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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оценка потенциальной токсичности ртути на территории г. Усть-Каменогорск с использованием листьев тополя

УДК 546.49:581.45:582.681.81(574)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г41	Бирулина Анна Георгиевна		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель	Вершкова Е.М.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень,звание	Подпись	Дата
05.03.06 Экология и природопользование	Азарова С.В.	к.г.-м.н., доцент		

Томск – 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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

Запланированные результаты обучения по программе
05.03.06. «Экология и природопользование»

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Р1	Владеть культурой мышления, глубокими базовыми и специальными знаниями отечественной истории, философии, экономики, правоведения, уметь использовать их в области экологии и природопользования; иметь ясные представления о здоровом образе жизни	Требования СУОС, ФГОС ВО (УК-1-4, 7, 8; ОПК 4, 6,7, 9; ПК-7, 9, 12, 19, 20); Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.5, 5.2.9, 5.2.16)
Р2	Демонстрировать глубокие естественнонаучные, математические знания, необходимые для владения математическим аппаратом экологических наук, для обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию, применять профессиональные знания в области экологии и природопользования, практической географии, физики, химии и биологии и способны использовать их в области экологии и природопользования	Требования СУОС, ФГОС ВО (УК- 1, 2, 3, 6; ОПК-1- 9; ПК-1, 2, 11, 14-16, 19,21); Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.1-5.2.3, 5.2.5 5.2.9, 5.2.16
Р3	Уметь применять экологические методы исследований при решении типовых профессиональных задач, владеть методами поиска и обмена информаций в глобальных и локальных компьютерных сетях	Требования СУОС, ФГОС ВО (УК- 1, 2, 3, 6; ОПК-1-9; ПК-1, 2, 11, 14-16, 19, 21); Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.1-5.2.3, 5.2.5,5.2.9, 5.2.16)
Р4	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в сфере охраны окружающей среды	Требования СУОС, ФГОС ВО (УК-4, 6; ОПК-7, 9;
Р5	Использовать теоретические знания, методы обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации на практике; самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования СУОС, ФГОС ВО (УК-1, 3, 7, 8, ОПК 2, 8-9, ПК-2, 6, 8, 11, 13, 19, 20);Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.13-5.2.16)

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
2Г41	Бирулиной Анне Георгиевне

Тема работы:

Оценка потенциальной токсичности ртути на территории г. Усть-Каменогорска с использованием листьев тополя	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	15.03.18. №1768/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.18

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе *(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. Д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. Д.).*	Ранее проведенные исследования, научные публикации, интернет ресурсы

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов *(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).*	Введение Глава 1. Биогеохимическая оценка территории города с использованием листвы древесных растений Глава 2. Административное положение и геоэкологическая характеристика г. Усть-Каменогорска Глава 3. Материалы и методы исследования Глава 4. Потенциальное токсическое воздействие ртути на человека и экосистему на территории г. Усть-Каменогорска Глава 5. Социальная ответственность Глава 6. Финансовый менеджмент Заключение Список использованной литературы
Перечень графического материала *(с точным указанием обязательных чертежей)*	1.Карта-схема отбора проб листвы тополя на территории г. Усть-Каменогорска 2.Схема пробоподготовки листвы тополя к анализу 3.Карта-схема изоконцентраций ртути на территории г. Усть-Каменогорска 4.Карта схема токсического воздействия на человека и экосистему г. Усть-Каменогорска

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Вершкова Е.М.
«Социальная ответственность»	Кырмакова О.С.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	07.04.18

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Барановская Н.В.	д.б.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г41	Бирулина Анна Георгиевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ОЦЕНКЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РТУТИ НА ЭКОСИСТЕМЫ И ЧЕЛОВЕКА НА ТЕРРИТОРИИ Г. УСТЬ - КАМЕНОГОРСКА»

Студенту:

Группа:	ФИО
2Г41	Бирулиной Анне Георгиевне

Школа	Природных ресурсов	**Отделение школы (НОЦ)**	Геологии
Уровень образования	Бакалавриат	**Направление/специальность**	Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. *Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:* – *вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)* – *опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)* – *негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)*	Объект исследования – листья тополя черного *(Populus nigra L.)*. Пробы отобраны на территории г. Усть – Каменогорска. Исследование состоит из двух этапов: лабораторный и камеральный. *Лабораторный:* - пробоподготовка листвы тополя к исследованию методом атомно – абсорбционного анализа; - атомно – абсорбционный анализ на ртутном анализаторе РА 915 + с приставкой Пиро – 915 + (кафедра ГЭГХ, ИШПР ТПУ, 5 этаж, 510 аудитория) *Камеральный:* Рабочее место – кабинет с электронно–вычислительными машинами, расположенный в учебном корпусе ТПУ №20, Ленина 2/5, кафедра ГЭГХ ИПР ТПУ, 4 этаж, 439 аудитория. Площадь на одно рабочее место – 4,5 м2. В аудитории имеется естественное и искусственное освещение, 12 персональных компьютеров.
2. *Перечень законодательных и нормативных документов по теме*	Конституция РФ, Трудовой кодекс Российской Федерации (Федеральный закон от 30 декабря 2001 г. N 197-ФЗ), санитарные правила и нормы, гигиенические нормативы, государственные стандарты
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	

1. *Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:* – *физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;* – *действие фактора на организм человека;* – *приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);* – *предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)*	*Лабораторный и камеральный этапы:* Вредные факторы: 1. Отклонение параметров микроклимата в помещении 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны 3. Монотонный режим работы 4. Испарение токсичных элементов в атмосферу 5. Производственный шум 6. Электромагнитное излучение
2. *Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности* – *механические опасности (источники, средства защиты;* – *термические опасности (источники, средства защиты);* – *электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);* *пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)*	Опасные факторы: 1. Пожароопасность на рабочем месте 2. Поражение электрическим током 3. Химическая опасность Источники: ртутный анализатор РА 915 + с приставкой Пиро – 915 +, электроприборы и электрооборудование Средства защиты: электроизолирующие провода и заземление
3. *Охрана окружающей среды:* – *защита селитебной зоны* – *анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);* – *анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);* – *анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.*	Образование золы листьев и мусора от уборки помещений, которые относятся к V классу опасности, которые необходимо утилизировать.
4. *Защита в чрезвычайных ситуациях:* – *перечень возможных ЧС на объекте;* – *выбор наиболее типичной ЧС;* – *разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;* – *разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий*	Рассматриваются основные причины возникновения пожара на рабочем месте. Факторы, оказывающие наибольшее влияние на распространение пожара. Устройства и системы оповещения. Методы и способы предотвращения пожара.
5. *Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:* – *специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны*	Рассматриваются требования, предъявляемые к организации рабочей деятельности согласно СанПин и Трудового законодательства.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г41	Бирулина Анна Георгиевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Г41	Бирулиной Анне Георгиевне

Школа	Природных ресурсов	**Отделение школы (НОЦ)**	Геологии
Уровень образования	Бакалавриат	**Направление/специальность**	Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. *Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих*	Расчет сметной стоимости выполняемых работ согласно применяемой техники и технологии
2. *Нормы и нормативы расходования ресурсов*	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
3. *Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования*	Страховые вносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Технико-экономическое обоснование целесообразности внедрения новой техники или технологии выполнения работ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Линейный график выполнения работ
Перечень графического материала *(с точным указанием обязательных чертежей)*:	
1. Линейный календарный график выполнения работ	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень,звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Вершкова Е.М.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г41	Бирулина Анна Георгиевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа бакалавра объемом 88 с., проиллюстрирована 13 рис., 20 табл.. Список литературы составляет 66 источников, из них отечественных - 61 , зарубежных - 5 .

Ключевые слова: загрязнение воздуха, токсичность неорганических соединений, ртуть, листва древесных растений, Усть-Каменогорск, USEtox.

Объектом исследования являются листья тополя черного *(Populus nigra L.)*, отобранные на территории г. Усть-Каменогорска.

Цель работы – определение потенциального токсического воздействия ртути на экосистемы и человека на территории г. Усть-Каменогорска на основе результатов изучения листьев тополя черного *(Populus nigra L.)* с применением модели USEtox.

В работе приводятся данные о специфике накопления ртути в листве тополя черного *(Populus nigra L.)*, применяемого в качестве основного растения для озеленения города. Автором на основе имеющихся данных по концентрированию этого элемента в листьях тополя проведен расчет токсичности ртути для экосистемы и человека. Сделан вывод, что основным источником выброса ртути в атмосферный воздух служит свинцово-цинковый комбинат. Основная зона концентрации элемента, а также показатель наибольшей токсичности приходится на северную промышленную зону города. Применение современного атомно-абсорбционного метода позволило сделать выводы о накоплении токсичных элементов в экосистеме и человеке.

По результатам полученных данных были построены карты изоконцентраций и токсичности ртути на территории г. Усть-Каменогорска.

В дальнейшем результаты исследования можно использовать с целью разработки программ мониторинга города и улучшения городской среды.

Содержание

Введение 13

Глава 1. Биогеохимическая оценка атмосферного воздуха территории города с использованием листьев древесных растений 15

Глава 2. Административное положение и геоэкологическая характеристика г. Усть-Каменогорска 24

2.1 Характеристика территории исследования 24

2.1.1 Физико- географическое положение территории исследований 24

2.1.2 Климатическая характеристика 25

2.1.3 Особенности геологического строения 26

2.1.4 Гидрология и формирование подземных вод 28

2.1.5 Почвенный покров 31

2.1.6 Растительный и животный мир 31

2.2 Геоэкологический очерк района и изученность территории г. Усть-Каменогорска 33

2.2.1 Промышленная структура и основные источники техногенного воздействия 33

Глава 3. Материалы и методы исследования 44

3.1 Объект исследования 44

3.2 Отбор проб и пробоподготовка 44

3.3 Атомно-абсорбционный анализ содержания ртути в листьях тополя черного 46

3.4 Модель оценки токсичности ртути 47

3.5 Статистическая обработка результатов исследования 50

Глава 4. Потенциальное токсическое воздействие ртути на человека и экосистему на территории г. Усть-Каменогорска 51

4.1. Результаты атомно-абсорбционного анализа содержания ртути в листьях тополя черного 51

4.2 Потенциальное токсическое воздействие ртути 55

Глава 5. Социальная ответственность при оценке потенциального токсического воздействия ртути на экосистемы и человека на территории г. Усть-Каменогорска..... 60

5.1. Анализ вредных и опасных факторов при исследовании объекта 60

5.2. Анализ вредных факторов при лабораторных и камеральных работах61

5.3. Анализ опасных производственных факторов при лабораторных и камеральных работах 67

5.4 Охрана окружающей среды 69

5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях 70

5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ... 71

5.7 Организационные мероприятия при работе на персональном компьютере 73

Глава 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 74

6.1 Технико-экономическое обоснование продолжительности и объемы работ 74

6.2 Расчет затрат времени и труда на проведение работ 76

6.3 Расчет затрат на материально – техническое обеспечение научных исследований 77

6.4 Расчет затрат на оплату труда..... 78

6.5 Общий расчет сметной стоимости на проведение исследовательских работ 80

Заключение 82

Список использованной литературы 83

Введение

Современные города – ведущая форма развития территориальной и социально-экономической организации. Как правило, чем город крупнее, тем выше технические и научные успехи. Однако не стоит забывать и про постепенно возрастающую техногенную нагрузку, которая приводит к трансформации и нарушению природных компонентов, активизирует неблагоприятные природные и природно-антропогенные процессы.

