01
Sr											1,00	-0,04	0,05	-0,16	0,08	0,02	-0,02	-0,11	0,14	0,12	0,29	0,11	0,12	0,06	0,07	-0,09	0,34	0,19
Ag												1,00	-0,20	0,14	-0,14	0,11	0,09	0,13	0,26	-0,03	0,14	-0,13	0,08	-0,05	-0,17	0,09	-0,16	-0,09
Sb													1,00	0,13	-0,31	0,68	0,47	-0,17	0,33	-0,19	-0,31	0,22	-0,45	-0,06	0,01	-0,18	0,08	0,06
Cs														1,00	0,01	0,21	0,27	-0,03	0,06	-0,09	-0,10	-0,19	-0,27	0,00	-0,07	-0,10	0,02	-0,01
Ba															1,00	-0,18	-0,19	0,10	-0,45	0,32	0,36	-0,28	0,16	0,35	-0,04	0,15	0,27	-0,15
La																1,00	0,50	0,08	0,40	-0,10	-0,16	0,18	-0,28	-0,15	-0,06	-0,14	0,08	-0,09
Ce																	1,00	-0,05	0,32	-0,18	-0,16	0,03	-0,26	-0,09	0,05	-0,15	-0,24	0,11
Nd																		1,00	-0,15	0,10	-0,08	0,01	0,09	0,16	-0,01	-0,05	0,19	-0,13
Sm																			1,00	-0,28	-0,20	0,19	-0,18	-0,38	0,03	-0,10	-0,24	0,17
Eu																				1,00	0,37	-0,08	0,15	0,27	0,17	0,14	0,46	0,13
Tb																					1,00	-0,20	0,11	0,20	0,01	0,24	0,11	-0,04
Yb																						1,00	-0,04	-0,07	-0,03	-0,32	0,03	0,18
Lu																							1,00	0,02	0,11	-0,06	0,04	0,03
Hf																								1,00	-0,01	0,06	0,33	-0,09
Ta																									1,00	-0,07	0,09	0,08
Au																										1,00	0,07	0,03
Th																											1,00	0,01
U																												1,00

Рисунок 22. Матрица непараметрической корреляции Спирмана на территории буферной зоны

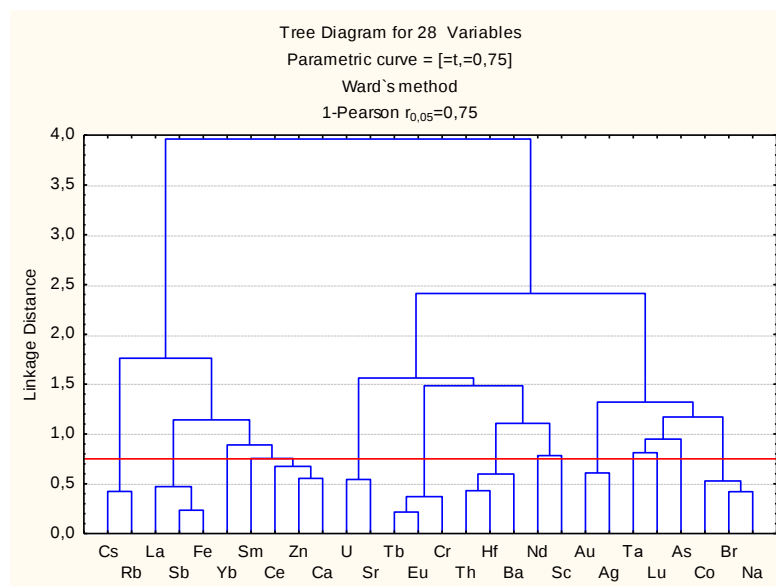


Рисунок 23. Кластер-анализ ассоциаций химических элементов на территории, буферной зоны

Подытожив результаты кластер анализа ассоциаций химических элементов и непараметрический корреляционный анализ Спирмена, был построен график ассоциаций химических элементов на территории буферной зоны.

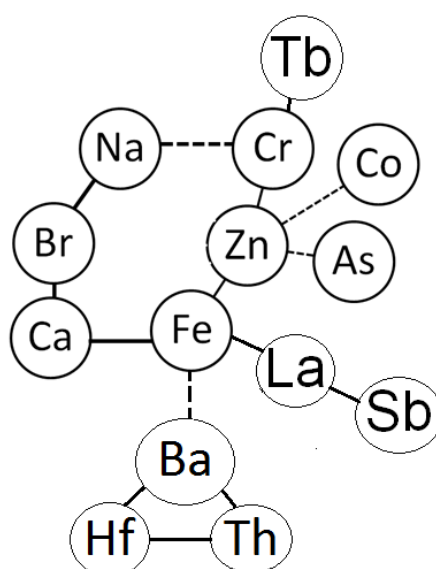


Рисунок 24. Графассоциации химических элементов, согласно непараметрическому корреляционному анализу Спирмана на территории буферной зоны

На территории импактной зоны выделился кластер ассоциаций химических элементов, связанных с железом и цинком, которые в свою очередь имеют сильную положительную связь между собой. Цинк имеет сильную отрицательную связь с кобальтом, положительную с макроэлементами натрием и кальцием, которые в свою очередь связаны между собой.

	Na	Ca	Sc	Cr	Fe	Co	Zn	As	Br	Rb	Sr	Ag	Sb	Cs	Ba	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Hf	Ta	Au	Th	U
Na	1,00	0,75	0,04	0,26	0,32	-0,47	0,53	-0,20	0,66	-0,59	-0,38	-0,12	0,41	0,01	0,02	0,41	0,31	-0,17	0,00	0,10	-0,36	0,09	0,13	-0,28	0,16	-0,12	0,42	-0,26
Ca		1,00	-0,12	0,14	0,14	-0,62	0,60	-0,06	0,65	-0,67	-0,60	-0,04	0,23	-0,05	-0,31	0,08	0,29	0,07	0,19	-0,14	-0,36	0,08	0,02	-0,07	0,27	-0,48	0,41	0,00
Sc			1,00	0,04	0,24	0,28	0,10	0,07	0,00	-0,20	0,05	0,07	-0,17	0,08	0,38	0,02	0,17	-0,23	-0,25	0,12	0,34	0,51	0,09	-0,33	0,56	0,09	-0,34	-0,03
Cr				1,00	0,74	-0,43	0,39	0,13	0,14	-0,05	0,16	-0,24	0,59	0,15	0,14	0,71	0,42	0,05	-0,08	-0,46	-0,36	0,09	0,20	-0,32	-0,36	-0,44	0,18	0,03
Fe					1,00	-0,37	0,59	0,04	-0,06	-0,12	-0,06	-0,33	0,70	0,28	0,34	0,82	0,71	-0,15	0,11	-0,30	-0,16	-0,03	-0,10	-0,47	-0,14	-0,35	0,15	0,04
Co						1,00	-0,61	-0,15	-0,57	0,30	0,46	0,53	-0,61	-0,02	0,41	-0,37	-0,27	-0,03	-0,33	0,47	0,50	0,02	-0,14	0,20	0,33	0,76	-0,20	0,13
Zn							1,00	0,01	0,23	-0,58	-0,47	-0,11	0,64	0,24	-0,11	0,50	0,68	0,05	0,45	-0,10	-0,19	0,27	-0,16	-0,26	0,07	-0,47	0,30	-0,26
As								1,00	0,04	-0,21	0,24	-0,21	0,08	-0,01	-0,27	0,05	0,06	-0,12	-0,01	0,00	0,33	0,04	0,07	0,19	0,06	-0,41	-0,21	0,02
Br									1,00	-0,38	-0,36	-0,10	0,11	-0,04	-0,32	0,03	-0,04	-0,05	-0,12	0,09	-0,34	0,22	0,56	-0,25	0,06	-0,44	0,28	-0,21
Rb										1,00	0,29	-0,17	-0,06	-0,22	0,12	-0,08	-0,43	-0,06	-0,06	-0,06	0,08	-0,18	0,12	0,13	-0,54	0,31	-0,34	0,21
Sr											1,00	-0,04	-0,26	-0,32	0,04	0,05	0,03	-0,14	-0,24	0,12	0,12	-0,22	0,01	0,16	-0,14	0,45	-0,09	0,15
Ag												1,00	-0,33	0,18	-0,03	-0,37	-0,20	0,08	-0,40	0,25	0,03	0,00	0,02	0,35	0,36	0,27	0,14	-0,03
Sb													1,00	0,03	-0,04	0,79	0,50	-0,28	0,27	-0,27	-0,25	-0,14	-0,18	-0,20	-0,39	-0,38	0,09	-0,33
Cs														1,00	0,31	0,20	0,15	0,38	0,19	0,07	0,08	0,27	0,18	-0,32	-0,16	-0,25	0,17	-0,18
Ba															1,00	0,14	0,18	-0,02	-0,18	0,22	0,19	0,21	0,01	-0,57	0,17	0,33	0,19	0,18
La																1,00	0,58	-0,06	0,14	-0,17	-0,03	-0,04	-0,20	-0,41	-0,31	-0,25	0,03	-0,39
Ce																	1,00	-0,20	0,45	-0,02	-0,04	-0,04	-0,34	-0,42	0,11	-0,21	0,33	0,01
Nd																		1,00	0,04	-0,06	0,15	0,31	-0,08	-0,21	-0,08	-0,32	0,12	-0,23
Sm																			1,00	-0,01	0,03	0,06	-0,31	-0,04	-0,35	-0,12	0,03	-0,08
Eu																				1,00	0,50	0,18	0,17	-0,06	0,23	0,49	0,31	-0,25
Tb																					1,00	0,24	-0,25	-0,03	0,32	0,17	-0,33	-0,28
Yb																						1,00	0,27	-0,41	0,29	-0,13	-0,21	-0,21
Lu																							1,00	-0,02	-0,23	-0,09	0,28	0,21
Hf																								1,00	-0,10	0,27	-0,14	0,22
Ta																									1,00	0,10	-0,06	0,11
Au																										1,00	-0,03	0,08
Th																											1,00	0,18
U																												1,00

Рисунок 25. Матрица непараметрической корреляции Спирмена на территории импактной зоны

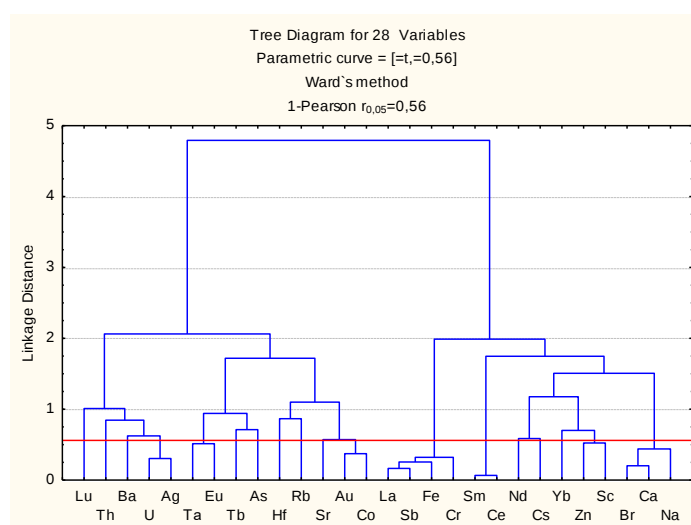


Рисунок 26. Кластер-анализ ассоциаций химических элементов на территории, импактной зоны

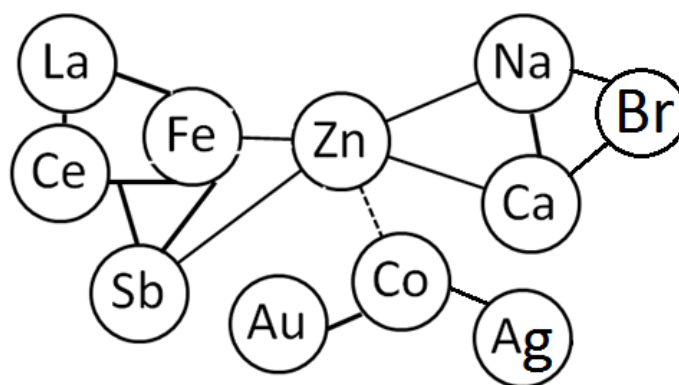


Рисунок 27. Графассоциации химических элементов, согласно непараметрическому корреляционному анализу Спирмана на территории импактной зоны

На каждой исследуемой территории отмечаются значимые корреляционные связи Na с Br, буферная и импактная зона схожи между собой по видам ассоциаций химических элементов, возникающих в пробах из этих территорий – Na-Br-Ca ассоциация и Fe-Zn ассоциация. Ассоциация Fe-Sb отмечается в пробах из контрольной и импактной территории.

4. Биогехимические барьеры в биологическом материале Полевки рыжей (*Myodes glareolus*) в зоне техногенеза

Печеночный и плацентарный барьер в живом организме, как уже отмечалось ранее, играют важную роль в поддержании постоянства внутренней среды, и регуляции попадания в неё большого количества химических элементов. Особенности содержания химических элементов в печени, плаценте и эмбрионе на разных территориях вскрывают процессы миграции этих элементов в живом организме, а также позволяют сравнить между собой как органы и ткани, так и различные территории. Сравнивая элементный состав эмбрионов, отобранных на разных территориях, можно

делать выводы об интенсивности поступления химических элементов в новый организм, а также о работе печеночного и плацентарного барьеров.

На основании проведенного статистического анализа данных по содержанию химических элементов в системе печеночного и плацентарного барьера была построена точечная диаграмма, отражающая распределение микроэлементов в системе.

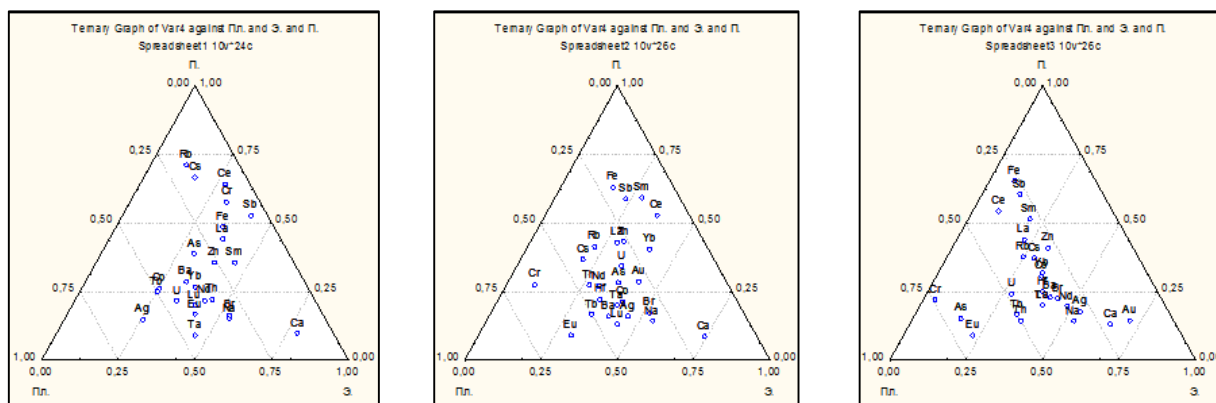


Рисунок 28. Диаграмма распределения химических элементов в системе печень-плацента-эмбрионе на территории импактной (справа), буферной (центр) и контрольной (слева) зоны.

Анализируя информацию, представленную в диаграмме можно сделать выводы о специфике распределения элементов в изучаемом биологическом материале на каждой из территорий.

1. Кальций на каждой исследуемой территории преимущественно концентрируется в тканях эмбриона;
2. Хром, мышьяк и европий на удаленных от завода территориях концентрируется в тканях плаценты, причем их содержание растет по мере удаления от завода.
3. Распределение химических элементов на приближенной к предприятию – импактной территории отличается своим преимущественно эмбриональным концентрированием. Наглядно видно, что буферная зона в свою очередь является промежуточной между удаленной и приближенной к предприятию, и большинство микроэлементов в пробах из этих участков

примерно одинаково распределяются в организме полевок, исключая Cr, Eu, которые отдаляются в сторону плацентарного фильтра и группу металлов: Fe, Sb, Sm, Ce, которые находятся ближе к печеночному фильтру.

4.1. Индикаторное значение содержания химических элементов в эмбрионах в условиях техногенеза

При сравнении содержания химических элементов в эмбрионах рыжей полевки на территории импактной и фоновой зоны наблюдается следующее (рис. 29.).

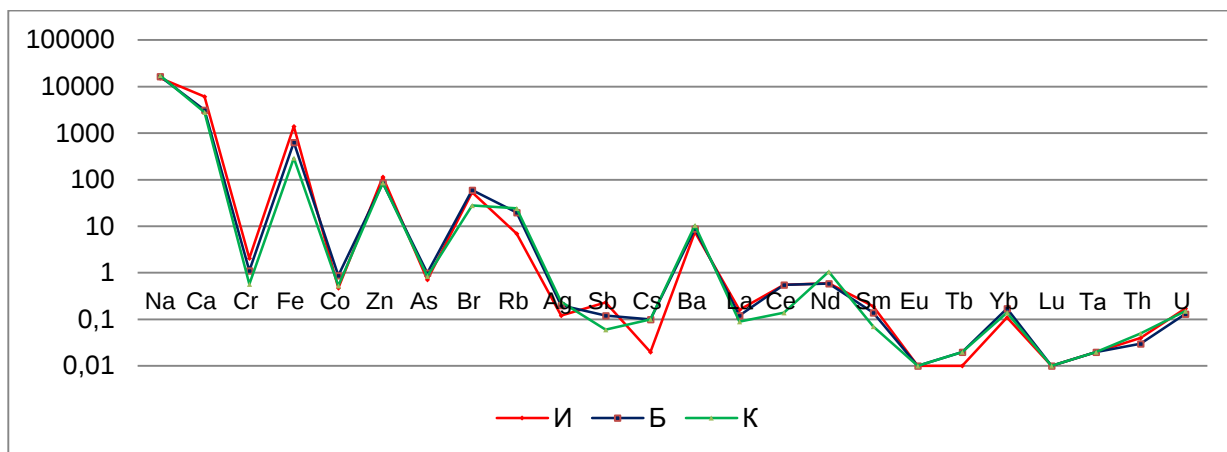


Рисунок 29. Содержание химических элементов в эмбрионах мелких млекопитающих, отобранных на импактной (И), буферной (Б) контрольной (К) зоне

На участке, удаленном от предприятия на расстояние 1-2 км (импактная зона) такие химические элементы, как Fe, Zn, Cr, La, Ce концентрируются в большей степени, нежели на участках, удаленных на расстояние в 20-30 км. Fe, Zn, Cr, являются типичными металлами-загрязнителями, исходящими от предприятий цветной промышленности, их содержание в пробах отобранных на импактной и фоновой зоне изменяется для Fe от 1396 ± 75 до 292 ± 50 мг/кг, Zn 114 ± 5 до 86 ± 7 мг/кг, Cr $2 \pm 0,4$ до $0,6 \pm 0,06$ мг/кг соответственно. La и Ce относятся к редкоземельным элементам (РЗЭ), которые содержатся в пламени и дымах промышленных выбросов. РЗЭ могут

поступать в живые организмы с питьевой водой, с атмосферной пылью, содержание меняется от $0,2 \pm 0,02$ до $0,9 \pm 0,01$ мг/кг для La, и для Ce от $0,6 \pm 0,3$ до $0,1 \pm 0,02$ мг/кг.

Эмбрионы, отобранные на более удаленных от предприятия участках (4 км и 30 км) сходны по содержаниям химических элементов и накапливают большее количество Na, чем близкие к заводу участки, его концентрация варьируется от 15120 ± 785 мг/кг в импактной зоне, до 17313 ± 807 на контрольной. Натрий является жизненно необходимым (эссенциальным) элементом, без которого невозможно нормальное функционирование будущего организма.

Максимальные содержание Fe, Cr, La отмечаются в импактной зоне, затем в буферной и минимальные в контрольной. Rb, Ag накапливаются в обратном порядке. Эмбрионы, отобранные на участках близкорасположенных к источнику загрязнения окружающей среды (1-2 км) концентрируют в себе большее количество элементов-загрязнителей предприятий цветной металлургии, чем отобранные на удаленных участках (4 км, 30 км). Предполагается, что привнос вышеупомянутых элементов в эмбрионы происходит из-за нарушения работы плацентарного барьера, причиной которого является усиление техногенного воздействия. Для эмбрионов, отобранных на территории контрольной зоны (20-30 км) характерно накопление макроэлемента – Na, это, возможно, связано его важной биологической ролью в процессе онтогенеза.

4.2. Влияние урбанизированной территории на содержание химических элементов в плацентах и эмбрионах Полевки рыжей (*Myodes glareolus*)

Далее было рассмотрено содержание химических элементов в плаценте и эмбрионе на фоновой и импактной территориях, территории были

выбраны для сравнения близлежащей к предприятию зоны и наиболее удаленной. При сравнении элементного состава системы плацента-эмбрион, можно делать выводы об особенностях работы плацентарного барьера на каждой изучаемой территории (рис.30-31.).

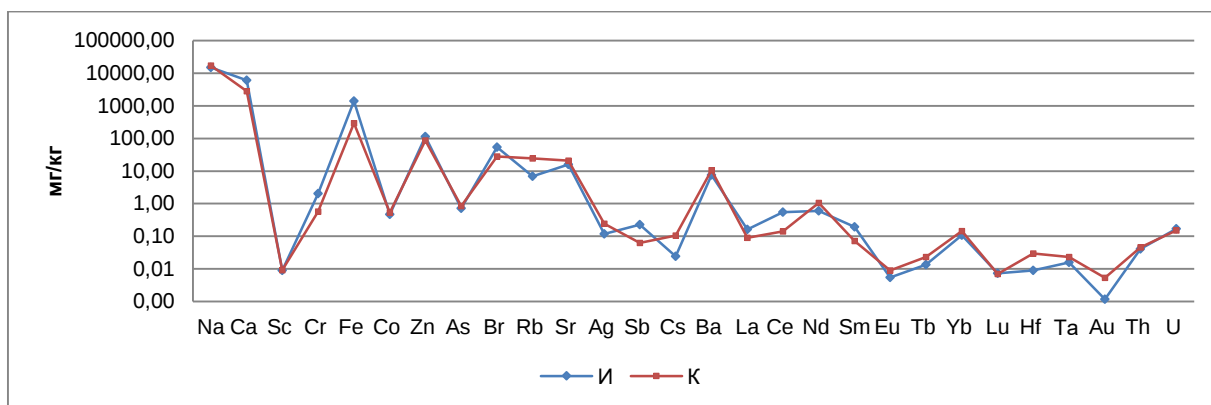


Рисунок 30. Содержание химических элементов эмбрионах мелких млекопитающих, отобранных на расстоянии от СУМЗа в 2 км (импактная зона – И), 30 км (контрольная зона – К)

На территории импактной зоны в тканях эмбриона по сравнению с плацентарной тканью преимущественно накапливаются следующие группы элементов: эссенциальные или жизненно необходимые элементы - Ca, Na, Fe, Zn; элементы-примеси: Cr, Sb, Br; редкоземельные элементы: La, Ce, Nd, Sm; радиоактивные элементы: Th.

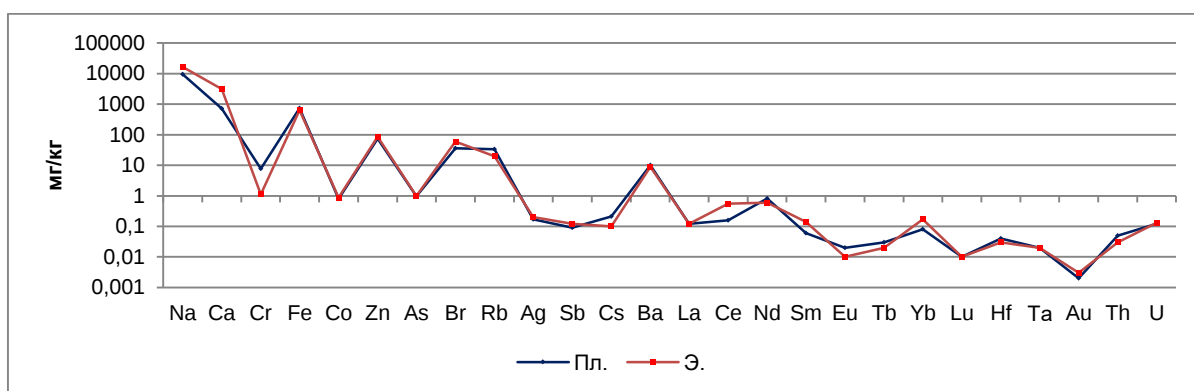


Рисунок 31. Содержание химических элементов в плаценте и эмбрионах мелких млекопитающих, отобранных на расстоянии от СУМЗа в 4 км (буферная зона).

В системе плацента-эмбрион проб, отобранных на территории, удаленной от СУМЗа на 4 км, наблюдается следующее: содержание Na, Ca, Zn, Br, Ce, Sm, Yb, U в эмбрионах выше, чем содержание этих же элементов в плацентах, следовательно, интенсивность попадания вышеупомянутых микроэлементов на территории буферной зоны выше, чем барьерная способность плаценты.

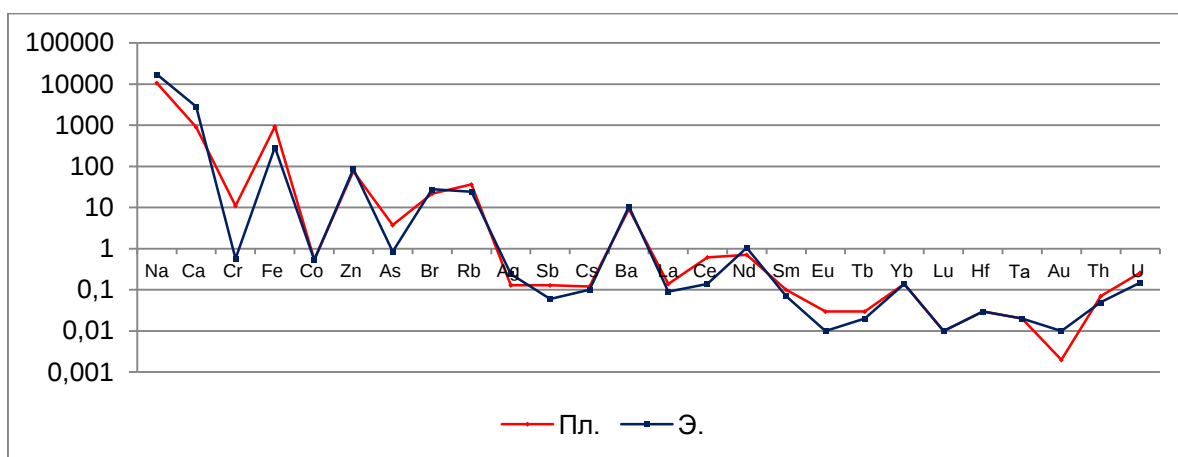


Рисунок 32.Содержание химических элементов в плаценте и эмбрионах мелких млекопитающих, отобранных на расстоянии от СУМЗа в 30 км (контрольная зона).

На территории контрольной зоны содержание химических элементов в тканях эмбриона изменяется следующим образом: содержание таких элементов, как Na, Ca, Zn, Nd, Sm в эмбрионе по-прежнему превышает содержание этих же элементов в плаценте, дополнительно повышает содержание Ag, Yb.

Суммируя полученные выводы, стоит отметить, что металлы Na, Ca, Zn, Nd, Sm минуют плацентарный барьер, как на близкой к предприятию территории, так и на удаленной, Na, Ca являются жизненно необходимыми для развития нового организма, а содержание Zn может быть связано, как с его биологической функцией, так и со спецификой выбросов производства.

Редкоземельные элементы (Sm, Nd, Yb) также не задерживаются плацентарным барьером и попадают в эмбрион.

Полученные в ходе исследования данные позволили построить геохимический ряд по коэффициенту концентрации химических элементов относительно общего среднего для плаценты и эмбриона на импактной и контрольной территориях:

Таблица 18. Геохимический ряд коэффициента концентрации химических элементов в плаценте и эмбрионе на импактной территории, относительно общего среднего

Территория	Коэффициент концентрации	Суммарный КК
Плацента	Ba _{1,9} -Yb _{1,8} -Ag _{1,7} -Sm _{1,6} - Ta _{1,4} - Co _{1,4} - Lu _{1,26} - U _{1,2} - Br _{1,12} - Ca _{1,08} - Zn _{1,03} - Au ₁	26,28
Эмбрион	Fe _{2,7} - Sb _{2,2} - Cr _{2,2} - Ca _{1,9} - Sm _{1,8} - Ce _{1,7} - La _{1,5} - Zn _{1,3} -Br _{1,3} - U _{1,1} - Lu _{1,06}	29,89

В тканях плаценты на территории импактной зоны самый высокий коэффициент концентрации у Ba, возможно высокий коэффициент концентрации данного элемента в плаценте связан с его взаимодействием с эссенциальным металлом кальцием, коэффициент концентрации которого также больше 1. Отмечаются высокие коэффициенты концентрации редкоземельных элементов Yb, Sm, Lu, радиоактивного металла U, основного загрязнителя медеплавильного производства Zn, галогена Br, а также Au.

Плацентарный барьер минуют, и попадают в эмбрион Sm, Zn, Br, U, Lu. Высокие коэффициенты концентрации Fe, Ca могут объясняться их физиологической необходимостью.

Суммарный коэффициент концентрации химических в эмбрионах выше, чем в плаценте, что может быть связано с нарушением работа биогеохимического барьера на территории подвергающейся техногенной нагрузке.

Далее, рассматривается геохимических ряд коэффициента концентрации химических элементов в плаценте и эмбрионе на территории контрольного участка (табл. 19.).

Таблица 19. Геохимический ряд коэффициента концентрации химических элементов в плаценте и эмбрионе на импактной территории, относительно общего среднего

Территория	Коэффициент концентрации	Суммарный КК
Плацента	As _{1,5} -Ce _{1,5} -U _{1,3} -Sb _{1,3} -Cr _{1,3} -Eu _{1,2} -Th _{1,2} - Yb _{1,2} -Sm _{1,2} -Lu _{1,1} -La _{1,1} -Rb _{1,1} -Fe _{1,1} -Ta _{1,09} - Ca _{1,08} -Na _{1,06} -Zn _{1,01} -Tb ₁	30,04
Эмбрион	Au _{1,3} - Nd _{1,3} - Rb _{1,2} - Ag _{1,1} - Hf _{1,1} - Tb _{1,1} - Th _{1,1} - Cs _{1,1} - Ba _{1,09} - Ta _{1,09} - Eu _{1,07} - Na _{1,03} - U _{1,03} - Sr _{1,01} - Lu _{1,01}	26,63

В тканях плаценте на территории контрольной зоны обнаруживаются высокие коэффициенты концентрации редкоземельных металлов - Ce, La, Sm, Eu, Lu, Tb, из которых в эмбрион попадают Tb, Eu, Lu. В тканях плаценты на территории контрольной зоны высокий коэффициент концентрации Na, Fe, Rb, а в эмбрионе Na, Rb, отсюда можно сделать вывод, что Fe оседает на плацентарном барьере. Коэффициент концентрации U, Th больше 1 на каждом исследуемом участке, что может быть связано, что с последствиями производственных загрязнений, прослеживающийся на территории Свердловской области.

4.3. Изменение содержания химических элементов в печени Полевки рыжей (*Myodes glareolus*), на территории Среднеуральского медеплавильного комбината

Известно, что печень играет важнейшую в организме роль - барьера, препятствующего проникновению вредных веществ, ядовитых токсинов в кровь. Проанализировав содержание микроэлементов в печени полевок можно делать выводы о техногенной загруженности или природной специфике изучаемых территорий, а также о степени воздействия этих факторов на живой организм.

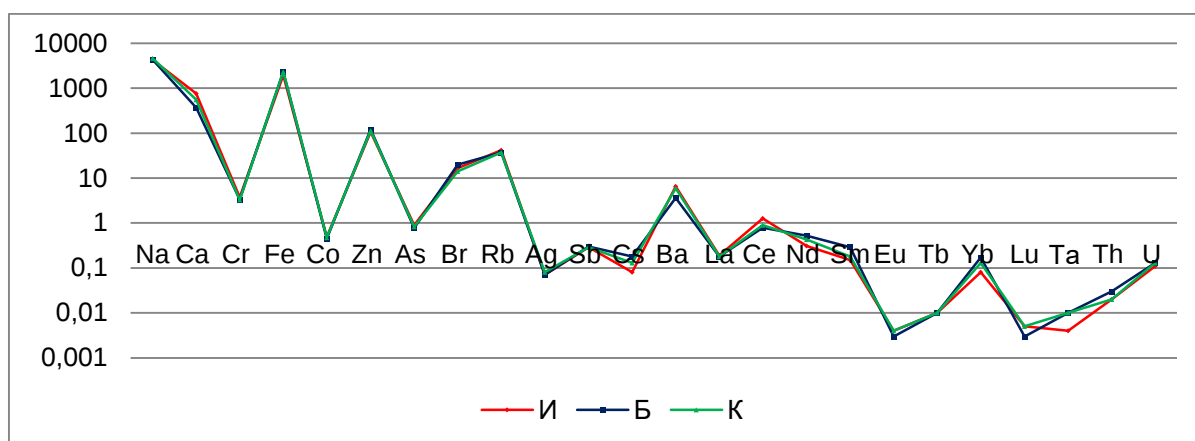


Рисунок 33. Содержание химических элементов в печени мелких млекопитающих на исследуемых территориях

Диаграмма распределения химических элементов в печени мелких млекопитающих наглядно демонстрирует, что на территории контрольной зоны больше концентрируются такие химические элементы, как Na, As, Ag. На территории буферной зоны: Zn, Br, Cs, Sb, Fe, Nd, Sm, Yb, Ta, Th, U. На территории импактной зоны: Ca, Cr, Co, Rb, Ba, La, Ce, Eu, Tb, Lu. Можно отметить, что большее число химических элементов в себе концентрируют пробы из буферной и импактной зоны, в то время как контрольная зона отличается накоплением только Na, As, Ag.

По данным статистического анализа была построена точечная диаграмма, показывающая распределение химических элементов в импактной и контрольной зоне отбора проб (рис. 34).