В разных городах в зависимости от природно-климатических условий, развития промышленного сектора, территориального планирования, озеленения и других факторов складывается своя геоэкологическая обстановка.

Наибольшую обеспокоенность в современном мире представляет проявление ртутного загрязнения, которое, в первую очередь, связано с токсичностью и трансформацией данного элемента в окружающей среде.

Оценку загрязнения урбанизированных территорий можно проводить с привлечением таких компонентов природной среды как почва, вода, атмосферный воздух, растительный и снеговой покров, донные отложения. При оценке состояния атмосферного воздуха кроме почвенного и снегового покрова весьма эффективно используется растительность поскольку она выполняет одну из важных функций для города – защитную. Листья древесных растений активно поглощают, осаждают и концентрируют пары, газы, химические элементы, выделяют в городскую среду кислород.

Так, например, особенно показательна судьба г. Усть-Каменогорска, расположенного в Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан. Наличие широкого спектра промышленных предприятий и неблагоприятных природно-климатических условий способствуют формированию техногенной геохимической провинции [41]. Так сложилось исторически, что в городе сконцентрированы многие из тех экологических проблем, которые характерны для развития многих стран мира на стыке двух тысячелетий [25].

Концентрация промышленных предприятий на территории г. Усть-Каменогорска вызывает повышенный интерес к изучению содержания ртути в атмосферном воздухе города.

В связи с вышесказанным, цель работы – определение потенциального токсического воздействия ртути на экосистемы и человека на территории г. Усть-Каменогорска на основе результатов изучения листьев тополя черного *(Populus nigra L.)* с применением модели USEtox.

Задачи исследования:

1. Выполнить обзор литературных данных по исследуемой проблеме;
2. Рассчитать показатели токсичности на основании результатов атомно-абсорбционного анализа листьев тополя черного *(Populus nigra L.)*;
3. Оценить токсическое воздействие ртути;
4. Проанализировать закономерности связи токсичности и заболеваемости населения г. Усть-Каменогорска;
5. Выявить возможные источники поступления ртути;
6. Произвести расчет финансовых затрат на выполнение эколого-геохимических работ;
7. Определить опасные и вредные факторы, возникающие при выполнении работ, а также меры их предупреждения.

Практическая значимость полученных результатов состоит в определении показателей токсичности ртути для прогнозирования возможного токсического воздействия элемента на здоровье человека и благополучие экосистемы в целом.

Глава 1. Биогеохимическая оценка атмосферного воздуха территории города с использованием листьев древесных растений

Расширение границ в области техносферы негативно сказывается на состоянии атмосферного воздуха. Наибольшее воздействие на данный компонент природной среды оказывают города с активно развивающейся промышленной деятельностью. Это вызвано, прежде всего, поступлением большого количества загрязнителей антропогенного происхождения, имеющих состав, отражающий специфику промышленных предприятий.

Каждая миграционная природная система является одновременно транспортирующей и вмещающей средой [10]. Атмосферный воздух, как транспортирующая среда, концентрирует и рассеивает химические элементы, которые способствуют формированию локальных и протяженных геохимических аномалий в почвенном и снеговом покрове, водных объектах, донных отложениях, живых организмах и других объектах эколого-геохимических исследований.

Очень важно подчеркнуть, что для многих химических элементов, помимо прямого токсического воздействия характерны и, так называемые, отдаленные эффекты, которые затрагивают основополагающие функции живых организмов: воспроизводство и биопродуктивность [10]. В этом случае функционирование организмов нарушается на популяционно-видовом уровне.

На сегодняшний день применяются различные эколого-геохимические исследования для оценки состояния атмосферного воздуха. Одним из них является биоиндикация.

История развитии биоиндикации уходит в далекое прошлое. Во многом развитие биоиндикации - это процесс синтеза научных знаний в области взаимодействия биогенных и абиогенных факторов среды с привлечением агрономов, биологов, ботаников, почвоведов и др. исследователей.

Первое учение о биоиндикации было сформулировано в I в. до н.э. специалистом в области сельского хозяйства Юнием Модератом Колумеллой, который отмечал, что «рачительному хозяину по листве деревьев, по травам, по уже поспевшим плодам можно судить о свойствах почвы и культурах, которые возможно на ней выращивать».

Осознание и введение биоиндикации как способа оценки состояния окружающей среды происходило постепенно с привлечением эмпирических знаний о свойствах почвы. В XVII – XVIII вв. н.э. благодаря развитию географии растений большое значение приобретают работы Гумбольдта А., Гризербаха А., лесоводов Гартига Т. и Котта Г.

В XIX в. география растений начинает приобретать индикационный характер. Унгер Ф. (1838 г.) разделил растения на кальцефилы и силицифилы, а также выделил приуроченность растений к почвам – почвобезразличные, почвопредпочитающие, почвопостоянные [23]. Первые схемы растений-индикаторов, горных пород, предложенные Карпинским А.П. (1841 г.), обосновывали необходимость изучения причин нарушения геологической приуроченности.

Наибольшее распространение и применение растений для оценивания средообразующих факторов отмечается в XX в. Клементис Ф., Сукачев В.Н., Виноградов Б.В. [23].

Привлекая современные литературные данные [3, 4, 16, 19, 26], можно дать определение термину «биоиндикация». Биоиндикация – это один из разделов прикладной геоэкологии, который использует биологические объекты с целью установления степени воздействия окружающей среды.

Markert B. et al. (2003) сформулировал общепринятое определение биоиндикации. Согласно его определению, биоиндикаторы – это организмы или сообщества организмов, в которых содержание определенных химических элементов или химических соединений в клеточных структурах, интенсивность метаболически-биохимических процессов могут

предоставлять информацию о качестве окружающей среды или природе изменений окружающей среды.

Данное определение предполагает выделение двух объектов (*биоиндикатор и индикат*) между которыми устанавливается взаимодействие.

Биоиндикатор – объект растительного или животного происхождения, который принимает факторы воздействия, загрязнители, именуемые индикатами.

В научной литературе кроме «биоиндикатора» (качественный показатель воздействия окружающей среды на исследуемый объект, который используется в случае единичного измерения) выделяется «биомонитор» (количественный показатель окружающей сред, если имеют местонаблюдения более длительного характера). Данные понятия могут использоваться как в отдельности, так и совместно, например, в случаях применения лихеноиндикации для оценки состояния атмосферного воздуха [3].

Изучение биоиндикаторов сводится к анализированию геохимических, генетических, биохимических и физиологических нарушений хромосом, биомембран, органелл, обмена веществ (белков, углеводов, включая фотосинтез; липидов, минерального и энергетического обменов); активности ферментов и гормонов; морфологических, анатомических, биоритмических и поведенческих отклонений; флористических, фаунистических, популяционно-динамических, биогеоценотических и, наконец, ландшафтных изменений [26].

Как было сказано выше, проведение биоиндикации невозможно без биоиндикатора, выбор которого предусматривает учет следующих параметров:

1) чувствительность выбранного объекта должна отражать степень устойчивости объекта к изменяющимся условиям среды. В зависимости от этого их принято подразделять на объекты с *ранней*

реакцией (при малейших отклонениях системы от равновесного состояния), *объекты – аккумуляторы* (способные долгое время не проявлять реакции на изменение условий среды обитания), *чувствительные объекты (*проявляют значительные отклонения от показателей нормы) [20].

Примерами чувствительных биоиндикаторов могут служить мхи, лишайники, обитатели почвы и водных объектов – микрогрибы, водоросли, бактерии.

Показателями чувствительности могут быть генетические, биохимические, физиологические изменения. Их обнаружение возможно при проведении ряда лабораторных исследований:

1) достоверность – как показатель определяющий качество получаемой информации, т.е. насколько данная информация истинна, и отражает полноту условий обитания объекта. На сегодняшний день проверки достоверности не существует, однако для подтверждения данного показателя можно использовать шкалы сопряженности, встречаемости биоиндикатора и индиката;
2) метод эталонов – при оценивании степени влияния окружающей среды на биоиндикатор необходимо использовать фоновый образец, который отражает природные характеристики и состояние объекта без влияния человеческой деятельности;
3) при выборе биоиндикатора также следует учитывать распространенность организма в экосистеме и географии произрастания, доступность получения материала легкость в пробоподготовке и анализировании, отсутствие сезонных различий;
4) объект для биоиндикации не только должен быть чувствителен к условиям среды, но и не изменять своей способности к аккумуляции при изменяющихся условиях;
5) наличие корреляции между реакцией объекта и уровнем воздействия стрессора.

Поскольку данная работа посвящена изучению возможности накопления ртути древесными растениями, что предполагает изучение биогеохимии растений, то далее будут рассмотрены литературные источники, обосновывающие накопление химических элементов, так как исследование проводилось с целью определения токсического влияния ртути на окружающую среду.

Биогеохимия как наука начала активно развиваться в середине прошлого столетия. Вернадский В.И. уделял большое внимание изучению химического состава растений. Закономерности распределения химических элементов в растениях описываются Алексеенко В.А. [2]. Ключевым разделом биогеохимии является биогеохимия растений, позволяющая описать биогеохимические циклы, происходящие в экосистеме и ландшафтах. Постепенное нарастание антропогенного воздействия на природную среду во второй половине XX в. позволило выделить биогеохимические методы для проведения экологического мониторинга, в котором растения выступают в качестве биомониторов. Так, например, формирование биогеохимических провинций, обусловленных природными факторами подтверждается исследованиями Виноградова А.П., Ковальского В.В. Ландшафтно-геохимические связи, обуславливающие накопление химических элементов, представлены в исследованиях Глазовской М.А., Добровольского В.В., Перельмана А.И. [11, 12, 24].

В основах биогеохимии Добровольского В.В. (2003) приведены результаты исследований Уоррена Х. (1961), Шаклетта Х. (1970), Сальми М. (1963) о накоплении содержания микроэлементов в продуктах питания, питьевой воде, почве и растения, которые оказывают влияние на организм человека. Под руководством Ковды В.А. и Зырина Н.Г. впервые были составлены карты содержания бора, марганца, цинка, меди и молибдена в почвах на обширной территории Восточно-Европейской равнины.

На сегодняшний день исследования в области биогеохимии и изучения элементного состава не утратили своей актуальности, что подтверждается в работах [14, 26, 32, 34, 36].

Роль растений в качестве индикаторов состояния окружающей среды отмечается в работах [3, 6, 19, 20, 23, 30].

Преимущество высших растений и использование их для методов биоиндикации определяется, прежде всего, хорошо развитой корневой и проводящей системами. Поступление в растения химических элементов происходит через почвенный покров (почвенные растворы) и атмосферный воздух – сухие осадки (газ, твердые частицы), мокрые осадки – туман, дождь, снег, капли облаков и др. Накопление химических элементов в листовой пластине определяется ее морфометрическими данными, так, например, растения с более гладкой поверхностью удерживают меньше твердых частиц, чем опущенные или стареющие листья. Сравнение трех видов плодовых деревьев с разным типом листовых пластинок: яблони (*Malus pumila Mill.var domestica*), вишни (*Prunus cerasifera Ehfh.var nigra*) и груши (*Pyrus communitis L.)* показало, что наибольшей сорбционной способность обладают растения с жесткими опущенными листьями (яблоня), и листья с выраженным жилкованием (вишня), в то время, как гладкие (груша), удерживают твердые частицы хуже.