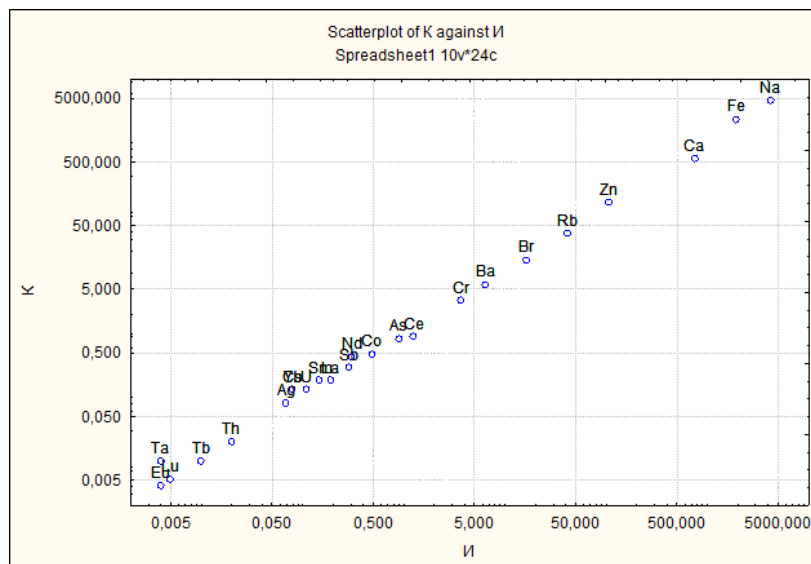


Рисунок 34. Распределение химических элементов в печени мелких млекопитающих, в пробах отобранных на импактной (И), и контрольной (К) зоне.

Наблюдается четкое разделение химических элементов на 4 группы, с наименьшим содержанием в организме:

1. Редкоземельные металлы Lu, Eu, Ta, Tb; радиоактивные металлы: Th; Ta.
2. Редкоземельные металлы: Ce, Nd, Sm, Yb; радиоактивные металлы: U; элементы подгруппы азота: As, Sb; тяжелые металлы: Co; щелочные металлы: Cs.
3. Тяжелые металлы: Cr, Ba, Zn; галогены: Br; щелочные металлы: Rb.
4. Эссенциальные макроэлементы: Ca, Fe, Na.

Процесс кровообращения начинается с процесса очистки, поступившей через воротную вену, крови печенью, и последующего переноса её к органам и тканям, уже очищенная печенью кровь, поступает к плаценте, где процесс очистки продолжается гораздо активнее. Плацента

является более мощным барьером для химических элементов, нежели печень, что подтверждается полученными в ходе исследования данными.

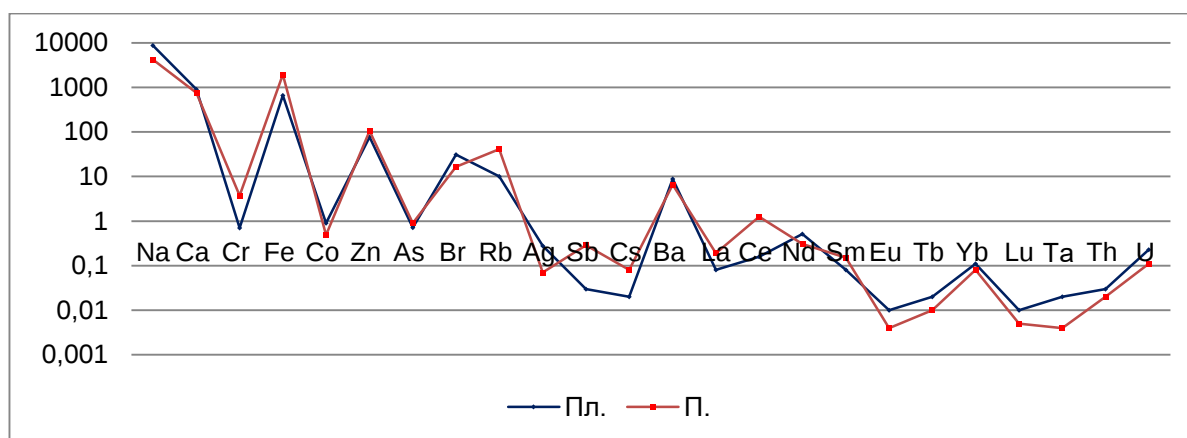


Рисунок 35. Сравнительная диаграмма печеночного и плацентарного барьера в организме мелких млекопитающих на территории импактной зоны, мг/кг зольного остатка

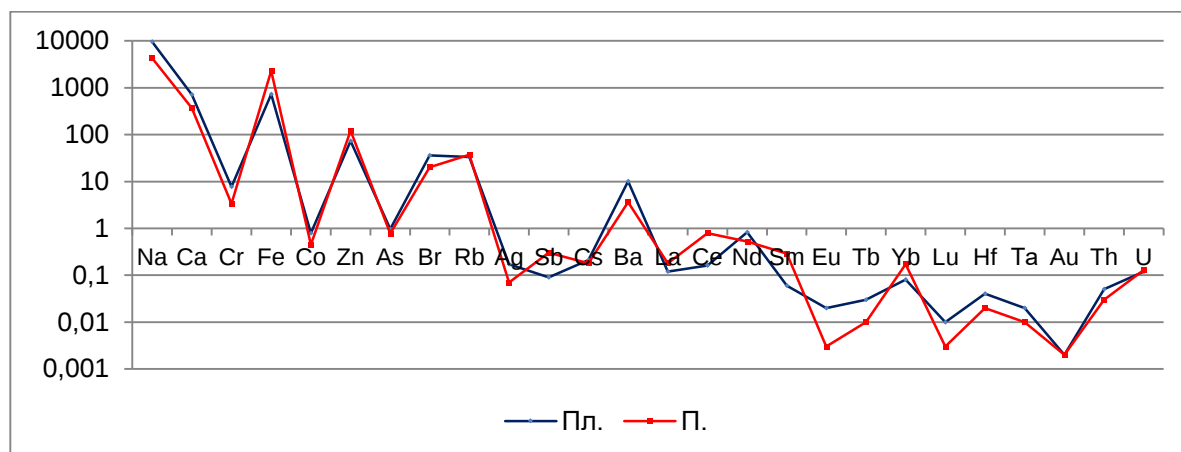


Рисунок 36. Сравнительная диаграмма печеночного и плацентарного барьера в организме мелких млекопитающих на территории буферной зоны, мг/кг зольного остатка

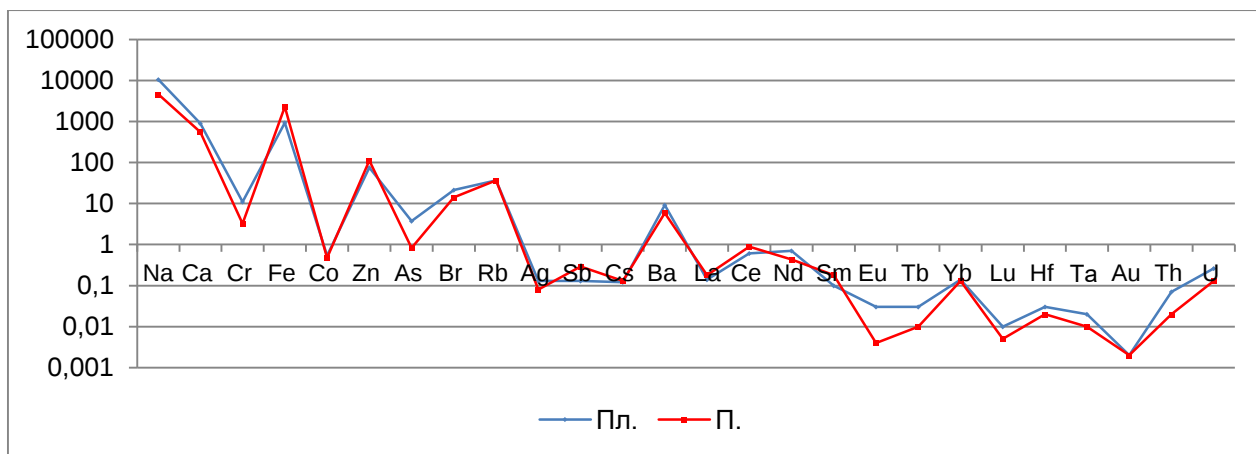


Рисунок 37. Сравнительная диаграмма печеного и плацентарного барьера в организме мелких млекопитающих на территории контрольной зоны, мг/кг зольного остатка

Проанализировав содержание химических элементов на двух внутренних барьерах организма Полевки рыжей, были получены следующие результаты:

На каждом исследуемом участке число элементов, оседающих на плацентарном барьере выше, числа элементов, которые задерживаются в печени, что может быть связано с повышенной скоростью миграции этих элементов в организме, либо с тем, что барьерные способности плаценты выше, чем у печени.

Существует группа элементов, а именно Na, Ca, Br, Ba, Nd, Eu, Tb, Lu, Ta, Th, которые накапливаются преимущественно в плаценте, на каждом исследуемом участке, и Fe, Zn, Rb, Sb, La, Ce, Sm, которые концентрируются в печени.

Выявлены специфические для каждой зоны элементы, содержание которых меняется в зависимости от зоны отлова, для импактной зоны это As, Cr в печени, для буферной зоны Cs в плаценте, U в печени, для контрольной зоны Co в печени.

Содержание Zn, Rb в печени, объясняется их физиологической ролью, данные химические элементы входят в состав необходимых для пищеварения ферментов, Fe один из основных компонентов крови, отвечающий за транспортировку кислорода, роль редкоземельных металлов, таких как La,

Ce, Sm еще не изучена до конца, рядом авторов отмечается их способность катализировать или ингибировать процессы обмена веществ в организме [56].

Можно провести сравнительный анализ содержания химических элементов в печени беременной Полевки рыжей, отобранной в окрестностях Среднеуральского медеплавильного завода с экспериментальными исследованиями, выполненными на половозрелых белых крысах-самках в возрасте 3-х месяцев и массой 180 ± 10 г., проведенными в биологической клинике Оренбургского государственного университета на стандартном рационе, со свободным доступом к воде и пище [57].

Полевка рыжая и мышь лабораторная относятся к одному отряду мелких млекопитающих – грызуны, и хоть принадлежат к разным семействам, хомяковые и мышинные соответственно, являются близкими видами.

Таблица 20. Содержание химических элементов в печени беременных мелких млекопитающих, отобранных в зоне техногенеза и в лабораторных условиях, мг/кг

Х/э	Крыса белая Rattus norvegicus f. Domesticus	Полевка рыжая Myodes glareolus		
	Л.	К	Б	И
Cr	0,17	3,27	3,34	3,75
Fe	208	2303,07	2309,84	1940,1
Co	0,055	0,47	0,45	0,49
Zn	30,15	112,3	120,85	106,22
As	0,08	0,83	0,77	0,9

Примечание: Л. – лабораторные условия, К. – контрольная зона, Б – буферная зона, И – импактная зона.

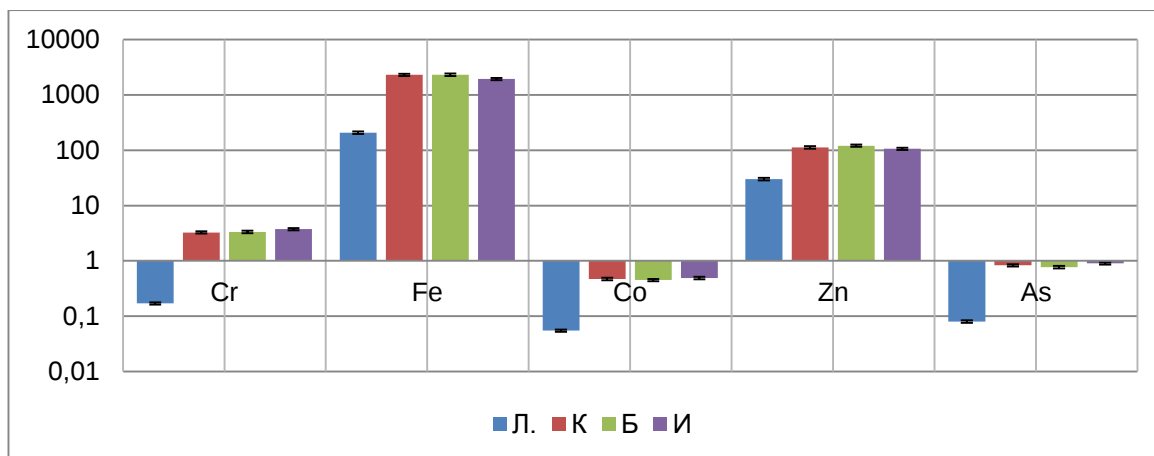


Рисунок 38. Сравнительная диаграмма содержания химических элементов в лабораторных условиях и в зоне техногенеза (Л. – лабораторные условия, К – контрольная зона, Б – буферная зона, И – импактная зона), мг/кг зольного остатка

Сравнительный анализ данных содержания тяжелых металлов и мышьяка в печени беременных мелких млекопитающих, обитающих в лабораторных условиях и на исследуемых участках, показывает, что содержание всех рассматриваемых химических элементов в печени лабораторной крысы на порядок ниже содержаний в печени полевок, обитающих в условиях техногенеза.

4.4. Содержания радиоактивных элементов (Th, U) в биологическом материале Полевки рыжей (*Myodes glareolus*), на территории Среднеуральского медеплавильного комбината

Уран и торий – наиболее известные представители члены семейства актиноидов, они являются элементами, встречающимися в природе в количествах, представляющих практический интерес, в отличие от других актинидов. В живом веществе их содержание несоизмеримо меньше, чем в неживой среде. Токсическое действие урана обусловлено его химическими свойствами и зависит от растворимости. Содержание U в органах и тканях животных и человека, по литературным данным, не превышает 0,1 мг/кг, эта величина для различных районов может варьировать [58]. Предположительно, уран необходим для нормальной жизнедеятельности животных и растительных организмов, однако его физиологические функции

пока не выяснены. Основные источники поступления в организм: загрязненная вода, воздух, продукты питания [59]. Распределение тория в организме зависит от пути введения. [59]. В результате накопления в костях тория и продуктов его распада в костном мозге и при наличии заметных следов тория в других органах и тканях возникают отдаленные последствия его воздействия.

Высокая чувствительность репродуктивной системы и печеночного барьера Полевки рыжей, может быть индикатором для оценки и прогнозирования степени воздействия радиозоологической обстановки изучаемой области на живой организм, и определения специфики распределения урана и тория на каждой территории.

Анализ статистической информации, полученной методом ИНАА, позволил построить информативные диаграммы распределения U и Th на каждой исследуемой зоне (рис. 39.).

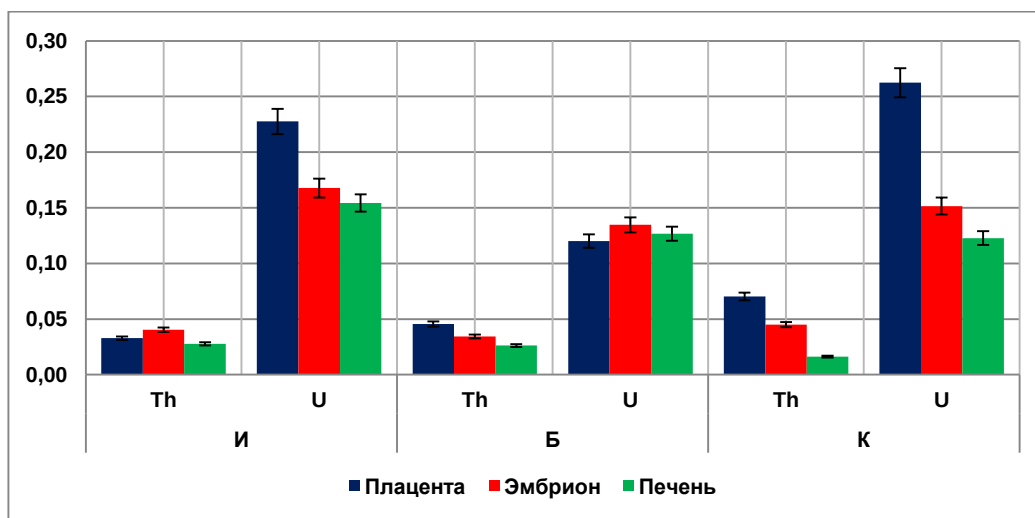


Рисунок 39. Содержание U, Th в пробах биологического материала полевок на разных территориях, мг/кг зольного остатка

Диаграмма распределения U, Th в пробах биологического материала Полевки рыжей наглядно демонстрирует, что накопление U на территории контрольной и импактной зон и накопление Th на территории буферной и

контрольной зон происходит по принципу плацента>эмбрион>печень, а значит печеночный фильтр пропускает U и Th в организм животного. Плацента активно концентрирует Th, препятствуя его попаданию в эмбрион, что видно в пробах из буферной и контрольной территории. В пробах из импактной зоны барьерный механизм плаценты на осаждение Th нарушается, что приводит к его большому попаданию в эмбрион.

Одним из возможных показателей природы нахождения радиоактивных элементов в живом веществе является Th/U отношение. Согласно данным Л.П. Рихванова (1997) высокие (>5) торий-урановые отношения в почвах естественного залегания характерны только для районов с появлением ториеносных геологических образований, а пониженные Th/U отношения (<3) в почвах при их естественном залегании установлены в районе расположения предприятий ядерного топливного цикла (Рихванов, 1997).

Точечные диаграммы распределения Th/U отношения на каждой исследуемой зоне представлены на рисунках _-.