Устойчивость растений к накоплению химических элементов также определяется видом, возрастом, стадией развития [32].

Доступность и низкая себестоимость являются преимуществом использования высших растений в качестве биоиндикаторов. Распространенность защитных насаждений, представленных различными растительными сообществами на территории города позволяет проанализировать состояние урбанизированных территорий [19, 43]. Использование растений для оценки состояния территории города может быть определено следующими видами воздействия: климатическими, техногенными, эдафическими, в результате которых формируются

специфические растительные сообщества с определенным элементным составом.

Как отмечает Касимов С.Н (2004), городская среда сказывается на ходе жизненных процессов растений, флоры, их внешнем виде и строении органов. У таких растений снижена фотосинтетическая активность, поэтому они имеют более редкую крону, мелкие листья, короткие побеги.

Бухарина И. Л. и др. в своей работе [6].определили основные защитные факторы зеленых насаждений: регулирование теплового баланса, повышение влажности воздуха, формирование ветрового режима, повышение ионизации воздуха, пыле- и газоосаждение, причем наибольшая способность в пылеулавливании отмечается у хвойных видов – 42%, широколиственные – 30% , шумоизоляция, регулирование поступления в атмосферный воздух CO_2

Вопрос о газоустойчивости древесных растений с помощью полевых исследований изучали Красинский Н.П. (1937), Илюшин П.Р. (1953), Ванифатов Д.Н. (1959). Высокая газоустойчивость с выраженной способностью к накоплению в листьях сернистых соединений отмечается в растениях тополя бальзамического и дерена белого [19].

В условиях постоянного нефтяного задымления преимущество в дымоустойчивости без видимых повреждений листвы отдается тополю черному (*Populus nigra L.)*, тополю бальзамическому, яблоне, иве белой и др. Тополь черный рассматривается многими исследователями в качестве биоиндикаторов с возможностью изучения элементного состава.

По данным Павлова И.Н. (2005), тополь черный относится к среднеустойчивым растениям с высокой поглотительной способностью, накапливающим за вегетационный период до 10 г серы 30 г азота на 1 кг сухой массы листьев. Произрастание тополя черного вблизи промышленных предприятий (нефтехимических, химических) на повышенном рельефе имеет тенденцию увеличения устьиц и изменения размеров жилок на единицу поверхности листа.

При изучении геохимической обстановки г. Павлодара (Республика Казахстан) на модели тополя черного (*Populus nigra L)* были выявлены специфические элементы (Cr, Sb, Zn и др.), характеризующие промышленную обстановку на территории города [34].

Скугорева С. Г., Низовцев А. Н. провели исследование по содержанию ртути в почве дикорастущих растениях в зоне Кирово-Чепецкого химического комбината (Тюменская обл., РФ). Деятельность комбината специализируется на производстве каустической соды и хлора электролитическим методом, с применением ртутных электродов. Выбросы предприятия являются основным источником ртути. Было установлено, что наибольшая концентрация ртути 1130 мкг/кг содержится в побегах мари белой, повышенные концентрации отмечаются в полыни обыкновенной, крапиве двудомной [27].

Поступление ртути в растения путем поглощения паров ртути отмечается Брауном и Фангом, поступление ртути зависит от освещенности территории и не зависит от температурных характеристик [16].

Ртуть может перемещаться в различные ткани растения, например, у яблонь - из листьев в яблоки, у картофеля - из листьев в клубни, у риса - из листьев в зерна, а у пшеницы и гороха - даже из посевного материала, обработанного ртутными фунгицидами, в первое поколение семян [16].

Отмечаются повреждения растений наряду с нарушением обменных процессов при концентрации ртути в питательной среде 1 мкг/кг [16].

Изучение содержания ртути в окружающей среде носит глобальный характер. Так, например, был проведен биомониторинг кадмия, свинца, мышьяка и ртути в промышленных районах Измира (Турция) с использованием медоносных пчел, прополиса [40]. При анализировании было установлено, что все исследуемые элементы содержатся в следующих концентрациях: свинца от 35,18 до 52,78 кг г-1, мышьяка от 2,37 до 19,20 кг / кг и 1 кадмия от 665,02 до 1045,00 кг / кг. Однако не было зафиксировано ни одного образца с содержанием ртути.

В Румынии дисперсию газообразной ртути оценивали при помощи декоративного растения – ивы белой (*Salix alba L.)* путем взятия проб общей газообразной ртути. По проведенному биомониторингу отмечалось высокое содержание ртути в момент «смога» и во время сумерек. Измерения проводились в момент температурной инверсии. Также отмечалось, что ртуть, в растениях присутствует в органических формах, что обеспечивает необратимый процесс поглощения, который, в свою очередь, делает применение данного метода долгосрочным [37].

Содержание ртути в листьях деревьев достигает уровней, которые считаются токсичными для агрономических культур в районах близких к химическому объекту [37].

При проведении исследований обычно используются базовые показатели среднего содержания ртути в сухой массе древесных растений: Иванов В.В. (1997) – 17 нг/г, Добровольский В.В. (2003) – 12 нг/г; по данным Markert B (1992) - 100 нг/г. Современные исследования, проведенные на кафедре геоэкологии и геохимии под руководством Юсупова Д.В. и сотрудников, позволили установить среднее содержание ртути в листве тополя черного (*Populus nigra L.)* для городов Сибири и Дальнего Востока – 25 нг/г.

Глава 2. Административное положение и геоэкологическая характеристика г. Усть-Каменогорска

2.1 Характеристика территории исследования

2.1.1 Физико-географическое положение территории исследований

Город Усть-Каменогорск находится в Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан на равнинном участке, образующемся в результате впадения реки Ульбы в Иртыш (рисунок 1).

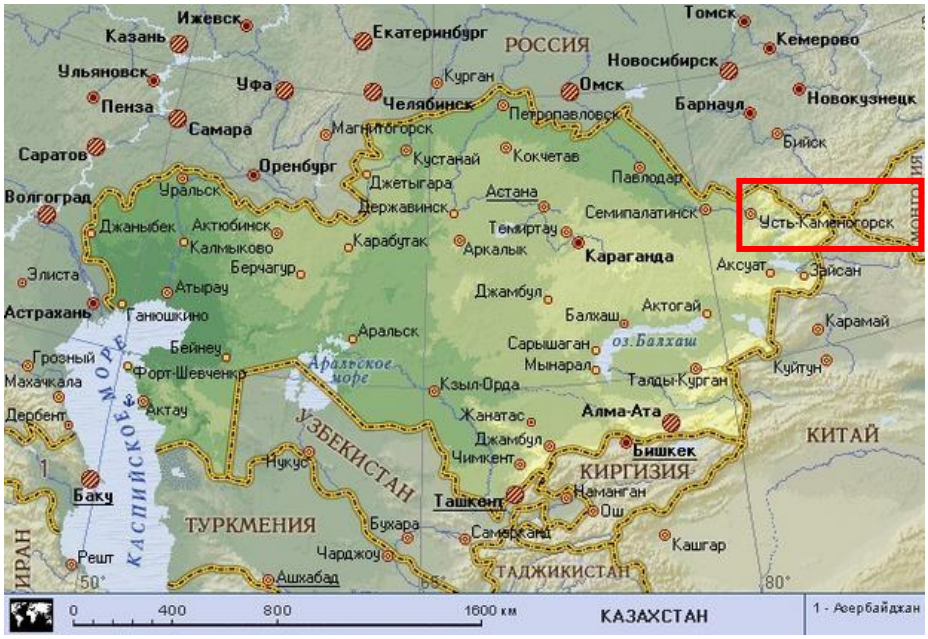

Рисунок 1 – Административное положение г. Усть–Каменогорска (Источник рисунка: www. google map.ru)

Расположенная в долине рек и в предгорьях Рудного Алтая территория г. Усть-Каменогорска ограничена возвышенностями в северном, южном, восточном, юго-западном и, в меньшей степени, в юго-восточном направлении.

Рудный Алтай, состоящий из нескольких хребтов, является среднегорным и низкогорным районом Западного Алтая.

Гипсометрические отметки территории варьируют в интервале 280 – 340 м. Большая часть города расположена на высоте 300 м и образует ровный участок поверхности, осложнённый террасовыми уступами, старицами, протоками. Деятельность человека сказывается в виде формирования искусственных насыпей, выемок, отвалов, хвостохранилищ, карьеров, шламоотстойников и других техногенных форм рельефа.

Западнее территории г. Усть-Каменогорска разместился Казахский мелкосопочник с низкогорным и среднегорным характером рельефа, отдельные вершины которого достигают высоты до 1600 м.

2.1.2 Климатическая характеристика

Усть-Каменогорск расположен в I В климатическом подрайоне, который характеризуется очень холодной зимой и теплым, иногда жарким летом [44]. По степени континентальности климат – резко континентальный. Минимальные температуры принадлежат холодному месяцу года январю, средний температурный минимум – минус 16,1 °С. Средние температуры теплого месяца июля – плюс 20,6 °С [25].

Господствующими ветрами на территории города являются ветра северо-западного и юго-восточного направлений (вдоль долины р. Иртыш), что обуславливается орографическими условиями района (рисунок 2) [36]. В течение года ветреные дни составляют 50-70 % случаев. Остальные случаи включают дни со слабыми ветрами и штилевыми явлениями.

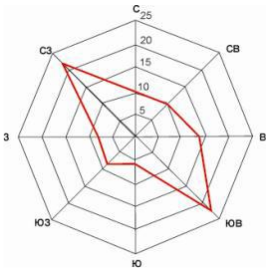

Рисунок 2 – Многолетняя роза ветров для г. Усть-Каменогорска по данным 2005 г.

Рассматриваемый район относится к зоне с умеренным увлажнением. Наибольшее количество осадков выпадает в летний период, сопровождается интенсивными грозовыми и ливневыми осадками. Зимой осадки выпадают в виде снега, на этот период приходится их минимум.

При проведении оценки геоэкологических условий, внимание уделяется инверсиям температур воздуха, которые препятствуют турбулентному обмену и способствуют концентрации аэрозолей в приземном слое, наибольшее число дней повторяемости отмечается в зимний период [25]. Это обусловлено преобладанием антициклонального характера погоды в этот период. Кроме того, 50 % и более повторяемостей инверсии температуры отмечается с июля по сентябрь. В эти месяцы наряду с указанной выше причиной сказывается влияние образующейся в этот период термической депрессии [25].

Не менее важным фактором климатических условий исследуемого района являются туманы, при которых происходит качественное изменение атмосферного воздуха и наибольшая концентрация загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы.

Наиболее высокие уровни загрязнения отмечаются при сочетании штилевых условий с туманами и инверсиями [25].

2.1.3 Особенности геологического строения

Территория г. Усть-Каменогорска располагается в границах проявления Иртышской зоны смятия, которая определяется как долгоживущая глубинная геологическая структура [25]. Проявление тектонической активности, сохранившейся до четвертичного времени, обуславливает выделение газов, в том числе и радиоактивного радона. На данный момент факторы радиоактивного и физического воздействия в

рассматриваемом районе мало изучены. Геоморфологическая карта города представлена на рисунке 3 [36].