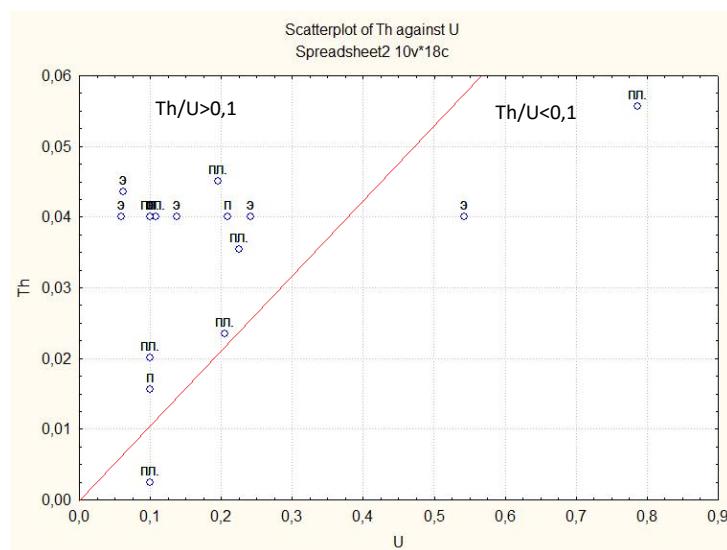


Рисунок 40. Th/U отношение в биологическом материале рыжей полевки, на территории импактной зоны, п – печень, пл. – плацента, э - эмбрион

Th/U отношение в биологическом материале Полевки рыжей делится на 2 группы: у большинства проб $Th/U > 0,1$, причем такое отношение

встречается в каждом виде биологического материала, в то время как обнаружено 3 пробы (2 плаценты и 1 эмбриона) с пониженным относительно данной выборки $Th/U < 0,1$. $Th/U < 0,1$ на территории импактной зоны в печени не встречается.

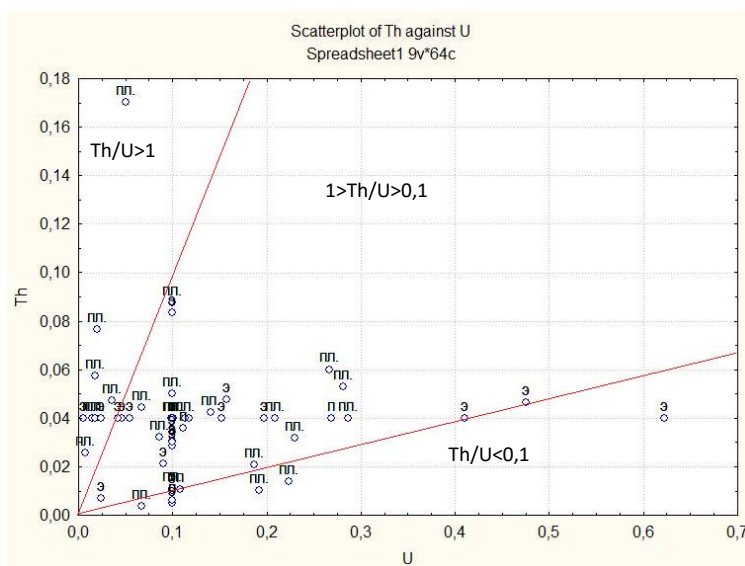


Рисунок 41. Th/U отношение в биологическом материале рыжей полевки, на территории буферной зоны, п – печень, пл. – плацента, э – эмбрион

На территории буферной зоны Th/U отношение в пробах биологического материала Полевки рыжей лежат в пределах $Th/U > 1$; $1 > Th/U > 0,1$; $Th/U < 0,1$. Повышенное относительно взятой выборки отношение наблюдается в пробах плаценты и эмбрионов, и захватывает наименьшее число проб, в пробах печени не наблюдается. Соотношение $1 > Th/U > 0,1$ отмечается в большинстве проб взятой выборки, оно распространяется на все пробы печени, и обнаруживается также у эмбрионов и плацент. Самое низкое для выборки отношение $Th/U < 0,1$ отмечается только в пробах эмбрионов и плацент.

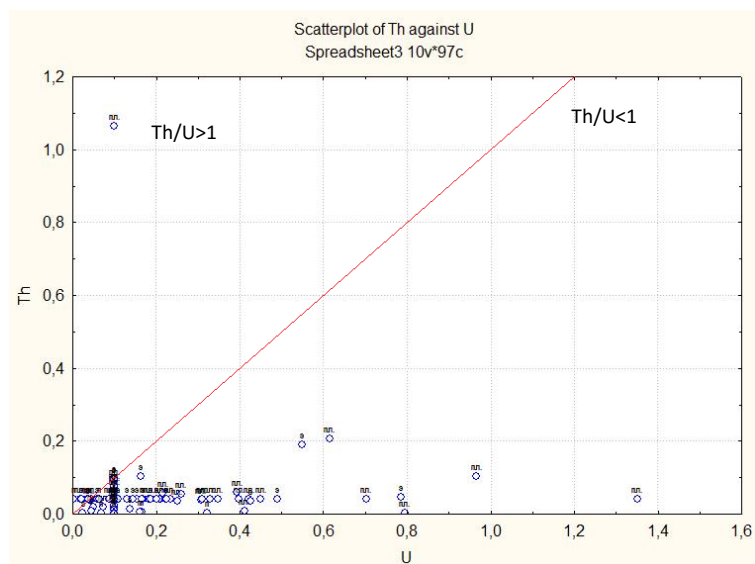


Рисунок 42. Th/U отношение в биологическом материале рыжей полевки, на территории контрольной зоны, п – печень, пл. – плацента, э – эмбрион

Самое высокое для изучаемой выборки Th/U отношение отмечается в пробах из контрольной зоны, здесь оно колеблется от $1 > \text{Th}/\text{U} < 1$, большинство проб лежит в пределах $\text{Th}/\text{U} < 1$. Обнаружена проба плаценты (возможно ураганная) с аномально высоким содержанием Th.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Технико-экономическое обоснование научно-исследовательской работы проводится с целью определения и анализа трудовых и денежных затрат, направленных на их реализацию, а также уровня их научно-технической результативности [60]. Для выполнения этого нужно произвести следующие виды работ, которые выполняются последовательно: полевые биогеохимическим методом, лабораторные и камеральные. На основании технического плана рассчитываются затраты времени и труда. С целью выявления денежных затрат, связанных с выполнением технического задания, необходимо определить прежде всего время на выполнение отдельных видов работ по проекту, спланировать их последовательное выполнение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ по проекту.

Работа проводилась на территории Свердловской области, близ Среднеуральского медеплавильного завода, расположенного в г. Ревда, на отдельных площадках, находящихся на 3 исследуемых зонах, по 2 площадки в каждой: импактная зона – 2 км от предприятия, буферная зона – 7 км от предприятия и контрольная (условно фоновая) зона – 30 км от предприятия. Выезд на площадки осуществлялся из биологической станции в селе Хомутовка, расположенного в 4 км от предприятия. Расстояние между отдельными площадками внутри зоны составляет 1 км, а расстояние между отдельными зонами и биологической станцией составляет: 4 км до площадок импактной зоны, 2 км до площадок буферной зоны, и 25 км до площадок контрольной зоны. Перемещение на исследуемые территории осуществлялось на автомобиле, а внутри зоны между площадками пешком. Всего пеший маршрут составляет 12 км, а автомобильный 62 км. Количество проб на каждой площадке 6 штук, итого на всех исследуемых зонах проб – 36 штук. В работе проанализированы данные, полученные при анализе проб

биологического материала мелких млекопитающих, которое проводилось в период с июня по август с 2005-2007, 2012-2013, 2015 годах. В данном расчете учитывается расход средств на один год исследования – 2015 год.

5.1 Планирование, организация и менеджмент при проведении работ

5.1.1 Планирование работ

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

Полевой период. Во время полевого периода производится отбор проб биологического материала мелких млекопитающих. Опробование проводится на отдельных площадках, расположенных на расстоянии 2 км, 7 км и 30 км от предприятия (Среднеуральский медеплавильный завод, г. Ревда, свердловская область) по 2 площадки на каждом. Расстояние между отдельными площадками в пределах каждой зоны составляет 1 км. Всего отдельных площадок 6, по 2 площадки в каждой зоне исследования. Опробование проводится в течении 3 месяцев.

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

Выполнение геоэкологических работ происходит с помощью специалистов и рабочих. Снабжение полевых работ происходит путем

выдачи необходимых материалов, приборов, а также выплачиваются деньги на питание.

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

Финансовый план включает в себя расчет основных расходов физических единиц работ, общую сметную стоимость геоэкологических работ (форма СМ-1), расчет стоимости, с учетом амортизационных отчислений, основных фондов.

Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом. Содержание работ: выбор пунктов отбора проб, отбор проб материала вручную, маркировка пакетов для проб, этикетирование и упаковка проб, изучение и описание материалов проб. Отражение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения, сушка материала проб, регистрация проб в журнале.

Пробы биологического материала отбирались точно в направлении от источника воздействия на юго-восток по преобладающему направлению ветра (юго-западное). Отбор проб производился одновременно на всех участках, в анализе использовали эмбрионы (и плаценты) только на поздних стадиях беременности (18-20 дней).

Лабораторные работы. Данный этап работ включает подготовку проб к инструментальному нейтронно-активационному анализу с облучением тепловыми нейтронами, который выполняется подрядчиками в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета. Выполнялась подготовка пакетиков из фольги размером 30*30 мм, упаковка 100 мг вещества в пакетики.

Камеральные работы. Камеральная обработка материалов включает: сбор и систематизацию информации об исследуемой территории; сбор исходных данных и их систематизацию в послеполевой период; собственно камеральную обработку материалов; выведение специализированных карт; машинописные и графические работы.

5.2 Бюджет научного исследования

Виды работ, которые необходимо провести для геоэкологических исследований указаны в геоэкологическом задании. Виды, условия и объёмы работ представлены в таблице 7.2 (технический план). На основании технического плана рассчитываются затраты времени и труда.

Таблица 20 - Виды и объёмы проектируемых работ (технический план)

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм.	Кол-во		
1	2	3	4	5	6
1	Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом	проба	36	Привязка пунктов наблюдения - глазомерная. Пробы отбираются при помощи мышеловки «давилка». Сушка проб - до воздушно-сухого состояния. Обозначение проб, и их регистрация - на бланках этикеток и журналов установленной формы.	Журналы регистрационные разные; Карандаш простой; Книжка этикетная; Ручка шариковая (без стержня).
2	Проведения маршрутов при эколого-геохимических работах биогеохимическим методом	км	12	Выбор площадок отбора проб. Отбор проб объектов биосферы. Изучение и описание материалов проб. Этикетирование и упаковка проб. Корректировка записей в полевой книжке. Регистрация проб в журнале.	Сумка полевая кирзовая; Карандаш простой.

1	2	3	4	5	6
2	Полевая камеральная обработка материалов	проба	36	Систематизация проб. Составление сопроводительных ведомостей и оформление заказов на сторонние лабораторные работы. Написание соответствующего раздела в полевой отчет.	Блокнот малого размера Книга конторская Папка для бумаг Ручка шариковая (без стержня).
3	Камеральная работа обработка материалов эколого-геохимических работ (без использования ЭВМ)	проба	36	Выявление источников загрязнения и путей транспортировки веществ-загрязнителей в окружающую среду. Разработка рекомендаций проведения природоохранных мероприятий. Дополнение новыми данными полевых книжек, журналов, каталогов.	Блокнот малого размера Книга конторская Папка для бумаг Ручка шариковая (без стержня) Бумага копировальная.
4	Камеральные работы, обработка материалов эколого-геохимических работ (с использованием ЭВМ),	проба	36	Аналитические и расчетные работы (табл. 60, строки 29-32): изучение результатов анализов проб и их систематизация; анализ характера распределения элементов-индикаторов с построением графиков распределения содержаний элементов; формирование геохимических выборок; собственно расчет геохимических показателей; оформление полученных данных в виде таблиц, графиков, диаграмм.	Электронно-вычислительная машина
5	Лабораторные исследования	проба	36	Анализ проб	Лабораторное оборудование

5.3 Расчет затрат времени и труда по видам работ

Расчет затрат времени на геоэкологические работы определен порядком «Инструкцией по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» и ССН-93 выпуск 2 «Геоэкологические работы». Из этого справочника взяты следующие данные:

- норма времени, выраженная на единицу продукции;
- коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$t = Q * H_g * K, \text{ где}$$

Q- объем работ; H_g - норма времени; K - соответствующий коэффициент к норме.

Используя технический план, в котором указаны все виды работ необходимо определить затраты времени на выполнение каждого вида работ в сменах и месяцах. Для этого заполняется таблица 21.

Таким образом, геохимические исследования будет выполнять отряд, состоящий из 2 человек (геоэколог, рабочий 2 категории). То есть то количество исполнителей, которое необходимо для исполнения всех проектируемых работ.

Таблица 21 - Расчет затрат времени на геоэкологические исследования

№	Виды работ	Объем		Норма длительности, Н	Коэффициент, К	Нормативный документ	Итого чел./смена, N
		Ед. из м.	Кол-во				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом	шт.	0,09 кг (36)	0,1386	1	ССН, вып. 2, табл. 41, стр. 2, ст. 6	5,04
2	Проведения маршрутов при эколого-геохимических работах биогеохимическим методом	шт.	36	0,213	1	ССН, вып. 2, табл. 43, стр. 11, ст. 4	2,5
2	Полевая камеральная обработка материалов	шт.	36	0,265	1	ССН, вып. 2, табл. 45, стр. 8, ст.. 7	3,2

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Камеральная работа обработка материалов эколого- геохимических работ (без использования ЭВМ)	шт.	36	0,0168	1	ССН, вып. 2. Табл. 59, стр. 1, ст. 4	0,6
3	Камеральные работы, обработка материалов эколого- геохимических работ (с использования ЭВМ),	шт.	36	0,03	1	ССН. Вып 2. Табл 61, стр.3, ст.5	1,1
5	Камеральная обработка материалов эколого- геохимических работ, необходимость выполнения которого зависит от геохимического метода (без использования ЭВМ)	шт.	36	0,0007 0,00009	1	ССН. Вып 2. Табл 60, 28 стр, 29 стр.	0,03
Итого:							12,47

5.4 Расчет производительности труда, расчет продолжительности выполнения всего объема проектируемых работ

Основным показателем для планируемых работ во времени считается производительность труда за месяц.

Основным показателем для планирования, организации и управления проектируемыми работами является производительность труда. Эти технико-экономические показатели необходимы для планирования проектируемых работ. Производительность труда за месяц ($\Pi_{мес}$), определяется по формуле:

$$\Pi_{мес} = Q / T_{усл} * n$$

$$n = Q / \Pi_{мес} * T_{усл}$$

где Q - объем работ; $T_{усл}$ - время проектное в расчетных единицах (месяц) для каждого вида работ; n - коэффициент загрузки.

Произведя расчеты по данным выше формулам получаем требуемое количество бригад.

Полевые работы начинаются 1 июня и завершаются в августе. Полевые работы будут осуществляться в течение 3 месяцев.

Транспортировка персонала будет осуществляться: на место работ и после окончания.

5.4.1 Расчет затрат труда

Таблица 22 - Расчет затрат труда

№	Виды работ	Т	Геоэколог	Рабочий 2 категории
			Н, чел/смена	Н, чел/смена
1.	Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом	10,08	5,04	5,04
2.	Проведения маршрутов при эколого-геохимических работах биогеохимическим методом	5	2,5	2,5
3.	Камеральные работы	4,9	4,9	-
Итого:		20,7	12,44	7,54

5.5 Нормы расходов материалов

В соответствии со справочником сметных норм на геологоразведочные работы в таблице 7.6 представлено наименование материалов необходимых для проведения геохимических работ. В таблице 7.7. расчет затрат на ГСМ.

Таблица 23 Нормы расхода материалов на проведение геохимических работ

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
1	2	3	4	5
Эколого- геохимические работы биогеохимическим методом				
Журналы регистрационные разные;	шт.	70	1	70
Карандаш простой;	шт.	20	2	60
Книжка этикетная;	шт.	50	0,126	6,3
Ручка шариковая (без стержня).	шт.	20	0,25	5
Блокнот малого размера	шт.	20	2	40
Книга конторская	шт.	200	0,2	40
Папка для бумаг	шт.	15	2	30
Проведения маршрутов при эколого-геохимических работах биогеохимическим методом				
Сумка полевая кирзовая	шт.	100	8,33	264
Карандаш простой	шт.	20	2	40
Камеральные работы				
Блокнот малого размера	шт.	20	2	40

1	2	3	4	5
Книга конторская	шт.	200	0,2	40
Папка для бумаг	шт.	15	2	30
Ручка шариковая (без стержня)	шт.	20	0,25	5
Бумага копировальная.	пачка (100 л)	150	0,3	45
Лабораторные работы				
Фольга алюминиевая 10 м х 30 см	шт.	50	1	50
Ручка шариковая (без стержня)	шт.	20	0,25	5
Итого:				725,3

Транспортные расходы данного исследования складывались из стоимости проезда до места проведения исследования (г. Ревда Свердловской области, маршрут Томск-Екатеринбург-Томск) и расходов горюче-смазочных материалов. Стоимость железнодорожного билета до места проведения работ составляет 4952 рубля в один конец. Стоимость проезда по маршруту Томск-Екатеринбург-Томск поездом составит 9904 рубля. В связи с тем, что пробы биологического материала отбираются по времени попадания полевки в мышеловку, требуется неоднократная проверка участков пробоотбора. Всего автомобильный маршрут на месте проведения исследования составляет 62 км, за 3 месяца полевых работ будет осуществлено 12 поездок на место опробования, что составит 1488 км пути за весь период. Поездки осуществлялись на автомобиле ВАЗ 2121 Нива, расход бензина которого на 100 км составляет - 11 л, отсюда следует, что на 1 км пути расходуется 0,11 л бензина, а на 1488 км, при стоимости бензина АИ-92 – 31,0 рублей, затраты на ГСМ составляют 13527 рублей (таблица 7.7).