Долины рек представлены отложениями палеозойской эры, сложенной метаморфизованными и нарушенными крупнозернистыми интрузивными породами и сланцами.

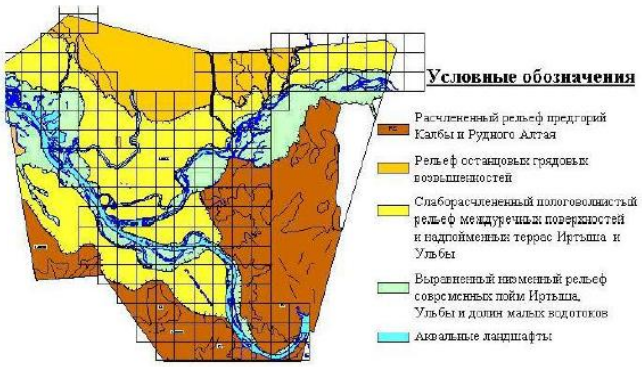

Рисунок 3 – Геоморфологическая карта района г. Усть-Каменогорска

На породах палеозоя в виде останцов на склонах древнего рельефа залегают неогеновые зеленые или красно-коричневые монтмориллонитовые глины, добываемые для кирпичного производства. Палеозойские породы и останцы неогена перекрываются мощной толщей четвертичных аллювиальных и делювиальных отложений, выполняющих глубокий эрозионный врез в палеозойский фундамент долин рек Ульбы и Иртыша [25].

Общая мощность четвертичных аллювиальных отложений достигает 120 м. Мощная толща четвертичных аллювиальных отложений, формирующих Усть-Каменогорский аллювиальный бассейн, является важнейшим природным ресурсом, обеспечивающим экономическую и экологическую стабильность Усть-Каменогорска, поскольку данная толща аллювиальных отложений, содержит водоносный горизонт, обеспечивающий население питьевой водой.

Аллювиальный комплекс перекрывается средне-верхнечетвертичными делювиально-пролювиальными отложениями, представленными палевыми лессовидными суглинками, с линзами и

прослоями песка и гравия, мощность которых меняется от первых метров вблизи пойм рек до 30-40 м по направлению к бортам долины [25]. Роль покровных суглинков с песчаными прослоями определяется их защитными свойствами для водоносного горизонта, от инфильтрации токсичных веществ и продуктов функционирования городской системы. Однако, несмотря на большую мощность покровных суглинков (8 метров и более), в Северной промышленной зоне не удается предотвратить поступление загрязняющих веществ из производственных цехов в подземные воды аллювиального комплекса.

2.1.4 Гидрология и формирование подземных вод

Главными водными артериями на территории города являются Иртыш и его правый приток река Ульба. Питание рек преимущественно снеговое. Формирование стока происходит при участии поверхностных и грунтовых вод.

Стоки обеих рек зарегулированы водохранилищами р. Иртыш: Бухтарминское, Усть-Каменогорское. Частичному регулированию водохранилищем Мало-Ульбинским подвергается сток р. Ульба. Размещение водохранилищ на реке оказывает очищающее действие.

Иртыш образует широкую, хорошо выраженную долину. Ширина главного русла реки 170-380 м, общая ширина реки с протоками и островами достигает 3-3,5 км при глубине 3, местами до 5 м. Среднегодовой расход в Иртыше выше города составляет около 400 $м^3/с$. Являясь самым большим притоком Оби воды Иртыша оцениваются как загрязненные. Вклад в загрязнение реки вносят крупные горно-обогатительные комбинаты – Зыряновский и Белогорский, предприятия по деревообработке.

Размещение на территории города Усть-Каменогорской ГЭС определяет гидрологический режим р. Иртыш на данной территории.

Река Ульба образуется при слиянии двух рек Громотуха и Тихая, является правым притоком р. Иртыш. На территории города протяженность реки составляет 24 км от гидропоста Ульба-Перевалочная до впадения в Иртыш. Долина реки хорошо разработана и террасирована, развиты пойменные и надпойменные террасы.

Основная часть селитебной и промышленной застройки города располагается на первой надпойменной террасе, сложенной аллювиальными валунниками, галечниками, перекрытыми слоем песков и суглинков мощностью 2-3 м [25].

Вторая надпойменная терраса слагается делювиально-пролювиальными лессовидными суглинками, супесями с прослоями песков, реже – гравийников, щебня и дресвы. В районе Северной промплощадки города и к югу от нее роль супесей и мелкозерных песков возрастает, что является весьма отрицательным экологическим фактором, так как отложения становятся более проницаемыми и увеличивается возможность проникновения промышленного загрязнения в подстилающий водоносный аллювиальный горизонт путем фильтрации через покровные отложения [25].

В бассейне Ульбы расположены предприятия полиметаллического комплекса в Риддере (рудники, обогатительная фабрика, свинцовый, цинковый заводы, шлаконакопители, очистные сооружения и др.), комплекс предприятий Черемшанской птицефабрики, животноводческие комплексы и др., оказывающие значительное загрязняющее воздействие на воды реки. В районе г. Усть-Каменогорска воды Ульбы загрязняются токсичными сбросами предприятий города. Таким образом, загрязнение вод р. Ульбы изменяется от средней степени (выше створа автомобильного моста) до сильной (ниже по течению от створа автомобильного моста).

Поверхностные воды рек Ульба и Иртыш имеют гидравлическую связь с подземными водами четвертичного аллювиального комплекса, в основном, формирующимися за счет речных вод. Поэтому загрязнение подземных вод, во многом определяется загрязненными речными водами. На

территории города наибольшее влияние оказывает р. Ульба, поскольку степень загрязнённости ее вод выше, чем у Иртыша, а степень колебания сезонных уровней больше.

Аллювиальный комплекс представлен грубообломочными, хорошо водопроницаемыми отложениями. Гидравлическая связь поверхностных и подземных вод тесная. Естественные ресурсы аллювиального водоносного горизонта формируются за счет поглощения поверхностного стока по руслам рек (около 95%), значительно меньшее значение имеет подток подземных вод со склонов долин, инфильтрация атмосферных осадков на площади развития горизонта.

Эксплуатационный водоносный горизонт, сложенный аллювиальными песчано-гравийно-галечными отложениями долин Иртыша и Ульбы, слабо защищен от инфильтрации загрязнений сверху в связи с отсутствием надежного перекрывающего горизонта. В естественных, ненарушенных условиях подземные воды по качеству соответствуют требованиям питьевых норм, но требуют бактериологической очистки и фторирования.

Вследствие размещения на территории города промышленных предприятий, неканализованных и неблагоустроенных застроек, выемок, сформированных в пределах пойм, происходит загрязнение подземных вод фильтрующимися сточными, технологическими водами, а также бактериями, неорганическими и органическими соединениями, нитратами.

На всех разведанных водозаборах подсчитанные и утвержденные эксплуатационные запасы подземных вод по качеству удовлетворяют требованиям питьевых норм при бактериологическом обеззараживании и фторировании. Обеззараживание обязательно ввиду незащищенности горизонта от загрязнения, фторирование – из-за низкого содержания фтора. В отдельных пробах централизованных водозаборов периодически отмечаются превышения питьевых норм по кадмию, таллию, нитратам.

Формирование подземных вод происходит, в большей степени, за счет поверхностных вод (80-90%) и инфильтрации атмосферных осадков (10-20%).

На участках города, приуроченных для водозаборов (в т.ч. индивидуальное водопользование) и удаленных от реки, формирование эксплуатационных и естественных ресурсов происходит в результате инфильтрации атмосферных осадков, которые являются носителем загрязняющих веществ (аммоний, алюминий, свинец, марганец, кадмий, таллий, титан, мышьяк, цинк).

Это имеет принципиально важное значение при оценке и, особенно, при прогнозе качества подземных вод. Чистота в области формирования и транзита потока обуславливает высокое качество подземных вод и, наоборот, наличие источников загрязнения приводит к снижению (до бедственного) качества воды.

2.1.5 Почвенный покров

Территория города представлена черноземными степями в биогенных ландшафтах суши. Черноземы обыкновенные суглинистые и солонцеватые, а также дерново-глеевые аллювиальные слоистые (поймы Иртыша, Ульбы и долины малых водотоков). Все почвы имеют слабокислую и нейтральную реакцию (pH от 6,8 до 8,1), среднюю (в суглинистых разновидностях) и низкую (в супесчаном и песчаных разновидностях) величину емкости поглощения (15-22 мг·экв./100 г почвы); содержание гумуса составляет 3-6 % [9].

2.1.6 Растительный и животный мир

Территория города включает несколько природно-ландшафтных зон: сухостепная, предгорно-степная, горная лугово-степная, горная лесостепная.

Значительная часть города занята предгорно-степной зоной, которая простирается с северо-запада на юго-восток. Здесь распространены древесно-злаковые, ковыльно-злаково-разнотравные, кустарниковые степные растительные формации

Основными представителями травянистых сообществ могут быть овсяница овечья, ковыль полосатик, полынь, овсяница ложно-овечья, пырей. В кустарниковых группах распространены шиповник, кизильник черноплодный, карагана кустарниковая спирея.

Горные ландшафты характеризуются наличием лугово-лесостепной, лугово-лесной, разнотравно-злаково-кустарниковой растительности, преобладают кустарниковые группы, представителями которой являются жимолость татарская, черемуха обыкновенная, боярышник кроваво-красный, карагана древовидная. По мере подъема в горы кустарниковая растительность сменяется древесной (тополь, береза, осина), которые далее сливаются с фрагментами таежной формации при участии хвойных пород [46].

Сухостепная зона занимает незначительную территорию в юго-западной части здесь сформированы комплексы при участии ковыльно-типчаково-тырсово-кустарниковых, ковыльно-разнотравно-полынно-кустарниковых, ковыльно-разнотравно-полынно-кустарниковых растительных сообществ с преобладанием ковыля и полыни [46].

В формировании ландшафтов, пойм доминирующую роль играют мезофильные, гигрофильные и древесно-кустарниковые растительные сообщества. Древесно-кустарниковые пойменные насаждения представлены тремя видами тополя: тополем черным, тополем белым, тополем лавролистным, а также черемухой обыкновенной, шиповником коричным, жимолостью татарской, древовидными и кустарниковыми видами ив и др., осоково-злаковое разнотравье (тростник, аир, рогоз, осока и др.).

Наиболее заметной и динамичной фауной Усть-Каменогорска и окрестностей среди наземных позвоночных являются птицы. Гнездится в

городе более 20 видов птиц, которые имеют широкий ареол обитания: домовой и полевой воробьи, сизый голубь, скворец, трясогузка, египетская горлица, седоголовый щегол, так и редкие: большая синица, обыкновенная горихвостка, сорока, иволга, обыкновенная пустельга, обыкновенная касатка, северный соловей, сорокопут-жулан, чернолобый сорокопут, перевозчик, желтая трясогузка, полевой конек, обыкновенный сверчок и другие [46].

Среди млекопитающих наиболее типичны некрупные грызуны, населяющие степной пояс. К ним относятся: хомяк, суслик, сурок обыкновенный, светлый хорь и другие.