Таблица 24. Расчет затрат на ГСМ

№	Наименование автотранспортного средства	Количество	Стоимость за 1 л. (руб)
1	Бензин, АИ-92	1488 км	31,0
Итого:			13527

Итого транспортные расходы составляют: 23431 рубль.

5.6 Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ (СМ

1)

Общий расчет сметной стоимости геоэкологического проекта оформляется по типовой форме.

Базой для всех расчетов в этом документе служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ по проекту и подразделяются на:

- ЭГР;
- сопутствующие работы и затраты.

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

Расходы на транспортировку грузов и персонала – 5% полевых работ.

Накладные расходы составляют 15% основных расходов.

Сметно-финансовые и прочие сметные расчеты производятся на работы, для которых нет ССН. Основные расходы для них рассчитываются в зависимости от планируемых расходов: труда (количество человек, их загрузка, оклад), материалов, техники. Следует помнить, что затраты труда определяются по трем статьям основных расходов:

1. Основная заработная плата (оклад с учетом трудозагрузки);
2. Дополнительная заработная плата (7,9% от основной заработной платы); отчисления на социальное страхование (26% от суммы основной и дополнительной заработной платы).

Общий расчет сметной стоимости проекта оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ по проекту и подразделяются на А (собственно геоэкологические работы) и Б (сопутствующие работы).

Расчет стоимости на проектно-сметные работы выполняется на основании данных организации, составляющей проектно-сметную документацию. Оклад берется условно [61].

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$ЗП = \text{Окл} * T * K,$$

где ЗП – заработная плата (условно), Окл – оклад по тарифу (р), Т – отработано дней (дни, часы), К – коэффициент районный.

$$\text{ДЗП} = ЗП * 7,9\%,$$

где ДЗП – дополнительная заработная плата (%).

$$\text{ФЗП} = ЗП + \text{ДЗП},$$

где ФЗП – фонд заработной платы (р).

$$\text{СВ} = \text{ФЗП} * 30\%,$$

где СВ – страховые взносы.

$$\text{ФОТ} = \text{ФЗП} + \text{СВ},$$

где ФОТ – фонд оплаты труда (р).

$$\text{СПР} = \text{ФОТ} + M + A + R,$$

где СПР – стоимость проектно-сметных работ [62].

Сметно-финансовый расчет на проектно-сметные работы представлен в таблице 7.8, а расчет затрат на подрядные работы – в таблице 7.9.

Таблица 24. – Сметно-финансовый расчет на выполнение проектно-сметных работ (данные окладов ППС и НС согласно приложению 1 к приказу ректора ТПУ от 1.10.2013 г.)

Наименование расходов		Един. Измер.	Затраты труда	Дневная ставка, руб	Индекс удорожания	Сумма основных расходов
1	2	3	4	5	6	7
Основная заработная плата:						
Геозолог	1	чел-см	12,44	576	1,022	7323
Рабочий 2 категории.	1	чел-см	7,54	544	1,022	4192
ИТОГО:	2		19,98			11515
Дополнительная зарплата	7,9%					910
ИТОГО:						12425
ИТОГО: с р.к.=	1,3					16153
Страховые взносы	30,0%					4846
ИТОГО:						20999
Материалы, К _{тзр} =1,0	5,0%					621
Амортизация	1	смена	19,98	66,22		2649

1	2	3	4	5	6	7
ИТОГО основных расходов:						24269
ИТОГО основных расходов						28199,81

Таким образом, сметно-финансовый расчет на выполнение полевых работ составляет 28199,81 рублей.

Таблица 25. – Расчет затрат на подрядные работы

№	Метод анализа	Количество проб	Стоимость, руб	Итого
1	Инструментальный нейтронно-активационный анализ	36	2500	90000
2	Итого			90000

5.7 Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ

Общий расчет сметной стоимости геоэкологического проекта оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов в этом документе служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ по проекту и подразделяются на эколого-геохимические работы и сопутствующие работы и затраты.

Общий расчет сметной стоимости геоэкологических работ отображен в таблице 7.10

Таблица 26. - Общий расчет сметной стоимости геоэкологических работ (СМ 1)

№ п/п	Наименование работ и затрат	Объём		Полная сметная стоимость, руб.
		Ед. изм.	Количество	
I	Основные расходы на геоэкологические работы			
1	Проектно-сметные работы	% пр.	100	28199,81
2	Полевые работы			28199,81
3	Камеральные работы	% пр.	100	28199,81
4	Транспортные расходы			23431,00
Итого основных расходов (ОР):				108030,43
II	Накладные расходы	% от ОР	15	16204,56
Итого: основные и накладные расходы (ОР+НР)				124234,99
III	Плановые накопления	% от НР+ОР	20	24847,00
V	Подрядные работы			
Лабораторные работы				90000
V	Резерв	% от ОР	3	3240,91
Итого сметная стоимость				242322,91
VI	НДС	%	18	43618,1231
Итого с учётом НДС:				285941,03

Таким образом, затраты на реализацию научно-исследовательского геоэкологического проекта на установленный период составляет 285941,03 рублей с учетом НДС.

6. Социальная ответственность специалиста при проведении геоэкологических работ по изучению биологического материала животных и человека

Социальная ответственность или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) - это ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров [63]. Среднеуральский медеплавильный завод располагается на территории Свердловской области, города Ревда, близ города Первоуральска. Район размещения площадки производства характеризуется резко континентальным климатом, с теплым летом и холодной зимой со значительным увлажнением [64].

В выпускной работе, как уже говорилось во введении, был изучен биологический материал млекопитающих и человека, однако данные о содержании химических элементов в организмах человека и свиньи домашней, в работе использовались только для проведения сравнительного анализа с мелкими млекопитающими, а значит, для биологического материала человека и свиньи домашней были исключены полевой и лабораторный этапы. Были запланированы работы на открытом пространстве (полевые работы) и работы в помещении (камеральные и лабораторные работы). Пробы отбирались в летние месяцы (июнь-август) в окрестностях Среднеуральского медеплавильного комбината, на отдельных участках, расположенных в трех зонах, удаленных от него на 2 км, 4 км и 30 км. Всего за период исследования с 2005-2013 гг. отобрано было 178 проб (36 проб в год). Поэтому в разделе «Социальная ответственность» также будет рассмотрена производственная безопасность на открытом воздухе (полевой этап) (таблица 1). Данная выпускная квалификационная работа представлена научно-исследовательской работой, во время выполнения которой

осуществлялся отбор проб биологического материала; обработка результатов анализов проб, их систематизация; расчет геохимических показателей и их сравнительных характеристик; оформление итоговых данных в виде таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, а также набор текста на персональном компьютере. Поэтому работа проводилась как в лаборатории, так в кабинете с электронно-вычислительными машинами (табл. 1).

Таблица 27. Основные элементы производственного процесса при геоэкологических работах, формирующие опасные и вредные факторы

Этапы работ	Наименование запроектированных видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-99) [65]		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
Полевой	Отбор проб биологического материала (биогеохимический способ, точечный отбор)	1.Механические травмы при пересечении местности.	1. Отклонение параметров климата на открытом воздухе. 2. Тяжесть физического труда 3. Повреждения в результате контакта с насекомыми и животными	ГОСТ 12.0.003-99 [65] ГОСТ 12.1.005-88[66] ГОСТ 12.1.004-91[67] Р 2.2.2006-05 [68] ГОСТ 12.1.003-83 [69]
Лабораторный и камеральный	Подготовка проб для инструментального нейтронно-активационного анализа; Обработка результатов анализов проб биологического материала и составление отчетов на ЭВМ с жидкокристаллическим дисплеем	1. Поражение электрическим током; 2.Пожарная опасность.	1.Отклонение параметров микроклимата в помещении. 2.Недостаточная освещенность рабочей зоны. 3. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу.	СанПиН 2.2.4.548-96 [70] СанПиН 2.2.4.1294-03 [71] ГОСТ 12.1.019-79 [72] ГОСТ 12.1.038-82 [73] ГОСТ 12.1.004-91 [74] СНиП 21-01-97 [75] ГОСТ 12.1.005-88[76] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1.1278-03 [77]

Примечание: пожароопасность в полевых условиях описана как чрезвычайная ситуация.

6.1. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности [68].

Основную опасность при полевых работах в лесу в летнее время представляют: перегревание организма, возможное заражение вирусными заболеваниями от животных носителей, физические травмы.

Полевой этап:

1. Отклонение параметров климата при полевых работах.

Необходимым условием эффективной производственной деятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в рабочей зоне. Климат представляет собой комплекс физических факторов, таких как влажность, скорость движения воздуха, интенсивность солнечного излучения, величину атмосферного давления. Параметры климата оказывают непосредственное влияние на теплообмен человека с окружающей средой, его тепловое состояние и определяют самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда.

Отбор проб биологического материала мелких млекопитающих осуществлялся в летний период (июнь-август) в лесной зоне близ Среднеуральского медеплавильного завода. Климат Свердловской области континентальный с ветрами преобладающего в течение года юго-западного и западного направления, среднее количество осадкой 500 мм в год [78]. Среднегодовая температура в городе Ревда - 1.7°C. Средняя температура в самый жаркий месяц лета – июль, 19 градусов. Неправильно организованные полевые работы в летнее время создают опасность перегревания организма человека. В результате высоких температур и слабого ветра у человека наступает тепловой перегрев организма, приводящий к солнечному удару. При высокой температуре воздуха у человека усиливается потоотделение, которое приводит к судорожной болезни вследствие нарушения

водносолевого баланса. При высокой температуре организуют рациональный режим труда и отдыха путем сокращения рабочего дня, введения перерывов для отдыха в зонах с нормальным климатом (полевые лагеря). При проведении полевых работ в жаркие дни для исключения тепловых ударов нужно работать в головных уборах и обязательно иметь при себе индивидуальную фляжку с питьевой водой. Одежда должна быть специальной (например, футболка, куртка и брюки) из хлопчатобумажной ткани светлых тонов. Необходимо также иметь при себе полевую аптечку с необходимыми для этих случаев медикаментами (средства защиты от солнечных ожогов, жаропонижающие средства и т.д.) [79].

2. Тяжесть и напряженность физического труда

Труд в полевых условиях всегда связан с физическими нагрузками. Физическая тяжесть труда – нагрузка на организм, требующая преимущественно мышечных усилий и соответствующего энергетического обеспечения. Согласно Р 2.2.2006-05 классификация труда по тяжести производится по уровню энергозатрат, с учетом вида нагрузки (статистическая или динамическая) и нагружаемых мышц [80]. Если максимальная масса поднимаемых вручную грузов не превышает 5 кг для женщин и 15 кг для мужчин, работа характеризуется как легкая; 5-10 кг для женщин и 15-30 кг для мужчин – средней тяжести; свыше 10 кг для женщин и 30 кг для мужчин – тяжелая. В нашем случае предполагаемая работа средней тяжести.

3. Повреждения в результате контакта с насекомыми и животными

Повреждения в результате контакта с насекомыми и животными могут представлять реальную угрозу здоровью человека. Наиболее опасными

являются укусы зараженного клеща. Профилактика клещевого энцефалита имеет особое значение в полевых условиях. Меры профилактики сводятся к регулярным осмотрам одежды и тела не реже одного раза в два часа и своевременному выполнению вакцинации. Противоэнцефалитные прививки создают у человека устойчивый иммунитет к вирусу на целый год. Также при проведении маршрутов в местах распространения энцефалитных клещей необходимо плотно застегнуть противоэнцефалитную одежду. Начальникам отрядов необходимо следить за наличием у работающего персонала справок о прививках и своевременно выполненной вакцинации.

Существует несколько групп средств индивидуальной защиты от нападения клещей:

- репелленты - препараты, отпугивающие клещей (например, диэтилтолуамид — инсектицид, обладающий репеллентным действием). Данные средства наносятся на одежду и на открытые участки тела, при этом достигается защита от нападения кровососущих насекомых - комаров, мошек, слепней, мышей.

- акарициды - препараты, вызывающие гибель клещей. Акарицидные средства содержат в своем составе перетроиды (альфаметрин и перметрин) и используются только для обработки одежды.

Применение данных препаратов в соответствии с инструкцией обеспечивает эффективную защиту от клещей до 15 суток.

Лабораторный этап и камеральный этапы:

1. Отклонение показателей микроклимата в помещении

Состояние воздушной среды рабочего помещения характеризуется следующими показателями: температурой, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, интенсивностью теплового излучения от нагретой поверхности. Для подачи в помещение воздуха используются

системы механической вентиляции и кондиционирования, а также естественная вентиляция - регулируется температура воздуха с помощью кондиционеров как тепловых, так и охлаждающих.

Компьютерная техника и микроскопы являются источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В таких помещениях должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. Нормы микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005-88 [76] и строительными нормами СанПиН 2.2.4.548-96 [70].

Для подачи в помещения свежего воздуха используются естественная вентиляция (проветривание). В помещениях, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [70] должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата (табл. 2).

Таблица 28. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [70].

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1

Для поддержания оптимальных микроклиматических условий в помещении в летний период необходимо своевременно, не реже одного раза в сутки, проветривать помещение, проводить влажную уборку. При проведении камеральных работ на компьютере, с монитора вытирать пыль.

В зимний период используется естественная вентиляция, помещение лаборатории должно отапливаться. В зимнее время в помещениях рабочей зоны следует использовать для отопления приборы систем водяного и

парового отопления с гладкой поверхностью, допускающей легкую очистку, например радиаторы секционные или панельные одинарные [81].

Работы с вычислительной техникой относятся к категории Ia - работы с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.. Оптимальная температура постоянного рабочего места для работ такой категории в помещении – 28-31°C [82]. Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата (табл. 29).

Таблица 29. Нормы подачи воздуха в помещения, где расположены компьютеры [83].

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м ³ на одного человека в час
Объем до 20 м ³ на человека	Не менее 30
20-40 м на человека	Не менее 20
Более 40 м на человека	Естественная вентиляция

2. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Рациональное световое оформление помещений направлено на улучшение санитарно-гигиенических условий труда, повышение его производительности.

Согласно санитарно-гигиеническим требованиям, рабочее место должно быть освещено естественным и искусственным освещением. Естественное и искусственное освещение регламентируется СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [83]. В зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном.

В дневное время производственные помещения следует освещать естественным светом. Естественное освещение зависит от времени года, времени суток, облачности, интерьера помещения. Естественное освещение осуществляется боковым светом через окна. В зимний период, вследствие укороченного светового дня и недостаточного естественного освещения, необходимо использовать искусственное освещение, которое обеспечивается электрическими источниками света. Искусственное освещение подразделяется на общее и местное. При общем освещении светильники устанавливают в верхней части помещения, что позволяет отключать их последовательно в зависимости от естественного освещения.

Выполнение таких работ, как, например, обработка документов, требует дополнительного местного освещения, концентрирующего световой поток непосредственно на предметы труда. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк [84]. Местное освещение не должно давать блики. Предпочтение должно отдаваться лампам дневного света (ЛДЦ), установленным в верхней части помещения.

Оптимальные нормы освещенности достигаются мытьем окон, побелкой стен, подстриганием веток деревьев, которые закрывают доступ естественного света в окна, правильным расчетом освещенности и выбором осветительных приборов. В качестве источников света при искусственном освещении должны применяться преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ. В лабораториях при работе с экраном дисплея и в сочетании с работой над документами, рекомендуется освещенность 400Лк при общем освещении. Нормы естественного и искусственного освещения приведены в таблице 5.

Таблица 30. Нормируемые параметры естественного и искусственного освещения [77]

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		Освещенность, лк		
		При верхнем или комбин ированн ом освеще нии	При боково м освещ ении	При верхнем или комбини рованно м освещен ии	При боков ом освещ ении	При комбинированн ом освещении		При общем освеще нии
						всего	от общего	
<i>Конструкторские и проектные организации, научно-исследовательские учреждения</i>								
1. Кабинеты, рабочие комнаты, офисы, представительства	Г-0,8	3,0	1,0	1,8	0,6	400	200	300
2. Аналитические лаборатории	Г-0,8	4,0	1,5	2,4	0,9	600	400	500
3. Помещения для работы с дисплеями и видеотерминалами, залы ЭВМ	Г-0,8 Экран монитора: В-1,2	3,5 -	1,2 -	2,1 -	0,7 -	500 -	300 -	400 200

Примечания: Г – горизонтальная, В – вертикальная

3. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу

При подготовке проб биологического материала к изучению их химического состава, в лаборатории воздух загрязняется вредными для здоровья человека парами, пылью, газами. Это обосновывается тем, что работы производятся со многими химическими реактивами и веществами. Возможны утечки и при неправильном хранении этих веществ. Поступление ядов через органы дыхания является основным и наиболее опасным путем.

По ГОСТ 12.1.005-88 (2001) все вредные вещества по степени воздействия на организм человека подразделяются на следующие классы [23]:

- 1 – чрезвычайно опасные (ПДК менее 0,1 мг/м куб) (соединения никеля 0,05 мг/м³, ртуть 0,005 мг/м³ и др.),
- 2 – высокоопасные (ПДК 0,1 до 1 мг/м куб) (медь 0,5 мг/м³)
- 3 – умеренно опасные (ПДК 1 до 10 мг/м куб) (оксиды азота 5 мг/м³, ион аммония 10 мг/м³ и др.),

- 4 – малоопасные (ПДК более 10 мг/м куб) (спирт 1000 мг/м³).