Более крупные виды млекопитающих обитают в зонах с древесно-кустарниковой и лесной растительностью: бурозубка, солонгой, колонок, заяц-беляк, бурундук, белка алтайская, лесная соня, алтайская серая мышовка, лесная мышь, полевка-экономка, красно-серая полевка, лось.

2.2 Геоэкологический очерк района и изученность территории г. Усть-Каменогорска

2.2.1 Промышленная структура и основные источники техногенного воздействия

Современный Усть-Каменогорск – один из крупнейших центров цветной металлургии Казахстана (рисунок 4). Главную роль в производстве металлургии выполняет свинцово-цинковый комбинат ТОО «Казцинк».

Активно развивается металлообработка и машиностроение. Здесь изготовляют оборудование для предприятий цветней металлургии, конденсаторы, измерительные приборы. Сельскохозяйственный сектор служит основным звеном для развития пищевой промышленности. Хорошо развито маслобойное производство, основанное на переработке семян подсолнечника, поступающих в город со всех окраин Восточного Казахстана. Более локальными являются мясная, молочная и пивоваренная отрасли.

На территории города также расположились швейная и кроватная фабрики, пимокатный завод, планируется развитие легкой промышленности.

Форсированное развитие в области науки техники позволяет городу расширять свои границы.

На юго-востоке Усть-Каменогорска за отрогами Аблакетской гряды в холмистой местности вырос поселок Аблакетка. Здесь возник конденсаторный завод, и в том месте, где Иртыш прорывает Аблакетскую гряду, построена Усть-Каменогорская ГЭС - первая по времени сооружения на Иртыше и вторая по мощности после Бухтарминской ГЭС гидроэлектростанция Республики. Она ликвидировала недостаток электроэнергии в городах и поселках Рудного Алтая, а также обусловила развитие цветной металлургии в Усть-Каменогорске.

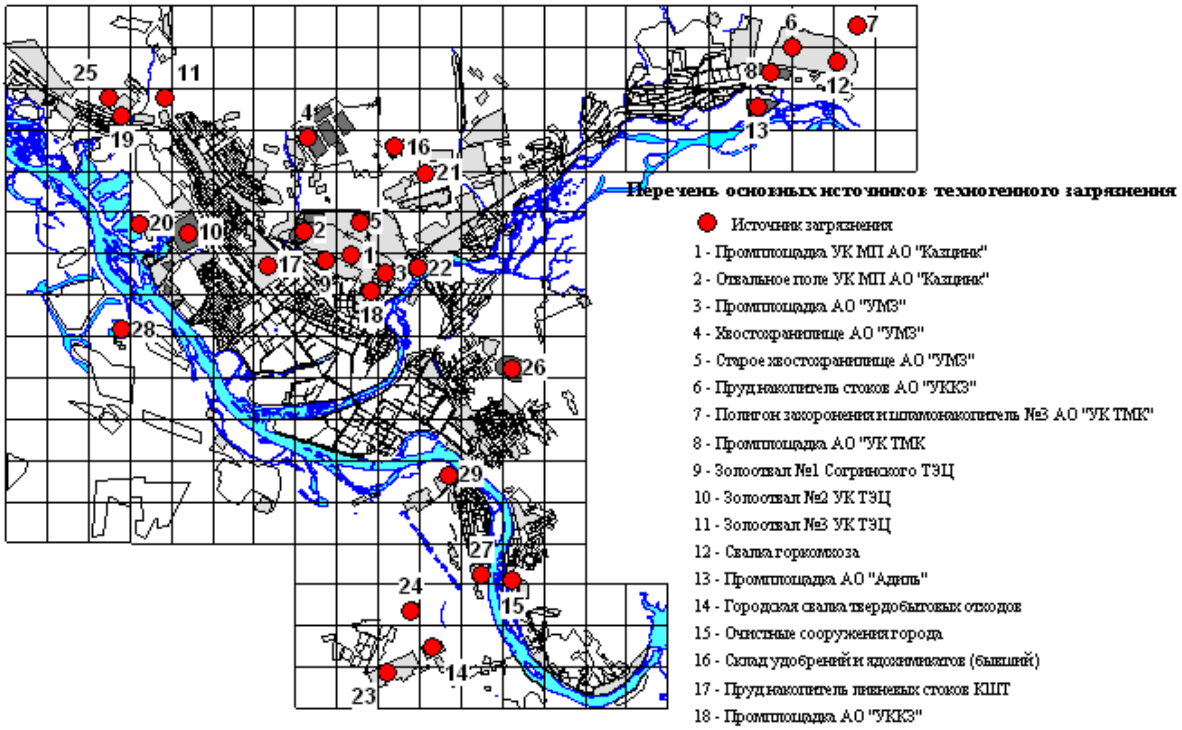

Рисунок 4 – Карта размещения основных источников техногенного воздействия в г. Усть-Каменогорске

Формирование экологической обстановки на территории города зависит как от природных факторов, так и от техногенных. К природным

следует отнести условия формирования микроклимата, которые, в первую очередь, зависят от геологических условий расположения города, залегания водоносного слоя, расчлененности рельефа. Техногенная нагрузка выражается непосредственно в функционировании промышленных предприятий, сельскохозяйственных и животноводческих комплексов, неблагоустроенности жилых территорий.

Не менее важным фактором экологической обстановки является территориальное планирование города. В зависимости от этого на территории города можно выделить несколько зон комфортности (рисунок 5)

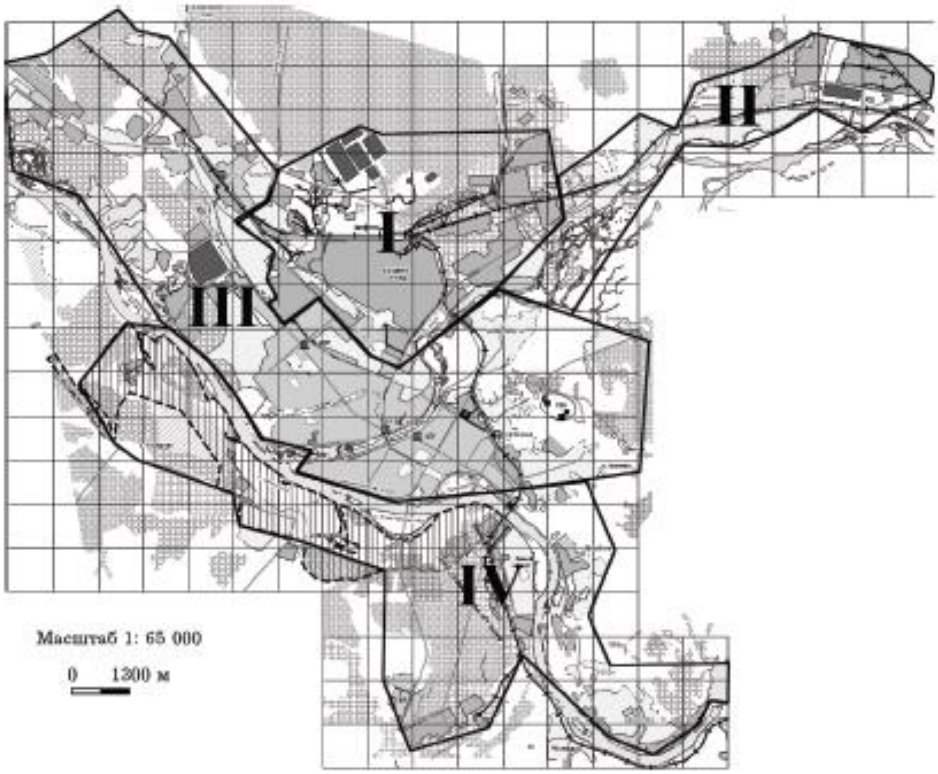

Рисунок 5 – Карта-схема зон Усть-Каменогорска [5]: I – северная промышленная зона, II – северо-восточная промышленная зона, III – центральная селитебная, IV – восточная пригородная

I – северная промышленная и примыкающая центральная селитебная (III) – зоны с низкой комфортностью, характеризуется большим скоплением производственных комплексов, высоким уровнем загрязнения, недостаточным озеленением и густотой расположения автомагистралей.

II – северо-восточная промышленная – зона пониженной комфортности, здесь находится Согринская ТЭЦ, титано-магниевый комбинат.

IV – восточная пригородная – зона наибольшей комфортности, сосредоточена в новом пригороде Аблакетка, набережной Иртыша, Стрелки. Однако в последние годы отмечается более плотная застройка территории, что является следствием снижения скорости рассеивания загрязняющих веществ.

Промышленная структура города складывается из предприятий цветного, обрабатывающего, энергетического и перерабатывающего цикла. Такое перенасыщение для города характеризуется неблагоприятным состоянием окружающей среды.

Скопление промышленных предприятий, расширение транспортной сети, и, как следствие, увеличение транспорта оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Как отмечают исследователи, главными предприятиями, негативно влияющими на состояние природных компонентов, являются УК МП ОАО «Казцинк», ОАО «AES Усть-Каменогорская ТЭЦ», АО УМЗ, ОАО УК ТМК [5, 9, 21, 36].

Казцинк. Предприятие состоит из нескольких заводов производственного цикла: цинковый завод мощностью 190000 т/год, свинцовый завод – мощностью 144000 т/год, медный завод – мощностью 70000 т/год, завод по производству драгоценных металлов и сернокислотного завода [46].

Управление «Казцинка» располагается рядом с промплощадкой предприятия в северной промышленной зоне, что обуславливает наличие общей инфраструктуры.

Цинковый завод. В основе функционирования цинкового завода используется стандартная технология с небольшими особенностями: обжиг, выщелачивание и очистка растворов, электролиз. Сырьем для завода, в основном, являются сульфидные цинковые концентраты Малеевского

рудника (с содержанием в концентрате цинка 53,5%, серы 12-21 %), которые перерабатываются в обжиговых печах кипящего слоя с дутьем, обогащенным кислородом [46].

Свинцовый завод. Введение в технологический цикл новых огнеупорных печей ISASMELTTM позволяет одновременно загружать флюсы, топливо и концентраты. Воздух, обогащенный кислородом, подается через погружную фурму и создает высокотурбулентную ванну.

К достоинствам внедрения новых технологий относится возможность совмещения нескольких технологических функций в одной печи, повышение производительности, более полное удаление летучих соединений, снижение экономических затрат.

Основными продуктами ISA-печи являются свинец-содержащий шлак, технологические и аспирационные газы, которые полностью утилизируются. Первый из них поступает в шахтную печь, в которой образуются цинковистый шлак, перерабатываемый на шлаковозгоночной установке; черновой свинец. В последующем черновой свинец подвергается пирометаллургическому рафинированию, которое представлено следующими этапами: двухстадийное обезмеживание; обестеллуривание; удаление мышьяка и сурьмы; последующее цинковое обессеребривание методом Parkes-Knowles, а также обезвисмучивание и щелочное рафинирование [47]. Состав рудометаллического сырья представлен в таблице 1 [28].

Таблица 1 - Пример состава рудометаллургического сырья, используемого на ТОО «Казцинк»

Компонент	Содержание в концентрате, (%)		Компонент	Содержание в концентрате, (%)	
	Свинцовый	Цинковый		Свинцовый	Цинковый
Свинец	37,3-47	3,0	Теллур	0,0015-0,0025	0,001-0,0015
Цинк	До 13	44-53	Таллий	0,0001	0,0001
Медь	3-9	3-9	Индий	0,0001	0,0001-,0004
Железо	4-23	1-12	Золото г/т	0,4-14,0	0,1-3
Сера	12:21	До 30	Серебро	0,013	0,002
Кадмий	0,01-0,05	0,1-0,2	Висмут	0,017-0,038	0,0001-,0002
Селен	0,005-0,12	0,001-0,0015	Ртуть	0,0005-0,001	0,0005-0,001

Состав металлического сырья содержит в себе как основные компоненты, так и примеси. Примесные компоненты такие, как железо входят в состав пирротина, марказита и пирита. Образование сульфидных концентратов происходит за счет серы, содержание которой составляет 30 %.

Существуют элементы, которые способны изоморфно замещать другой элемент в составе кристаллической решетки, так, например, цинк может быть замещен кадмием, образуя сфалерит. Изоморфное замещение характерно для селена в минералах халькопирита и галенита, при обогащении руды отмечается в медных и свинцовых концентратах. Минерал, содержащий ртуть носит название киноварь, однако в полиметаллических рудах его не отмечается. Если говорить о ртути как о примеси, то концентрация данного элемента наблюдается в сфалерите, галените. Примеси сурьмы наблюдаются в медных и свинцовых концентратах при обогащении полиметаллических сульфидных руд. Таллий в виде примеси содержится в галените и пирите, может присутствовать в свинцовых концентратах. Самостоятельный минерал образует теллур – алтаит, однако в природе может существовать совместно с золотом, серебром, висмутом, образуя теллуриды. Галенит и свинцовые концентраты могут содержать висмут в качестве изоморфной примеси. [28].

Аффинажное производство. Основной целью этого цеха является выпуск аффиннированного золота и серебра (99,99 %)

Серебристая цинковая пена, получившаяся в процессе обессеребривания при рафинировании свинца, перерабатывается электротермическим способом с получением серебросодержащего свинца. Серебросодержащий свинец перерабатывается в купеляционных печах с выпуском сплава Доре, затем сплав подвергается электролитическому рафинированию с получением аффинированного серебра. Аффинированное золото проводится по разработанной технологии «Казцинка» по двум технологическим схемам: электрорафинирование анодов из чернового золота, химическое растворение чернового золота с последующим

селективным осаждением чистого золота. Мощность аффинажного производства составляет до 52 т/год золота и 990 т/год серебра.

Медный завод. Строительство медного завода было завершено в 2011 г. Технологическая схема медного завода устроена таким образом, что он располагается на одной производственной площадке со свинцовым и цинковым, что позволяет повысить комплексность извлечения полезных компонентов.

Современная технология передела включает следующие стадии: плавление в печи Isasmelt медных концентратов и промпродуктов, затем после плавления для получения штейна и шлака проводится электроплавка, следующие этапы включают конвертирование медного штейна и анодное рафинирование черновой меди в печах фирмы, последний этап заключается в получении рафинированной катодной меди методом электролиза.

Комплексность производства достигается за счет доизвлечения ценных компонентов из пыли и шлака, образовавшихся при плавке в печи Isasmelt способами обогащения и гидрометаллургии.

На сернокислотном заводе происходит утилизация сернистого ангидрита в газе отделенном от пыли. После стадии анодного рафинирования черновая медь подвергается электролизу, в результате чего на выходе образуется чиста рафинированная медь с содержанием меди 99,97-99,99 %.

В результате работы Усть-Каменгорского свинцово-цинкового комплекса в атмосферный воздух поступает около 65 % загрязнений от цинкового завода мощностью 190000 т/г, свинцового завода мощностью 144000 т/г и аффинажного производства.

Широкий спектр производства отмечается выбросами в атмосферу сернистого газа, твердых и пылевых отходов, сточных вод. В добываемых и перерабатываемых рудах помимо черных и цветных металлов (цинк, свинец, медь) отмечается ряд соединений тяжелых металлов (мышьяк, селен, кадмий, ртуть, сурьма, висмут, бериллий, радионуклиды).

Усть-Каменогорский титано-магниевый комбинат. Комбинат признан одним из передовых предприятий в Казахстане и ведущим производством в странах СНГ, так как характеризуется комплексностью использования сырья, качеством продукции, степенью извлечения металлов.

Комбинат включает в себя 3 производственных комплекса: 1 – цех производства магния; 2 – цех производства тетрахлорида магния; 3 –цех производства титановой губки.

Производство титана характеризуется загрязнением водного и воздушного пространства. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха представлены пылевыми выбросами, хлором и хлористыми соединениями, оксидами углерода, азота, серы. В результате деятельности предприятия происходит образование и сброс сточных вод, размещение твердых и жидких отходов на специально отведенных территориях.

Наибольшая концентрация загрязнителей отмечается в пределах промплощадки, на границе санитарно-защитной зоны, преимущественно, сконцентрированы хлористый водород и хлор.

Контроль за дренажно-эксплуатационными скважинами показывает превышение содержания компонентов относительно ПДК для вод питьевого назначения: Cl - в 2,27; минерализации – в 2,1; жесткости – в 3,85 раз.

Подземные воды контролируются пятью дренажно-эксплуатационными и двадцатью наблюдательными скважинами на промплощадке. Число контролируемых показателей до 12. С превышением ПДК из лимитируемых макро- и микрокомпонентов определены (мг/дм^3): минерализация –78449, Cl- 41244 (118 ПДК), Na - 4176 (21 ПДК), NH_4 – 3 (1,5 ПДК), Mn- 472 (4720 ПДК), Li- 0,1 (1 ПДК), Pb- 0,154 (5,1 ПДК), Cd- 0,01 (10 ПДК) [25].

АО «УМЗ» (Ульбинский металлургический завод). Завод был основан в 1949 г. и являлся одной из частей секретного «Атомного проекта» СССР. АО «УМЗ» и топливная компания «ТВЭЛ» – партнеры. С 1997 г. завод включен в Национальную атомную компанию «Казатомпром» по экспорту-импорту материалов, содержащих уран, а также участвующей в

сотрудничестве с зарубежными странами в развитии и поддержании производственной кооперации [45].

На сегодняшний день АО «УМЗ» - это крупное производство, занимающееся выпуском бериллиевой, урановой, танталовой и ниобиевой продукции:

- берилловое производство включает полный производственный цикл от плавки рудного концентрата до металлических порошков и изделий из бериллия. Основная выпускаемая продукция: медноберилиевые, люминиевоберилиевые, никельберилиевые, лигатуры; сплавы медноберилиевые, бериллий технический, фторид магния;
- урановое производство специализируется на выпуске топлива для атомных теплоэлектростанций, которое изготавливается в виде топливных таблеток содержащих слабообогащённую двуокись изотопа урана-235;
- танталовое производство ориентировано на изготовление сверхпроводящих материалов, в основе которых используется деформируемый сплав ниобия с танталом и интерметаллического соединения ниобия с оловом, с добавлением плавиковой кислоты) [45].

Разнообразие промышленного производства АО «УМЗ» оказывает на негативное воздействие на окружающую среду. По данным комплексных исследований территории г. Усть-Каменогорска, было выявлено 61 загрязняющее вещество, принадлежащее к четырем классам опасности (таблица 2) [25]. Поскольку данное предприятие относится к циклу ядерного производства, то специфическим загрязнителем является общая альфа активность.

Таблица 2 – Классы опасности загрязняющих веществ на территории г. Усть-Каменогорска в 2005 г.

1 класс опасности	2 класс опасности	3 класс опасности	4 класс опасности	Вклад в загрязнение атмосферного воздуха,%
Бериллий, бенз(а)пирен, свинец и др.	Марганец, никель, хлор, азота диоксид, сероводород, фтористые соединения и др.	Железа оксид, пыль неорганическая (SiO_2<20%), сажа, ангидрид сернистый и др., 4-го класса опасности: углерода оксид, бензин нефтяной, аммиак и др.	Оксид углерода, аммиак и др.	Фтористый водород (77,7%), оксиды азота (9,22%), аммиак (5,87%), бериллий (3,01%), сернистый ангидрид (1,12%)

ТОО «AES УК ТЭЦ» (Усть-Каменогорская теплоэлектростанция). Предприятие служит главным источником тепловой энергии, расположено в Северной промышленной зоне и необходимо для жизнеобеспечения города, включая промышленные предприятия, в том числе АО «Казцинк», АО «УМЗ». Установленная мощность ТЭЦ: электрическая – 241,5 МВт, тепловая – 1050,9 Гкал/час.

В качестве основного топлива, сжигаемого на УК ТЭЦ, используются Семипалатинский (55%) и Майкубенский (45 %) угли со средней зольностью 16 и 22 %, соответственно. Предприятие относится к первому классу опасности.

Главные загрязняющие компоненты: 1 класса опасности - хром шестивалентный (0,0003 т/г), бензапирен (0,002 т/г); 2 класса опасности - диоксид азота (3600 т), оксид азота (583 т), фтористый водород 4,744 т; 3 класса опасности- серы диоксид – 7000 [25]. Золошлаковые отходы, складируемые в золоотвалах ТЭЦ содержат не менее потенциально опасные элементы: Cd, F, Sb, Tl, Se, Fe [40, 44].

Таким образом, геоэкологическая обстановка на территории г. Усть-Каменогорска формируется под воздействием природных и техногенных факторов. Природные обусловлены геологическими особенностями территории, которые связаны с расположением города в долине,

ограниченной с севера и востока предгорьями Рудного Алтая. С юга и запада отрогами Казахского мелкосопочника, что оставляет территорию открытой в северо-западном и юго-восточном направлении для перемещения воздушных масс. Климатические особенности на территории рассматриваемого города характеризуются пониженными температурами зимой, наличием инверсий и штилей, что способствует приземной концентрации загрязняющих веществ, образующихся в результате воздействия техногенного фактора - функционирования промышленных предприятий.

Исходя из ранее проведенных геоэкологических исследований на территории г. Усть-Каменогорска, следует выделить следующие химические элементы, которые прослеживаются в компонентах природной среды: Zn, Pb, Be, Cd, Se, As, Fe, Tl, Li, Mg, Mn, аммиак, оксиды азота, оксиды углерода, диоксиды азота, диоксиды углерода, бензапирен, хром шестивалентный, хлор, фтористые соединения, сероводород, бензин нефтяной и др. Наличие широкого спектра загрязняющих веществ, в том числе и элементов первого класса опасности, обуславливает необходимость проведения контроля и организации эколого-геохимических исследований, с целью прогнозирования воздействия и оценки предполагаемых изменений, происходящих в экосистеме и здоровье человека.

Глава 3. Материалы и методы исследования

3.1 Объект исследования

Объектом исследования служила листва многолетнего древесного растения тополя черного (*Populus nigra L.*). Преимущество использования растений в качестве биоиндикаторов подчеркивается многими исследователями [14, 26, 34, 36, 37]. Изучение элементного состава растений, формирующегося при воздействии промышленных предприятий, позволяет оценить состояние атмосферного воздуха на территории города.