Для предотвращения отравления организма человека вредными веществами все лабораторные работы должны производиться в вытяжных шкафах при включенной вентиляции. Скорость движения воздуха в вытяжном шкафу должна обеспечивать полное удаление вредных веществ. Хранение таких веществ должно исключать возможность их утечки. При необходимости, в работе с такими веществами рабочий персонал должен пользоваться средствами защиты (противогаз, респиратор).

6.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению здоровья [80].

Полевой этап:

1. Механические травмы при пересечении местности.

В полевых условиях, а именно на открытой местности при проведении геоэкологических работ – в зоне влияния Среднеуральского медеплавильного завода возрастает риск получения повреждений и травм многократно возрастает. Повреждения могут быть разной степени тяжести: переломы рук и ног, различные растяжения, вывихи, ушибы, порезы и др. Во избежание различных повреждений необходимо строго соблюдать технику безопасности и индивидуальную безопасность жизнедеятельности, быть очень внимательными при проведении работ. Работникам необходимо иметь при себе аптечку с медикаментозными средствами (вата, бинт, жгут, медицинский спирт, зеленка, перекись водорода, анальгин, нашатырный спирт, альбуцид, ношпа и др.).

Лабораторный и полевой этапы:

1. Поражение электрическим током

Источником электрического тока при проведении анализов на оборудовании, а также при работе на ЭВМ могут явиться перепады напряжения, высокое напряжение и вероятность замыкания человеком электрической цепи.

Проходя через организм человека, электрический ток оказывает: термическое действие (ожоги, нагрев до высоких температур внутренних органов); электролитическое действие (разложение органических жидкостей тела и нарушение их состава); биологическое действие (раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц).

Нормирование: значение напряжения в электрической цепи должно удовлетворять ГОСТу 12.1.038-82 ССБТ [73]. Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений указанных в таблице 25.

Таблица 25 – Нормирование напряжения прикосновения и тока, [80]

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

По опасности поражения электрическим током помещения с ПЭВМ и лаборатория относятся к помещениям без повышенной опасности (согласно ПУЭ), т.к. в данных помещениях преобладают следующие условия: относительная влажность составляет 50-60%; температура воздуха в помещениях не превышает 35 0С; отсутствуют токопроводящие полы (полы деревянные) [87].

Защита от электрического тока подразделяется:

- защита от прикосновения к токоведущим частям электроустановок (изоляция проводов, блокировка, пониженные напряжения, знаки безопасности и плакаты);

- защиты от поражения электрическим током на электроустановке (защитное заземление, защитное отключение, молниезащита).

Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

2. Пожарная безопасность

Помещение лаборатории, в которой проводились исследования по пожароопасности относятся к категории В – пожароопасные помещения: горючие и трудно горючие жидкости, твердые вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), а также вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б [74].

В рабочих кабинетах и в лабораториях нельзя пользоваться электроплитками с открытой спиралью или другими обогревательными приборами с открытым огнем, т.к. проведение лабораторных работ нередко связано с выделением пожаровзрывоопасных паров, газов, горячих жидкостей и веществ. Работы ведутся при строгом соблюдении правил пожарной безопасности. По окончании работ в лаборатории необходимо проверить газовые краны и отключить электроэнергию на общем рубильнике.

После окончания работы все производственные помещения должны тщательно осматриваться лицом, ответственным за пожарную безопасность.

К основным огнегасительным веществам относятся вода, химическая и воздушно-механическая пена, водяной пар, сухие порошки, инертные газы,

галоидированные составы. Для первичных средств пожаротушения применяется песок, войлочные покрывала.

В здании для лабораторных исследований и камеральных работ имеются только порошковые огнетушители типа ОП-03.

6.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация - 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 природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Каждый потенциально опасный объект либо объект, находящийся в зоне возможного влияния от других потенциально опасных объектов, должен быть подготовлен к действиям по локализации или ликвидации возможных чрезвычайных ситуаций.

Во время проведения геоэкологических исследований, а именно пробоотбора биологического материала мелких млекопитающих, не исключены случаи лесного пожара.

Лесной пожар - стихийное, неуправляемое распространение огня по лесным площадям.

В целях соблюдения правил безопасности в лесу недопустимо:

- пользоваться открытым огнем;
- выжигать траву под деревьями, на лесных полянах, прогалинах, а также стерню на полях, в лесу;
- разводить костры в хвойных молодняках, на торфяниках, лесосеках, в местах с сухой травой, под кронами деревьев, а также на участках поврежденного леса;

- оставлять промасленный или пропитанный горючими веществами обтирочный материал;

- заправлять горючим баки двигателей, использовать неисправные машины, курить или пользоваться открытым огнем вблизи машин, заправляемых горючим;

- оставлять бутылки или осколки стекла, так как они способны сработать как зажигательные линзы.

Действия населения в зоне лесного пожара:

- окунуться в ближайший водоем или накрыться мокрой одеждой;
- для преодоления нехватки кислорода дышать через мокрый платок или смоченную одежду, пригнуться к земле;

- определить направление ветра и распространение огня;

- выбрав маршрут выхода из леса в безопасное место, выходить только в наветренную сторону и вдоль фронта огня;

- приняв решение о тушении небольшого пожара, послать за помощью в населенный пункт;

- при небольшом пожаре заливать огонь водой из ближайшего водоема, сметать пламя 1,5-2 м пучком из веток лиственных деревьев, мокрой одеждой, плотной тканью;

- небольшой огонь на земле затапывать, не давая ему перекинуться на деревья;

- не уходить, не убедившись, что огонь потушен.

Причины возникновения пожаров в лесу принято делить на естественные и антропогенные. Наиболее распространенными естественными причинами больших лесных пожаров на Земле являются молнии (это электрический разряд большой мощности). Электрическое напряжение возникает в облаках в результате трения молекул.

Подвергнуться данному виду чрезвычайной ситуации рабочие могут при прохождении маршрутов и при проведении отбора проб.

Во время грозы необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- 1) Не прятаться под высокие деревья (особенно отдельно стоящие);
- 2) Находясь на открытом пространстве, лучше присесть в сухую яму, траншею; тело должно иметь по возможности меньшую площадь соприкосновения с землей;

Человеку, пострадавшему от молнии, необходимо сделать искусственное дыхание. При остановке сердца - непрямой массаж сердца. Пострадавшего необходимо доставить в больницу, если это возможно - напоить горячим чаем и обеспечить покой.

В случае возникновения чрезвычайной ситуации, ответственному за проведение работ следует принять необходимые меры для организации спасения людей. При необходимости он должен вызвать службу спасения, скорую медицинскую помощь, известить непосредственно начальника и организовать охрану места происшествия до прибытия помощи. Действия регламентированы инструкцией по действию в чрезвычайных ситуациях, хранящейся у инженера по технике безопасности и изученной при сдаче экзамена и получении допуска к самостоятельной работе.

6.5. Законодательное регулирование проектных решений

Правовой основой законодательства в области обеспечения БЖД является Конституция [84] – основной закон государства.

Правовую основу обеспечения безопасности жизнедеятельности составляют соответствующие законы и постановления, принятые представительными органами Российской Федерации (до 1992 г. РСФСР) и входящих в нее республик, а также подзаконные акты.

Правовой основой обеспечения государственной безопасности является целый ряд федеральных законов о безопасности. Обеспечение экологической безопасности на территории РФ, формирование и укрепление

экологического правопорядка основаны на действии с марта 1992 г. Федерального закона «Об охране окружающей природной среды» в комплексе с мерами организационного, правового, экономического и воспитательного воздействия [23]. Настоящий закон определяет общие для РФ организационно-правовые нормы в области защиты граждан РФ, иностранных граждан и лиц без гражданства, находящихся на территории РФ, всего земельного, водного, воздушного пространства в пределах РФ или его части, объектов производственного и социального назначения, а также окружающей природной среды от ЧС природного и техногенного характера [86].

Правовое обеспечение безопасности жизнедеятельности на производстве включает законодательство о труде и охране труда. Настоящий Федеральный закон определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности эксплуатирующих опасные производственные объекты юридических лиц и индивидуальных предпринимателей (далее также - организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты) к локализации и ликвидации последствий указанных аварий. [86].

В федеральном законе о радиационной безопасности определяются правовые основы обеспечения радиационной безопасности населения в целях охраны его здоровья. [87].

При разработке данного раздела учитывались необходимые нормы и требования законов Российской Федерации при работе в полевых условиях, в лаборатории и за персональным компьютером, а также требования трудового кодекса Российской Федерации.

Заключение

Результатом проведенного исследования стало следующее:

1. Доказано влияние зоны отбора проб биологического материала мелких млекопитающих вида Полевка рыжая (*Myodes glareolus*) на их химический состав, что подтверждается и на примере крупных млекопитающих (свинья домашняя) и для человека (жительницы г. Томска).

2. Интенсивность работы биогеохимических барьеров по концентрированию химических элементов зависит от территории пробоотбора. Наиболее показательной является разница содержаний химических элементов в тканях системы плацента-эмбрион на импактной и фоновой зоне. Так, на зоне приближенной к предприятию работа плацентарного барьера затрудняется, что показывает повышенное содержание химических элементов в эмбрионе по сравнению с их содержанием в плаценте. Ткани эмбриона на всех изучаемых активнее всего концентрируют эссенциальные элементы Na, Ca, Zn, также выявлен, что редкоземельные металлы, минуя печеночный и плацентарный барьер, попадают в эмбрион, возможно, этот процесс связан с их высокой подвижностью, либо с физиологической необходимостью, так как такие РЗЭ, как Се, La способны ускорять процессы метаболизма.

3. При сравнении работы печеночного и плацентарного барьеров выясняется, что на каждом исследуемом участке число элементов, оседающих на плацентарном барьере выше, числа элементов, которые задерживаются в печени, что может быть связано с повышенной скоростью миграции этих элементов в организме, либо с тем, что барьерные способности плаценты выше, чем у печени.

Список литературы

1. ООО «ИНФОМЕТГЕО» Цветная металлургия России // География. 2004. №38. С. 10-12.
2. Авцын А. П., Жаворонков А. А., Риш М. А., Строчкова Л. С., Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина, 1991. - С 496.
3. Онищенко Г. Г., Епифанова Т. М. Актуальные вопросы санитарно - эпидемиологического благополучия детского населения // Всероссийское совещание специалистов по гигиене детей и подростков 22-26 ноября 1993 г.: Доклады. М., 1993. - С. 3-6.
4. Ревич Б. А. Микроэлементный состав биосубстратов населения некоторых промышленных городов бывшего Советского Союза // Активационный анализ в охране окружающей среды. Рабочее совещание, Дубна, 15-18 сентября 1992 г.: Доклады и сообщения. Дубна, 1994. - С. 486-518.
5. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта. - М.: Мир, 1988. - 350 с.
6. Вернадский В.И. Химический состав живого вещества в связи с химией земной коры. - М.: Изд-во «Время», 1922. - 183 с.
7. Криволуцкий Д.А., Степанов А.М., Тихомиров Ф.А., Федоров Е.А. Экологическое нормирование на примере радиоактивного и химического загрязнения экосистем // Методы биоиндикации окружающей среды в районах АЭС. - М.: Наука, 1988. С. 4-16.
8. Туровцев В.Д., В.С. Краснов Т 88 Биоиндикация: Учеб. Пособие. - Тверь: Твер. гос. ун-т, 2004. - 260 с.
9. Крупская Л.Т. Яковенко Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова Экология учебник для старших классов школы - М.: Устойчивый мир, 2001

10. Мониторинг среды обитания: учебное пособие. Часть 1. Л.Т. Крупская, А.М. Дербенцева, А.Г. Новороцкая, М.Б. Бубнова, Г.П. Яковенко. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2007. - 180 с.
11. Карнаухов В. Н., Керженцев А. С., Яшин В. А. Люминесцентный метод биоиндикации состояния экосистем: препринт. - Пушкино, 1982. - 24 с.
12. Безель В.С. Оценка состояния природных популяций мелких млекопитающих в условиях техногенного загрязнения // Экология. -1987. N 4. - С. 39-49.
13. Снегин Э. А., Шаповалова Е. А., Полинов В. А., Шаповалов А. С. Состояние генофондов и оценка эффективной численности популяций индикаторных видов мышевидных грызунов в условиях влияния горнорудных предприятий // Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки. 2014. №17 (188).
14. Ивантер Э.В. Популяционная экология мелких млекопитающих таежного Севера-Запада СССР. - Л.: Наука, 1975. - 246 с.
15. Опекунова, М. Г. Биоиндикация загрязнений / М. Г. Опекунова. — СПб. : Изд-во Санкт-Петербургского гос. ун-та, 2004. - 354 с.
16. Кенешбаев Б.К. Морфологические и морфометрические особенности плаценты жительниц сурьмяного биогеохимического региона и проживающих в территориальной близости : дис. ... канд. мед. наук наук: 4846665. Бишкек, 2011. 131 с.
17. Тулекеев, Т.М. Морфофункциональная оценка плаценты женщин в условиях биогеохимической провинции Кадамджая [Текст] / Т.М. Тулекеев, Б.К. Кеисшбасв // Труды IX итоговой конференции молодых ученых. ЦАМЖ. Том IX. Бишкек, -2003. - С. 73-75.
18. Соколов В., Скурат Л. Кожный покров европейской рыжей полевки // Европейская рыжая полевка. — Москва: Москва, 1981. — С. 47–53.
19. Громов И.М., Ербаева М.А. 1995. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны. СПб., 522 с.

20. Карулин Б.Е., Шилов И.А., Никитин Н.А. 1973. Суточная активность и использование территории рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus*) зимой по наблюдениям за зверьками, мечеными радиоактивным кобальтом // Зоол. журн. Т. 52, вып. 5. С. 743-750.
21. Алексеенко В.А., Алексеенко Л.П. Геохимические барьеры Москва: Логос, 2003. - 144 с.
22. Барановская Н.В. ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАКОПЛЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМАХ ПРИРОДНЫХ И ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ: дис. ... д-р. биол. наук: 03.02.08 – Экология. Томск, 2011. 336 с.
23. Региональные особенности биоэлементного состава иммунологических факторов грудного молока женщин, проживающих в г. Томске. Возможность коррекции./ Кондратьева Е.И., Барабаш Н.А., Станкевич С.С., Протасова Н.В., Барановская Н.В., Перевозчикова Т.В. – Томск, 2012. – 80 с.
24. Барановская Н.В., Игнатова Т.Н., Рихванов Л.П. Геохимические барьеры в организме человека Биокосные взаимодействия в природных и антропогенных системах: материалы IV Международного симпозиума, Санкт-Петербург, 19-21 Сентября 2011. - СПб: ВВМ, 2011 - С. 284-288
25. ЗЕМНУХОВА Л.А., ФАЛАЛЕЕВА Н.А. Шлаки цветной металлургии: вымывание тяжелых металлов и перспективы использования в строительстве // Вестник ДВО РАН. 2011. №5. С. 115-118.
26. Е. Г. Язиков, А. В. Таловская, Л. В. Жорняк; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); под ред. — 1 компьютерный файл (pdf; 4.6 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010.
27. География Свердловской области/ А.Оленев, Е.Шувалов. Свердловск, Средне-Уральское книжное издательство, 1978.
28. Литература о Свердловской области : [указатель]. 1952. Вып. 1 / [отв. ред. Е. М. Григорьева]. — Свердловск : [б. и.], 1952. — 63, [1] с.

29. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2015 года. URL: www.gks.ru (дата обращения: 15.10.2015).
30. REGNUM Информационное агенство URL: <http://www.regnum.ru/news/1788988.html> (дата обращения: 15.10.2015).
31. Северо-Евразийский климатический центр URL: <http://seakc.meteoinfo.ru/actuals/31-station-clim-monthly-cis/112-clim-monthly-cis>. (дата обращения: 15.10.2015).
32. Иванов А. В. Message: Чусовая. — Санкт-Петербург: Азбука-классика, 2007. — С. 480. — ISBN 978-5-91181-280-5.
33. Постоногов Е., Постоногов Ю.. По Чусовой. Путеводитель. — Свердловск, 1980.
34. Опарин Ф.П. Река Чусовая. — Свердловск, 1936.
35. Расположение Среднеуральского медеплавильного завода // Google карты URL: <https://www.google.ru/maps> (дата обращения: 01.06.2016).
36. Официальный сайт правительства Свердловской области URL: <http://www.midural.ru/100034/100083/100294/> (дата обращения: 15.10.2015).
37. ОАО "Среднеуральский медеплавильный завод" URL: <http://sumz.umn.ru/ru/> (дата обращения: 15.10.2015).
38. Яхонтова Л. К., Зверева В. П. Основы минералогии гипергенеза: Учеб. пособие. Владивосток: Дальнаука, 2000. 331 с. ISBN 5-7442-1235-3.
39. Глава 2. Источники загрязнения и загрязняющие вещества при производстве меди // Экологические проблемы производства меди URL: <http://privetstudent.com/kursovyye/kursovyye-po-ekologii/page,6,1844-ekologicheskie-problemy-proizvodstva-medi.html> (дата обращения: 08.12.2015).
40. Экология и природа // Цветная металлургия URL: <http://eko-priroda.ru/otrasli-narodnogo-hozyajstva/108-cvetnaya-metallurgiya> (дата обращения: 08.12.2015).
41. Мур Дж.В., Рамамутри С. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка их влияния; пер. с англ. — М.: Мир, 1987. —181 с.

42. Книги для всех // 13.8. Основные источники загрязнения окружающей среды URL: <http://lib4all.ru/base/B3337/B3337Part75-434.php> (дата обращения: 08.12.2015).
43. Экология и природа // Цветная металлургия URL: <http://eko-priroda.ru/otrasli-narodnogo-hozyajstva/108-cvetnaya-metallurgiya> (дата обращения: 08.12.2015).
44. Попов М. А.. Инженерная защита окружающей среды на территории города. — М.: Изд-во МГУП, 2005. — 231 с.
45. Радиоэкологическая обстановка // Урал и экология: Учебное пособие. - Екатеринбург, 2000.- С.57-66.
46. Колясников В. Первоуральск – Ревда и техногенная пустыня // Стройкомплекс Среднего Урала. 1998. №5. С.15-16.
47. Государственные доклады о состоянии и об охране окружающей среды Свердловской области // Министерство экологии и природных ресурсов Свердловской области URL: <http://www.mprso.ru/gosudarstvennye-doklady-o-sostoyanii-i-ob-ohrane-okruzhaiushei-sredy-sverdlovskoi-oblasti> (дата обращения: 08.12.2015).
48. Бабаджан А.А., Поплаухин А.С., Завьялов М.М. Основные направления научно-технического прогресса в медеплавильном производстве Урала // Цветная металлургия. – 1986. – № 5. – С. 10–13.
49. Геологический словарь: в 2-х томах. — М.: Недра. Под редакцией К. Н. Паффенгольца и др.. 1978. 200 с.
50. ГИС-АТЛАС «НЕДРА РОССИИ» // ВСЕГЕИ URL: <http://vsegei.com/ru/info/gisatlas/> (дата обращения: 08.12.2015).
51. Дальков М.П., Попов А.Н., Федоров Ю.С., Отчет о научно-исследовательской работе. Обследование и инвентаризация источников поступления загрязняющих веществ в Верх-Исетском водохранилище Г.Екатеринбург 1997 г.

52. Воробейчик Е.Л. К методике измерения мощности лесной подстилки для целей диагностики техногенных нарушений экосистем // Экология. 1997. № 4. С.265–269.
53. Расположение Среднеуральского медеплавильного завода // Wikimaria URL: <http://wikimaria.org/> (дата обращения: 02.06.2016).
54. Игнатова Татьяна Николаевна. Элементный состав организма человека и его связь с факторами среды обитания: диссертация ... кандидата геолого-минералогических наук: 25.00.36 Томск, 2010.- 228 с.: Мухачева С.В., Безель В.С. Химическое загрязнение среды: тяжелые металлы в пище мелких млекопитающих // Зоол. журн., 2007. Т.86. № 4 С. 492-498.
55. А.А. Михальчук, Е.Г. Язиков Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть II. Компьютерный практикум. Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 2014.- 150 с.
56. Металлы в живых организмах. Учебное пособие для лекционного курса «Основы бионеорганической химии» / Н.А.Улахович, Э.П.Медянцева, С.С.Бабкина, М.П.Кутырева, А.Р.Гатаулина. – Казань: Казанский университет, 2012. – 102 с.
57. Лебедев С. В., Лизурчик Л. В. Особенности содержания химических элементов в тканях животных при различном физиологическом состоянии (экспериментальное исследование) // Молодой ученый. — 2015. — №1. — С. 125-129
58. Дозообразующие радионуклиды // PRoATOM URL: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=2995> (дата обращения: 19.11.2015).
59. Барановская Н.В. Рихванов Л.П., Игнатова Т.Н., Судыко А.Ф., Сухих Ю.И., Федоров С.Ю. Элементный состав органов и тканей человека по данным инструментального нейтронно-активационного анализа Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде: Материалы V Международной научно-практической конференции - Семипалатинск, Казахстан, 15-18 окт. 2008. - Семей: 2008. - С. 26-36

60. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2003 г.
61. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. - М.: Энергия, 1980. - 175 с.
62. Руководство к своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК), 4-е издание, 2008 г.
63. ICCSR 26000:2011 «Социальная ответственность организации
64. Официальный сайт правительства Свердловской области URL: <http://www.midural.ru/100034/100083/100294/> (дата обращения: 15.10.2015).
65. ГОСТ 12.0.003–99.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
66. ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89).
67. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования
68. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
69. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
70. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
71. СанПиН 2.2.4.1294-03. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 2003.
72. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
73. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
74. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

75. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Гострой России, 1997. – с. 12.
76. ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89).
77. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
78. Северо-Евразийский климатический центр URL: <http://seakc.meteoinfo.ru/actuals/31-station-clim-monthly-cis/112-clim-monthly-cis>. (дата обращения: 15.10.2015).
79. Ю.А. Боголюбский Рекомендации для туристских и экспедиционных групп (издание третье). Москва 2009 г. 200 с.
80. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
81. *СНиП 2.04.05-91 *. Отопление, вентиляция и кондиционирование*
82. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
83. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»
84. Российская Федерация. Конституция (1993). Конституция Российской Федерации [Текст]: принята всенар. голосованием 12.12.1993 г. / Российская Федерация. Конституция (1993). — М. : АСТ : Астрель, 2007. — 63 с.
85. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 24.11.2014, с изм. от 29.12.2014) "Об охране окружающей среды" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2015) (10 января 2002 г.)
86. Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 02.05.2015) "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" (21 декабря 1994 г.)

Список литературы для раздела 1

«The content and physiological functions of chemical elements in the animals and humans organisms» (приложение А)

1. Building blocks of life // ASU school of life science URL: <https://askabiologist.asu.edu> (дата обращения: 25.05.2016).
2. The Chemistry of Animal Life // about education URL: <http://animals.about.com/od/zoologybasics/a/chemistryanimals.htm> (дата обращения: 25.05.2016).
3. Trace element // Encyclopædia Britannica URL: <http://global.britannica.com/science/trace-element> (дата обращения: 25.05.2016).
4. Trace element // Buisness dictionary URL: <http://www.businessdictionary.com/definition/trace-elements.html> (дата обращения: 25.05.2016).
5. Domy C. Adriano Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals. USA: 2001. 577 с.
6. Emsley, John, The Elements. Oxford: Clarendon Press, 1998. 577 с
7. U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services, Sodium, Think About It.... Home and Garden Bulletin No. 237.
8. Cobalt // Nutritionalhq URL: <http://www.nutritionalhq.com/what-is-cobalt/> (дата обращения: 25.05.2016).
9. Health Benefits of Zinc // Organic facts URL: <https://www.organicfacts.net/health-benefits/minerals/health-benefits-of-zinc.html> (дата обращения: 25.05.2016).
10. Wadhira, A. [Dermatology Online Journal, 11:1 \(2005\).](#)
11. Roy, R. et al., *Mat. Research Innovations*, 11:1 (2007).
12. Rubidium (Rb) - General Discussion // DCnutrition URL: <http://www.dcnutrition.com/Minerals/detail.cfm?RecordNumber=49> (дата обращения: 25.05.2016).
13. Chromium // University of Maryland School of Medicine URL: <http://umm.edu/health/medical/altmed/supplement/chromium> (дата обращения: 25.05.2016).
14. Ronald Eisler ARSENIC HAZARDS TO FISH, WILDLIFE, AND INVERTEBRATES: A SYNOPTIC REVIEW // Biological Report . 1988. №85. C. 2-65.

15. Uranium: biological information // WebElements URL:
<https://www.webelements.com/uranium/biology.html> (дата обращения:
 25.05.2016).
16. Bromine - Br // Lenntech URL:
<http://www.lenntech.com/periodic/elements/br.htm#ixzz49ZQwrIhG> (дата
 обращения: 25.05.2016).
17. SHIMING DING, TAO LIANG, CHAOSHENG ZHANG, JUNCAI YAN,
 ZILI ZHANG, AND QIN SUN⁴ Role of Ligands in Accumulation and
 Fractionation of Rare Earth Elements in Plants // Humana Press Inc. 2005. №73. С.
 2-14.
18. Hafnium - Hf// Lenntech URL:
<http://www.lenntech.com/periodic/elements/br.htm#ixzz49ZQwrIhG> (дата
 обращения: 25.05.2016).
19. Molybdenum (Mo) // Lenntech URL:
<http://www.lenntech.com/periodic/elements/br.htm#ixzz49ZQwrIhG> (дата
 обращения: 25.05.2016).
20. H. Sverrisson and S. Dalmanndóttir Is molybdenum limiting for nitrogen
 fixation in clover in Icelandic bog soil? // Essential trace elements for plants,
 animals and humans . Reykjavík, Iceland : NFJ Seminar no. 370 Hotel Loftleidir,
 2005. С. 86-88.
21. Amit Kumar, Manjoor Ali and Badri N. Pandey Understanding The
 Biological Effects of Thorium and Developing Efficient Strategies for Its
 Decorporation and Mitigation // BARC NEWSLETTER. 2013. №335. С. 55-60.

Приложение А

Раздел 1

The content and physiological functions of chemical elements in the animals and humans organisms

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ41	Беляновская А.И.		

Консультант кафедры ГЭГХ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Межибор А.М.	к. Г–м. н., доцент		

Консультант – лингвист кафедры ИЯПР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Матвеев И. А.	д.ф.н., доцент		

The physiological functions of chemical elements in the animal and humans organisms

There are 92 elements that naturally occur on Earth. For living things, only 11 of these elements are found in larger than trace quantities. Any amount 0.01% or less is considered a trace element. For vertebrates, such as humans, there are two additional elements that occur in larger than trace amounts these are Iodine and Iron. The periodic table of elements below is color coded to show the elements found in the human body [1].

[illegible]

Figure 1. Elements found in the human body [1]

The elements that naturally occur in animals include, in order of descending percent body weight, approx represented in the figure 2 [2]. Four of the elements found in the human body make up the largest percentage of our body weight (96.2%). The four elements are oxygen, hydrogen, carbon, nitrogen.

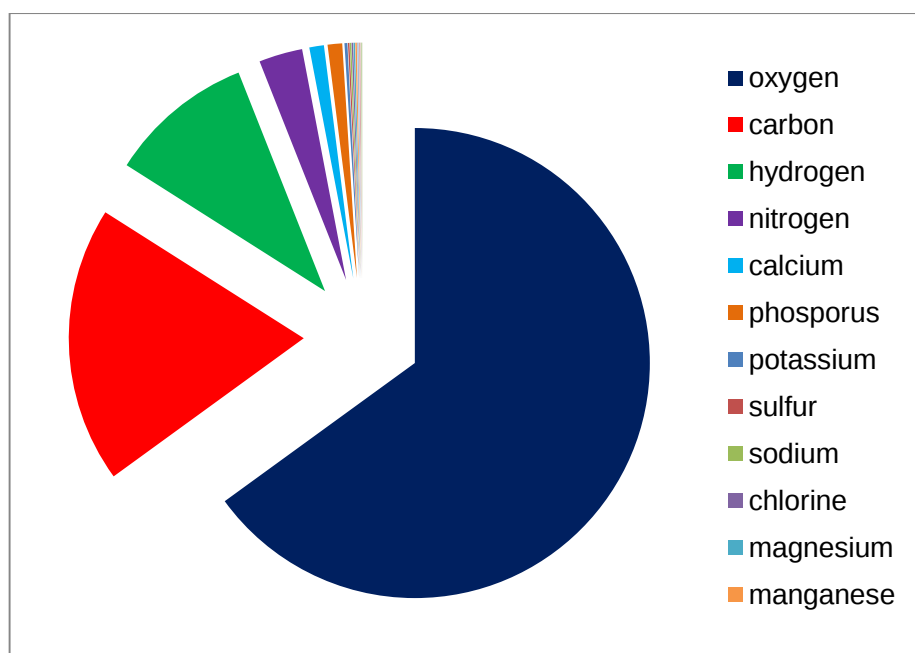


Figure 2. Content of chemical elements in animal's organisms [2]

Trace element, also called micronutrient, boron carbide in biology, any chemical element required by living organisms in minute amounts (that is less than 0.1 percent by volume (1,000 parts per million), usually as part of a vital enzyme (a cell-produced catalytic protein). Exact needs vary among species, but commonly required plant trace elements include copper, boron, zinc, manganese, and molybdenum. Animals also require manganese, iodine, and cobalt [3].

Chromium, cobalt, copper, iron, manganese, magnesium, molybdenum, selenium, zinc, and other elements that occur in very small amounts (usually less than 1 to 10 parts per million) as constituents of living organisms, and are necessary for their growth, development, and health. Whereas the shortage of trace elements in the body may result in stunted growth or even death, their presence in higher amounts is also harmful. Also called **trace metals** [4].

Trace element deficiency and toxicity in animals induces a wide variety of clinical effects although few are sufficiently specific to permit diagnosis without supporting investigation of changes in tissue trace element content or of the activity of metabolic processes influenced by trace element supply. Study of such trace element dependent processes has shown that extensive changes often arise

before overt signs of disease appear. Some of these subclinical effects have pathological consequences and thus cannot be ignored. Many past estimates of the quantitative requirements of animals for the essential trace elements are imprecise. Although recent work is providing clearer definition of requirements, many common dietary components have a marked influence upon the efficiency with which such elements can be utilized from the diet. Recent evidence indicates that such antagonists influence both the absorption and the subsequent fate of essential and toxic elements in body tissues and these processes have to be taken into account when investigating the etiology of disorders believed to be attributable to anomalies in trace element supply. Their existence is not always detectable if attention is confined to the trace element analysis of body tissues or to the nature of clinical lesions. Provided the complexity of soil-plant-animal relations with respect to trace element supply is fully recognized in the interpretation of data, the geochemical approach to the initial recognition of areas associated with a high risk of anomalies in trace element supply to animals and man has considerable potential value. This is already apparent from investigations upon the incidence of trace element problems in animals. As yet, its validity for similar purposes in man is less fully established.

The impact of trace elements on plants and animals organisms were described in the figure below [5].

TABLE 1.1. Essentiality and effects of trace elements on plant and animal nutrition in terrestrial environment.^a

Element	Essential or beneficial to		Potential toxicity to		Comments
	Plants	Animals	Plants	Animals	
Ag	No	No		Yes	Interacts with Cu and Se
As	No	Yes	Yes	Yes	Phytotoxic before animal toxicity; may be carcinogenic
B	Yes	No	Yes		Narrow margin, especially in plants
Ba	No	Possible			Insoluble; relatively nontoxic
Be	No	No	Yes	Yes	Speciation important; carcinogenic
Bi	No	No	Yes	Yes	Relatively nontoxic
Cd	No	No	Yes	Yes	Narrow margin; enriched in food chain; carcinogenic; Itai-itai disease
Co	Yes	Yes	Yes	Yes	Relatively nontoxic; high enrichment factor; carcinogenic
Cr	No	Yes	Yes		Speciation important; Cr ⁶⁺ very toxic; otherwise relatively nontoxic; carcinogenic
Cu	Yes	Yes	Yes		Easily complexed in soils; narrow margin for plants
F	No	Yes	Yes		Accumulative toxicity for plants and animals
Hg	No	No		Yes	Enriched in food chain; aquatic accumulation; Minamata disease
Mn	Yes	Yes	<pH 5		Wide margin; toxic in acid soils; among the least toxic
Mo	Yes	Yes		5–20 ppm	High enrichment in plants; narrow margin for animals
Ni	No	Yes	Yes	Yes	Very mobile in plants; relatively nontoxic; carcinogenic
Pb	No	No	Yes	Yes	Aerial dispersion and primarily surface deposited; cumulative poison
Sb	No	No		Yes	Insoluble; relatively nontoxic
Se	Yes	Yes	Yes	4 ppm	Narrow margin for animals; interacts with other trace metals
Sn	No	Yes		Yes	Relatively nontoxic; very low uptake by plants
Ti	No	Possible			Insoluble; relatively nontoxic; possibly carcinogenic
Tl	No	No		Yes	Very mobile in plants
V	Yes	Yes	Yes	Yes	Narrow margin and highly toxic in animals; high enrichment factor; carcinogenic
W	No	No			Very mobile in plants; very rare and insoluble
Zn	Yes	Yes			Wide margin; easily complexed in soils; maybe lacking in some diets; relatively nontoxic

^a Extracted from Allaway (1968); Hewitt and Smith (1974); Loehr et al (1979); Zingaro (1979); Wood and Goldberg (1977); Luckey and Venugopal (1977); Underwood (1975; 1977); Van Hook and Shults (1976); Miller and Neathery (1977).

Figure 1. Essentiality and effects of trace elements on plant and animal nutrition in terrestrial environment [5]

The table below gives the amount of each chemical element found in the human body, from most to least abundant. For each element, there is the amount in mass units in an average (70-kilogram) person, the volume of the element, and the

length of the side of a cube that would contain that amount of the pure element. Volumes of solid and liquid elements are based on density at or near room temperature (where available) [6].

Oxygen is the most abundant element in the earth's crust and in the body. The body's 43 kilograms of oxygen is found mostly as a component of water, which makes up 70% of total body weight. Oxygen is also an integral component of all proteins, nucleic acids (DNA and RNA), carbohydrates, and fats. Rubidium is the most abundant element in the body (0.68 g) that has no known biological role (silicon, which is slightly more abundant, may or may not have a metabolic function). Vanadium is the body's least abundant element (0.11 mg) that has a known biologic role, followed by cobalt (3 mg), the latter being a constituent of vitamin B12 [6].