Листва растений как биоиндикатор является временно депонирующей средой, способной отражать загрязнения за определённый промежуток времени – летний период. Одна из важных особенностей в накоплении химических элементов связана с их прикрепленным образом жизни, вследствие чего поглощение загрязнителей происходит из почвенного покрова в результате их инфильтрации и геохимических особенностей.

Районом для проведения исследований был выбран г. Усть-Каменогорск, расположенный в Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан.

3.2 Отбор проб и пробоподготовка

С целью оценки потенциальной токсичности ртути на территории г. Усть-Каменогорска был проведен отбор листвы тополя черного (*Populus nigra L.*) по равномерной сети города. При выборе мест отбора учитывались геологические особенности местности, преобладающее направление ветра (северо-западное, юго-восточное), близкое расположение предприятий в, частности, предприятий Северной промышленной зоны.

Схема отбора 39 лиственной пробы представлена рисунке 6. Время отбора – 15-26 августа 2011 г. Отбор проб растительности производился

после остановки их вегетационного роста. В период подготовки к пробоотбору и в момент его осуществления дождей не отмечалось, что снижает риск вымывания химических компонентов и повышает достоверность результатов.

Сырой вес пробы равен 50-100 г, что приравнивается к 20-30 листьям с одного дерева. Отбор листвы на территории города производился из нижней части кроны, что соответствует уровню расположения органов дыхания человека (1,5-1,8 м), ветки кроны охватывались максимально со всех сторон горизонта (север, юг, запад, восток).

Для удаления видимой пыли с поверхности пробы, листья промывались небольшим количеством дистиллированной воды и высушивались при комнатной температуре.

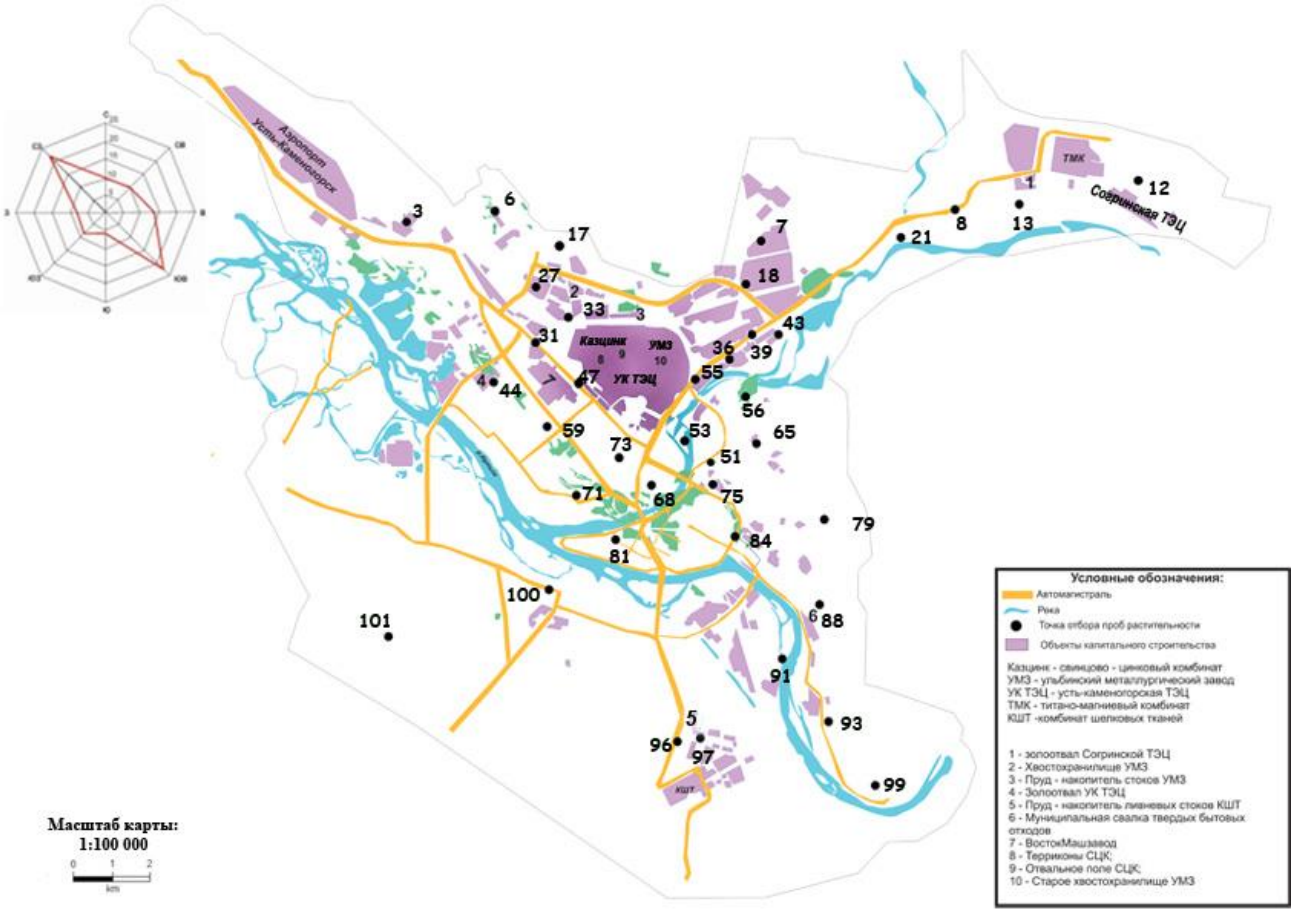

Рисунок 6 – Точки опробования растительности на территории г. Усть-Каменогорска

3.3 Атомно-абсорбционный анализ содержания ртути в листьях тополя черного

Измерение ртути на ртутном анализаторе «РА-915М» с приставкой «ПИРО-915+» проводили после предварительного мелкого ручного измельчения сухой массы пробы с отделением листа от черешка и крупных жилок (рисунок 7).

Подготовленные для анализа пробы предварительно взвешивали на лабораторных весах по установленной методике измерений. Навеска пробы была не менее 20 мг и не более 300 мг. Измеренную пробу помещали в ложечку-дозатор, которую затем вводили в приставку-атомизатор. Массовая доля ртути в пробе определялась по величине интегрального аналитического сигнала с учетом предварительно установленного градуировочного коэффициента перед началом измерений.

Градировочный коэффициент определялся по стандарту «Лист березы» (ГСО 8923-2007, СО КООМЕТ 0067-2008-RU) с содержанием ртути 37 нг/г. Нижний предел обнаружения ртути для растений 5 нг/г.

Аналитические исследования проводились в лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета.

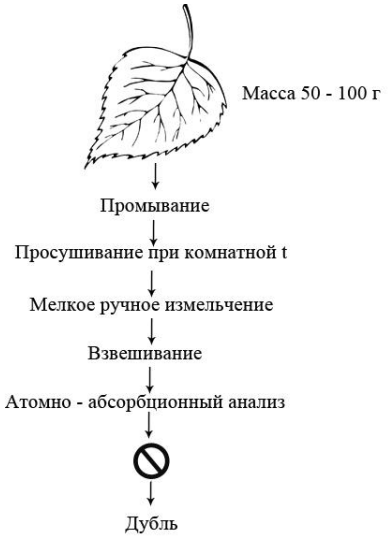

Рисунок 7 – Схема пробоподготовки листвы для атомно-абсорбционного анализа

3.4 Модель оценки токсичности ртути

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) ртуть рассматривается в качестве одного из десяти основных химических веществ или групп химических веществ, представляющих значительную проблему для общественного здравоохранения. Проявление токсического действия ртути не зависит от времени воздействия, соединений, дозы. Ртуть принадлежит к числу тиоловых ядов, блокирующих сульфгидрильные группы белковых соединений и этим нарушающих белковый обмен и ферментативную деятельность организма [43].

Для описания поведения химических элементов в окружающей среде используется способ экологического моделирования. Модели позволяют провести оценку экологической нагрузки на уровне страны, региона, и разработаны в виде программных комплексов. В данной работе используется экологическая модель токсичности USEtox.

Модель USEtox представляет собой экологическую модель, оценивающую влияние химических веществ на человека и экосистему, объединяющая принципы оценки рисков и оценку жизненного цикла [40]. Учет многофакторности – главное преимущество данной модели. Факторы представлены токсичностью и канцерогенностью. Так, токсичность рассчитывается для человека и экосистемы, а характеристика влияния проводится относительно канцерогенности. Основная база модели USEtox включает 3000 органических соединений, 25 элементов – металлов, учитывающих их канцерогенное и не канцерогенное свойство при пероральном и ингаляционном способе поступления в организм человека. Другим, не менее важным фактором, который позволяет использовать модель для эколого-геохимических исследований является учет ландшафтно-географически и климатических условий территории.

Применение моделирования USEtox позволяет оценить загрязнение городского и сельского атмосферного воздуха, морской и пресной воды, природные и сельскохозяйственные почвы.

Главная цель модели – характеристика выбросов, участвующих в жизненном цикле и оценка их потенциального воздействия на экосистемы и человека. Экологические модели судьбы обычно используются для прогнозирования факторов судьбы окружающей среды и факторов воздействия загрязнителя. Каждая категория воздействия имеет характеристики, которые в свою очередь зависят от физико-химических свойств среды и загрязнителя. Также на предсказание модели влияют абиотические и биотические факторы среды.

Таким образом, ежедневно в атмосферный воздух поступает от 10 до 20000 различных соединений, многие из которых могут быть опасны как для человека, так и для экосистемы. Чтобы подсчитать эту потенциально затронутую фракцию используют коэффициенты характеристики для различных категорий воздействия (рисунок 8).

Анализ рисунка основан на причинно-следственных связях, в которых прослеживается взаимодействие химического вещества с окружающей средой, при этом учитываются особенности агента и объекта влияния. Связь действия выражается в четырех этапах: экотоксикологический и токсикологический факторы, экологическая судьба, ущерб здоровью человека и его качеству.