Table 1. The amount of each chemical element found in the human body [6]

No	Element	Mass of element in a 70-kg person	Volume of purified element	Element would comprise a cube this long on a side:
1	2	3	4	5
1	oxygen	43 kg	37 L	33.5 cm
2	carbon	16 kg	7.08 L	19.2 cm
3	hydrogen	7 kg	98.6 L	46.2 cm
4	nitrogen	1.8 kg	2.05 L	12.7 cm
5	calcium	1.0 kg	645 mL	8.64 cm
6	phosphorus	780 g	429 mL	7.54 cm
7	potassium	140 g	162 mL	5.46 cm
8	sulfur	140 g	67.6 mL	4.07 cm
9	sodium	100 g	103 mL	4.69 cm
10	chlorine	95 g	63 mL	3.98 cm
11	magnesium	19 g	10.9 mL	2.22 cm
12	iron	4.2 g	0.53 mL	8.1 mm
13	fluorine	2.6 g	1.72 mL	1.20 cm
14	zinc	2.3 g	0.32 mL	6.9 mm
15	silicon	1.0 g	0.43 mL	7.5 mm
16	rubidium	0.68 g	0.44 mL	7.6 mm

Table 1 (continue)

1	2	3	4	5
17	strontium	0.32 g	0.13 mL	5.0 mm
18	bromine	0.26 g	64.2 μ L	4.0 mm
19	lead	0.12 g	10.6 μ L	2.2 mm
20	copper	72 mg	8.04 μ L	2.0 mm
21	aluminum	60 mg	22 μ L	2.8 mm
22	cadmium	50 mg	5.78 μ L	1.8 mm
23	cerium	40 mg	4.85 μ L	1.7 mm
24	barium	22 mg	6.12 μ L	1.8 mm
25	iodine	20 mg	4.06 μ L	1.6 mm
26	tin	20 mg	3.48 μ L	1.5 mm
27	titanium	20 mg	4.41 μ L	1.6 mm
28	boron	18 mg	7.69 μ L	2.0 mm
29	nickel	15 mg	1.69 μ L	1.2 mm
30	selenium	15 mg	3.13 μ L	1.5 mm
31	chromium	14 mg	1.95 μ L	1.3 mm
32	manganese	12 mg	1.61 μ L	1.2 mm
33	arsenic	7 mg	1.21 μ L	1.1 mm
34	lithium	7 mg	13.1 μ L	2.4 mm
35	cesium	6 mg	3.2 μ L	1.5 mm
36	mercury	6 mg	0.44 μ L	0.8 mm
37	germanium	5 mg	0.94 μ L	1.0 mm
38	molybdenum	5 mg	0.49 μ L	0.8 mm
39	cobalt	3 mg	0.34 μ L	0.7 mm
40	antimony	2 mg	0.30 μ L	0.7 mm
41	silver	2 mg	0.19 μ L	0.6 mm
42	niobium	1.5 mg	0.18 μ L	0.6 mm
43	zirconium	1 mg	0.15 μ L	0.54 mm
44	lanthanum	0.8 mg	0.13 μ L	0.51 mm
45	gallium	0.7 mg	0.12 μ L	0.49 mm
46	tellurium	0.7 mg	0.11 μ L	0.48 mm
47	yttrium	0.6 mg	0.13 μ L	0.51 mm
48	bismuth	0.5 mg	51 nL	0.37 mm
49	thallium	0.5 mg	42 nL	0.35 mm
50	indium	0.4 mg	55 nL	0.38 mm
51	gold	0.2 mg	10 nL	0.22 mm
52	scandium	0.2 mg	67 nL	0.41 mm

Table 1 (continue)				
1	2	3	4	5
53	tantalum	0.2 mg	12 nL	0.23 mm
54	vanadium	0.11 mg	18 nL	0.26 mm
55	thorium	0.1 mg	8.5 nL	0.20 mm
56	uranium	0.1 mg	5.3 nL	0.17 mm
57	samarium	50 µg	6.7 nL	0.19 mm
58	beryllium	36 µg	20 nL	0.27 mm
59	tungsten	20 µg	1.0 nL	0.10 mm

The role of other chemical elements in humans and animals organisms described below. The contents of these elements were analyzed in the scientific work.

Calcium is an essential element in living organisms. It plays an important role in the metabolism of nitrogen in some plants where a deficiency of calcium leads to poor absorption of nitrogen. Lack of calcium in plant nutrition leads to a reduction in the number and size of the chloroplasts. Calcium is the most abundant inorganic element in the higher animals and is located principally in the bones and teeth as apatite, a calcium phosphate mineral. Blood is also a huge reservoir of calcium in animals. Calcium is distributed throughout all tissues where it has special roles in controlling nerve impulse transmission, muscle action, blood clotting and cell permeability. Calcium deficiency is exhibited by the onset of rickets, failure of the blood-clotting mechanism, nervous disorder and convulsive muscular contractions. Vitamin D greatly improves the absorbability of calcium ion and the value of this vitamin in treating rickets is based in part on this effect. Large intakes of calcium lead to excessive calcification and kidney stones.

Sodium is found mainly in body fluids. It plays a major role in maintaining blood volume and blood pressure by attracting and holding water. Sodium is also important in cellular osmotic pressure (the passage of fluids in and out of the cells) and in transmitting nerve impulses. There are several factors believed to contribute to high blood pressure: high sodium intake is one of them. By decreasing the

amount of sodium in the diet, a person, especially someone with a family history of high blood pressure, may be decreasing the risk of high blood pressure [7].

Iron is needed for a number of highly complex processes that continuously take place on a molecular level and that are indispensable to human life. Iron is required for the production of red blood cells (a process known as hematopoiesis), but it is also part of hemoglobin (that is the pigment of the red blood cells) binding to the oxygen and thus facilitating its transport from the lungs via the arteries to all cells throughout the body [7]. Iron plays an important part in the metabolic processes of the animals, being a vital representative in the cells of all mammals. The function of the iron in the body is limited almost exclusively to the oxygen transport in the blood, through the hemoglobin. It is also present in some enzymes that catalyze reactions of cellular oxidation. In the human body, the richest organs in iron are the liver and the spleen. Although in smaller amount, it is also present in the bones, in the medulla, in the kidneys and in the intestines. An adult man absorbs about 5 mg of iron a day, while the woman absorbs slightly more to compensate the losses during menstruation or pregnancy. The absorption of iron is larger in children, exceeding 10 to 15 mg a day. There are several ferrous salts, as the ferrous sulfate that are quite effective in the anemia treatment due to the deficiency of iron. Of the richest victuals in iron stands out the liver, the fish and the egg yolk. The beans and the peas and, in a general way, all the green vegetables are richer in this element [2].

Cobalt is essential to humans as well as to animals. It is known as the main constituent of cobalamin, also known as vitamin B12, that is cobalt's biological reservoir as an "ultra-trace" element. In ruminant animals, the bacteria found in them convert cobalt salts into a compound that can only be produced by the bacteria: is vitamin B12. The cobalt atom in vitamin B12 is attached and surrounded to a methyl group, and a cyan group or hydroxyl group [8].

Zinc called an "essential trace element" because very small amounts of zinc are necessary for human health. Zinc is used for treatment and prevention of zinc deficiency and its consequences, including stunted growth and acute diarrhea

in children, and slow wound healing. It is also used for boosting the immune system, treating the common cold and recurrent ear infections, and preventing lower respiratory infections. It is also used for malaria and other diseases caused by parasites. Zinc, being an important mineral, plays a vital role in protein synthesis and helps regulate the cell production in the immune system of the human body. Zinc is mostly found in the strongest muscles of the body and is found in especially high concentrations in the white and red blood cells, eye retina, skin, liver, kidneys, bones and pancreas. The semen and prostate gland in men also contain significant amounts of zinc [9].

Silver is known to be an effective antibiotic and antiseptic, its mechanism of action is up for debate. The most commonly accepted theory is the oligodynamic theory, where silver enters the organism and binds tightly to cysteine rich proteins causing inhibition. Additionally other silver-protein bonds can form between amino-, carboxyl-, phosphate-, and imidazole-groups leading to precipitation of Ag-protein [10]. An alternative theory is that silver interferes with DNA replication causing programmed cell death [11].

Biological interest in **rubidium** and **cesium** has been stimulated by their close physicochemical relationship to potassium and their presence in living tissues in higher concentrations, relative to those of potassium, than in the terrestrial environment. Relationships between potassium and rubidium, and between cesium and potassium, have been found in a variety of physiological processes. These relationships exist in such diverse actions as their ability to neutralize the toxic action of lithium on fish larvae, or to affect the motility of spermatozoa, the fermentative capacity of yeast, and the utilization of Krebs cycle intermediates by isolated mitochondria. Their extracellular ionic concentrations also influence the resting potential in nerve and muscle preparations and the configuration of electrocardiograms. The described metabolic interchangeability suggests that rubidium or cesium might have the ability to act as a nutritional substitute for potassium. Rubidium, and to a lesser extent cesium, can replace potassium as a nutrient for the growth of yeast and of sea urchin eggs. This nutritional replace

ability can be extended to bacteria, but higher animals are more discriminating. Additions of rubidium or cesium to potassium-deficient diets prevent the occurrence of characteristic lesions in the kidneys and muscles in rats and, for a short period, permit almost normal growth until death inevitably supervenes [11].

Chromium is an essential mineral that plays a role in how insulin helps the body regulate blood sugar levels. Insulin is a hormone that your body uses to change sugar, starches, and other food into the energy you need for daily activities [12]. Major factors governing the toxicity of chromium compounds are oxidation state and solubility. Cr (VI) compounds, which are powerful oxidizing agents and thus tend to be irritating and corrosive, appear to be much more toxic systemically than Cr (III) compounds, given similar amounts and solubility's. Although mechanisms of biological interaction are uncertain, this variation in toxicity may be related to the ease with which Cr (VI) can pass through cell membranes and its subsequent intracellular reduction to reactive intermediates.

Arsenic is a relatively common element that occurs in air, water, soil, and all living tissues. It ranks 20th in abundance in the earth's crust, 14th in seawater, and 12th in the human body. Arsenic is a teratogen and carcinogen that can traverse placental barriers and produce fetal death and malformations in many species of mammals. Although it is carcinogenic in humans, evidence for arsenic induced carcinogenicity in other mammals is scarce. Paradoxically, evidence is accumulating that arsenic is nutritionally essential or beneficial. Arsenic deficiency effects, such as poor growth, reduced survival, and inhibited reproduction, have been recorded in mammals fed diets containing. Episodes of arsenic poisoning are either acute or subacute; chronic cases of arsenosis are seldom encountered in any species except man. Single oral doses of arsenicals fatal to 50% of sensitive species tested ranged from 17 to 48 mg/kg body weight (BW) in birds and from 2.5 to 33 mg/kg BW in mammals. Susceptible species of mammals were adversely affected at chronic doses of 1 to 10 mg As/kg BW, or 50 mg As/kg diet. Sensitive aquatic species were damaged at water concentrations of 19 to 48 ug As/l (the U.S.

Environmental Protection Agency drinking water criterion for human health protection is 50 ug/l), 120 mg As/kg diet, or (in the case of freshwater fish) tissue residues >1.3 mg/kg fresh weight. Adverse effects to crops and vegetation were recorded at 3 to 28 mg of water soluble As/l (equivalent to about 25 to 85 mg total As/kg soil) and at atmospheric concentrations >3.9 ug As/m³ [14].

Uranium does not occur to any significant extent in the biosphere and so normally should never present a risk. However, it is now found in small quantities in some areas within the biosphere as a result of fallout from atomic bombs and from radiation leaks from nuclear facilities. Because of the radiation hazard, uranium and its compounds should only ever be handled by properly trained professionals in a properly accredited institution. Its compound can cause major kidney problems. Uranium is a carcinogen, that is, it causes cancer. Its high radioactivity makes uranium subject to special handling techniques and precautions [7].

Human intoxication with **thorium** may happen through accidental/occupational inhalation, ingestion and open wounds/skin absorption. Irrespective of the routes of internalization, Th gets absorbed and transported by blood to the major sites of accumulation like liver and bones. If it enters through inhalation, it accumulates in lungs as one of the major retention sites. Health effects of ²³²Th mainly depend on solubility/chemical form, route of exposure, particle size and the amount of internalized isotope [21]. People will always be exposed to small amounts of thorium through air, food and water, because it is found nearly everywhere on earth. All people absorb some thorium through food or drinking water, and the amounts in air are so small, that the uptake through air can usually be ignored. Uncontrolled large amounts of thorium may be found near hazardous waste sites where thorium has not been disposed according to the proper procedures. People that live near these hazardous waste sites may be exposed to more thorium than usual because they breathe in wind-blown dust and because it ends up in food that is grown near the site [14].

Bromine is corrosive to human tissue in a liquid state and its vapors irritate eyes and throat. Bromine vapors are very toxic with inhalation. Humans can absorb organic bromines through the skin, with food and during breathing. Organic bromines are widely used as sprays to kill insects and other unwanted pests. But they are not only poisonous to the animals that they are used against, but also to larger animals. In many cases they are poisonous to humans, too. The most important health effects that can be caused by bromine-containing organic contaminants are malfunctioning of the nervous system and disturbances in genetic materials. But organic bromines can also cause damage to organs such as liver, kidneys, lungs and milt and they can cause stomach and gastrointestinal malfunctioning. Some forms of organic bromines, such as ethylene bromine, can even cause cancer. Inorganic bromines are found in nature, but whereas they occur naturally humans have added too much through the years. Through food and drinking water humans absorb high doses of inorganic bromines. These bromines can damage the nervous system and the thyroid gland. Organic bromines are often applied as disinfecting and protecting agents, due to their damaging effects on microorganisms. When they are applied in greenhouses and on farmland they can easily rinse off to surface water, which has very negative health effects on daphnia, fishes, lobsters and algae. Organic bromines are also damaging to mammals, especially when they accumulate in the bodies of their preys. The most important effects on animals are nerve damage and next to that DNA damage, which can also enhance the chances of development of cancer. The uptake of organic bromine takes place through food, through breathing and through the skin. Organic bromines are not very biodegradable; when they are decomposed inorganic bromines will consist. These can damage the nerve system when high doses are absorbed. It has occurred in the past that organic bromines ended up in the food of cattle. Thousands of cows and pigs had to be killed in order to prevent contagion of humans. The cattle suffered from symptoms such as liver damage, loss of sight and depletion of growth, decrease of immunity, decreasing milk production and sterility and malformed children [16].

The biogeochemical behavior of **rare earth elements** (REEs) has been poorly understood because of a lack of reliable and sufficient field data. With the utilization of inductively coupled plasma–mass spectrometry (ICP-MS) (1) for high-quality and all-REE determinations in natural samples and with continual improvements in estimation of REE stability constants (2–6), it is now possible to make much more quantitative studies on the roles of REEs in bioaccumulation processes. Under natural conditions, concentrations of REEs in plants are extremely variable. For example, about 700 ng/g La was reported in a species of fern (*Matteuccia*) (7), but it can be less than 10 ng/g in the needles of Norwegian spruce (*Picea abies*) (8). Possible reasons for the difference include the difference of REE abundances in soils and the species-specific uptake of REEs by plants (9–12) [17].

Hafnium metal does not normally cause problems but all hafnium compounds should be regarded as toxic although initial evidence would appear to suggest the danger is limited. The metal dust presents a fire and explosion hazard.

Hafnium metal has no known toxicity. The metal is completely insoluble in water, saline solutions or body chemicals. Exposure to hafnium can occur through inhalation, ingestion, and eye or skin contact.

Overexposure to hafnium and its compounds may cause mild irritation of the eyes, skin, and mucous membranes.

No signs and symptoms of chronic exposure to hafnium have been reported in humans.

Effects on Animals: Data on the toxicity of hafnium metal or its dust are scant. Animal studies indicate that hafnium compounds cause eye, skin, and mucous membrane irritation, and liver damage. The oral LD50 for hafnium tetrachloride in rats is 2,362 mg/kg, and the intraperitoneal LD 50 in mice for hafnium oxychloride is 112 mg/kg.

(LD50 = Lethal dose 50 = Single dose of a substance that causes the death of 50% of an animal population from exposure to the substance by any route other than inhalation. LD50 is usually expressed as milligrams or grams of material per

kilogram of animal weight (mg/kg or g/kg).) No negative environmental effects have been reported [18].

Manganese not only helps in the formation of enzymes, but is also necessary for their activation. It works as an antioxidant, helps develop bones and heals wounds by increasing collagen production. Good sources of manganese include pineapple, nuts, whole grains and beans. Like manganese, molybdenum helps activate some enzymes and enables normal cell function. Dietary sources of molybdenum include milk, legumes, whole-grain breads and nuts [19].

Molybdenum (Mo) is necessary for the enzymes that reduce nitrate in plants and for the enzyme nitrogenase which is the key enzyme in biological nitrogen fixation. Because of the symbiotic nitrogen fixation of the legumes, they need higher amounts of Mo than most other plants. Yet the amount needed by legumes is very little and most soils contain adequate molybdenum, in form of molybdate ion, for most plant species. In soils with low pH however molybdate becomes less available and deficiency may occur in plants which need rather high amount of molybdenum. Mo content in most soils in the world lies in the interval 0.2 – 5.0 mg/kg. In peat soils the pH can be low and there is a possibility that biological nitrogen fixation by legume-rhizobia symbiosis could be limited by low available molybdenum. There are not many results from soil analyses where Mo content of Icelandic soils has been measured. Some results from eastern Iceland show unfertilized soil to contain 0.5 – 0.8 mg/kg. It has been found that the molybdenum concentration in Icelandic rivers and lakes is very variable and in some areas very low and might in some cases be limiting for primary productivity in some lakes [20].