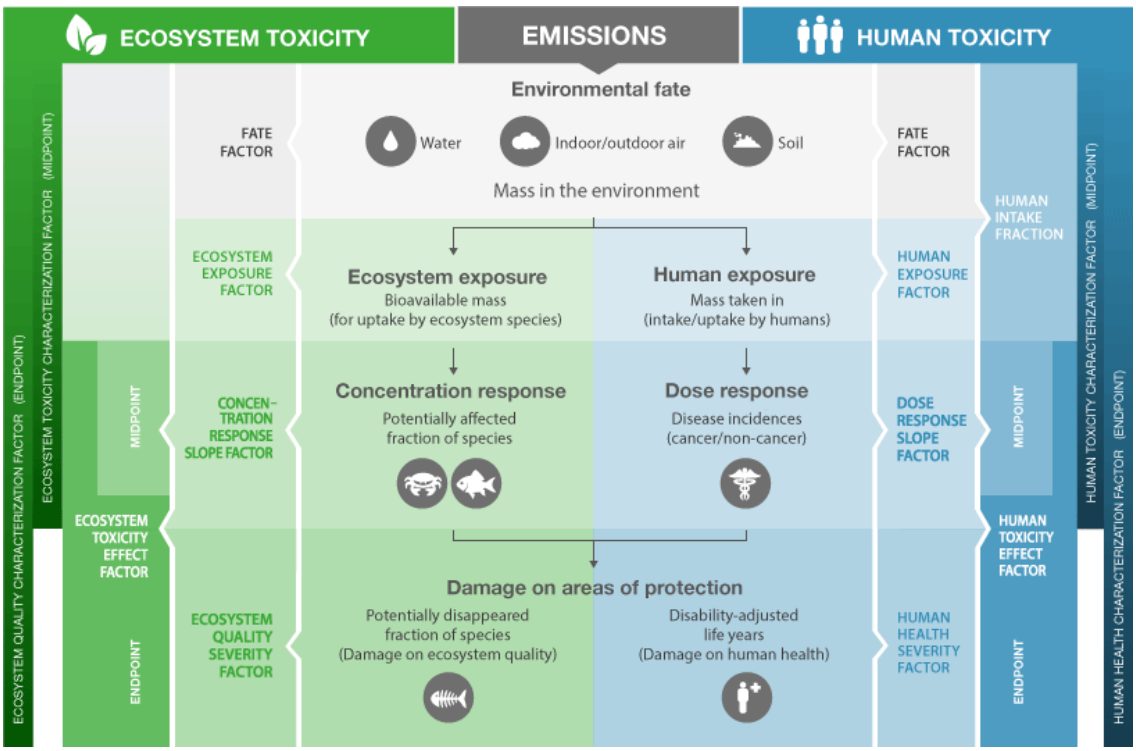

Рисунок 8 - Структура оценки сравнительной токсичности USEtox: fate factor (с англ.) – фактор судьбы, ecosystem exposure factor (с англ.) – фактор воздействия на экосистему, midpoint ecosystem toxicity effect factor (с англ.) – срединный фактор воздействия токсичности экосистемы, endpoint ecosystem quality severity factor (с англ.) – конечный фактор воздействия неблагоприятных условий, time integrated mass the in environment (с англ.) – временно-интегрируемая масса в окружающей среде, air (с англ.) – воздух, water (с англ.) – вода, soil (с англ.) – почвы, bioavailable mass – биодоступные массы, potentially affected fraction of species (с англ.) – потенциально затронутая доля видов, potentially disappeared fraction of species (с англ.) – потенциально исчезнувшая доля видов, mass take in (с англ.) – общее поглощение, disease incidences (с англ.) – частота заболеваемости, disability–adjusted life years (с англ.) – годы жизни, скорректированные по нетрудоспособности [41]

3.5 Статистическая обработка результатов исследования

Статистический анализ полученных данных проводился при помощи программы SPSS Statistics 17.0.1 for Windows и пакета программ Microsoft Office. Данные представлены в виде среднего, стандартной ошибки среднего, максимума, минимума, коэффициента вариации.

По результатам расчета токсичности ртути были составлены карты распределения содержания элемента в пробах листьев тополя черного *(Populus nigra L.)* при помощи программ CorelDraw, Surfer 11. Токсическое воздействие на карте распределения выделяется по принципу «светофора». Ореолы наибольшего токсического воздействия показаны красным цветом, минимального – белым. Принцип выделения значений шага представлен на рисунке 9.

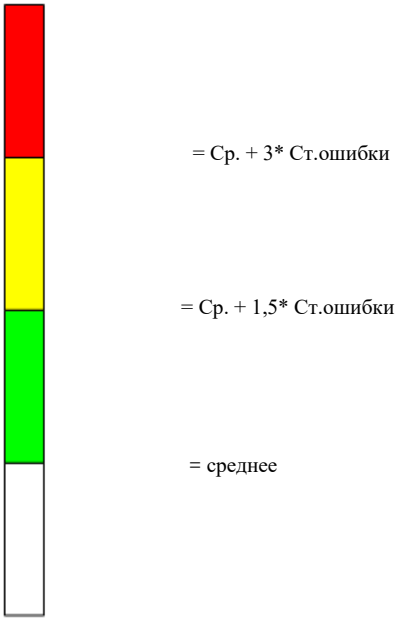

Рисунок 9 - Расчёт шага для построения карт токсичности:
1,5 и 3 – стандартизированное содержание

Глава 4. Потенциальное токсическое воздействие ртути на человека и экосистему на территории г. Усть-Каменогорска

4.1. Результаты атомно-абсорбционного анализа содержания ртути в листьях тополя черного

По данным проведенных измерений (таблица 3), максимальное содержание ртути отмечается вблизи территории свинцово-цинкового комбината ТОО «Казцинк» – точка 56. По мере удаления от предприятия в юго-восточном направлении концентрация ртути снижается – точка 96 (рисунок 10). Измеренные содержания ртути на территории г. Усть-Каменогорска были сопоставлены с литературными данными и ранее проведенными исследованиями по изучению ртути в сухой фитомассе растения (рисунок 11). Полученные результаты свидетельствуют о повышенном значении кларка концентрации (относительно кларка по Добровольскому, 2003) в 13,7 раз, коэффициента концентрации (Кс) (относительно данных по Иванову, 1997) в 9,7 раз, Кс (Турсуналиева Е.М., 2017) в 6,6 раза и Кс (по Markert B., 1992) в 1,6 раза.

Таблица 3 – Содержание ртути в сухой массе листьев тополя черного *(Populus nigra L.)* на территории г. Усть- Каменогорска

Номер пробы	Hg, нг/г	Hg, кг/т	Hg, кг/км^2
3	67,6	0,000068	0,0049
6	177,3	0,00018	0,0128
7	207,2	0,00021	0,015
8	91	0,000091	0,0066
12	100,1	0,0001	0,0073
13	89,8	0,0001	0,0065
17	109,6	0,0001	0,0079
18	153,4	0,0002	0,0111

21	126,8	0,0001	0,0092
27	168	0,0002	0,0121
31	104,4	0,0001	0,0076
33	79,3	0,0001	0,0057
36	310,3	0,0003	0,0225
39	163,5	0,0002	0,0118
43	296,9	0,0003	0,0215
44	110,9	0,0001	0,008
47	200,4	0,0002	0,0145
51	400,3	0,0004	0,0290
53	434,4	0,0004	0,0315
55	457,3	0,0004	0,0331
56	224,6	0,0002	0,0163
59	87,8	0,0001	0,0064
65	198,6	0,0002	0,0144
68	111	0,0001	0,008
71	131,4	0,0001	0,0095
73	173,8	0,0002	0,0126
75	194,8	0,0002	0,0141
79	135,5	0,0001	0,0098
81	193,5	0,0002	0,0140
84	162,9	0,0002	0,0118
88	178,1	0,0002	0,0129
91	115,9	0,0002	0,0084
93	119,9	0,0002	0,0087
96	56,5	0,0001	0,0041
97	83,9	0,0001	0,0061
99	87,6	0,0001	0,0063
100	73	0,0001	0,0053
101	79,9	0,0001	0,0058
Среднее	164,7	0,0002	0,0119
Ст.ошибка	16,0	0,00002	0,0012

Окончание таблицы 3

Минимум	56,5	0,0001	0,0041
Максимум	457,3	0,0004	0,0331
Коэффициент вариации,%	59	0,000059	9

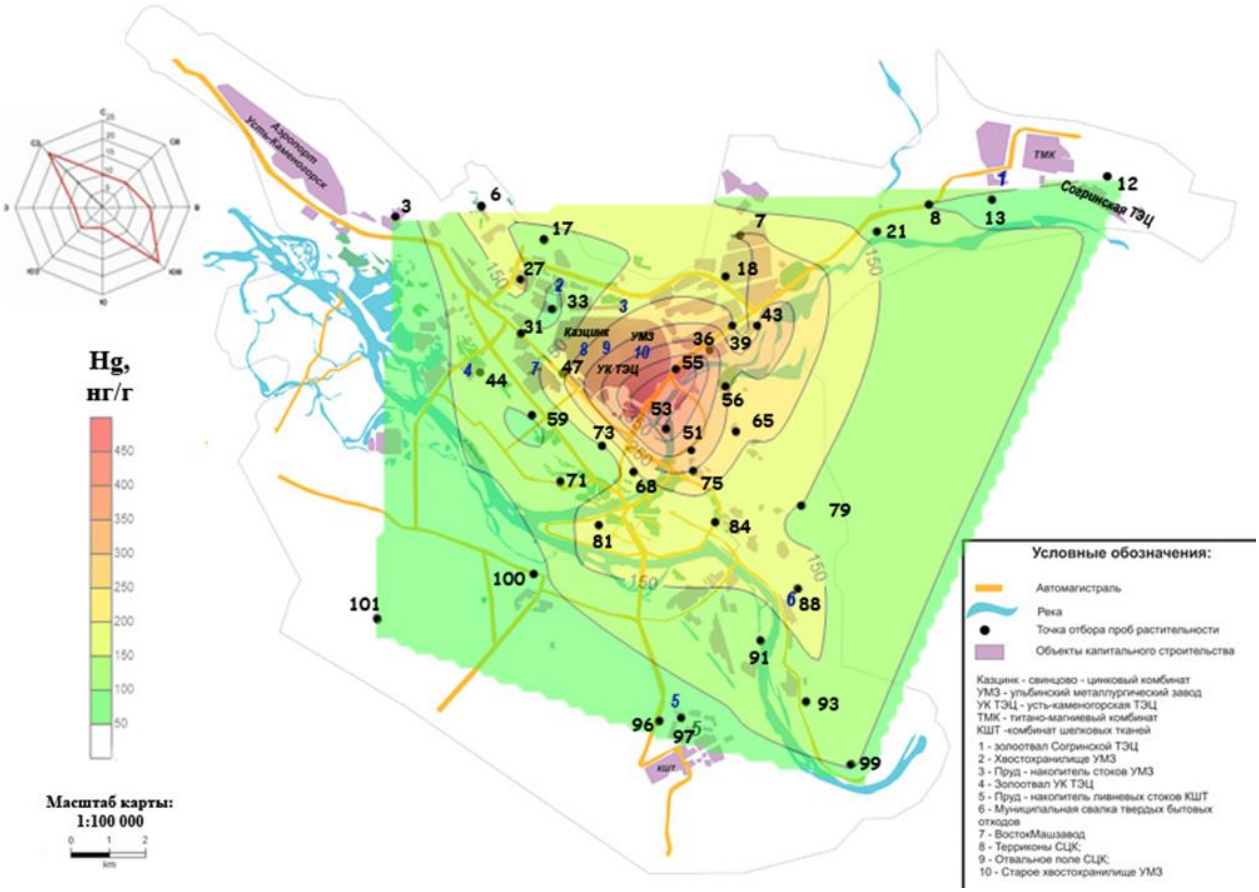

Рисунок 10 – Изоконцентрации ртути на территории г. Усть- Каменогорска по данным опробования листвы тополя, нг/г

Наличие высоких концентраций элемента могут быть следствием технологических процессов ТОО «Казцинк» поскольку кроме основных выпускаемых металлов в процессе выплавки выбрасывается небольшое количество ртути [47]. Другим не менее важным фактором образования геохимической аномалии вокруг предприятия является извлечение металлов из сульфидных руд, так при выплавке цинка в процесс вовлекаются руды Малеевского рудника, который служит основным поставщиком

перерабатываемого сырья. Состав руд месторождения представлен сфалеритом, халькопиритом, галенитом, пиритом, арсенопиритом, блеклой рудой, пирротином и др. [26]. В качестве элементов примесей отмечаются тяжелые металлы – ртуть, кадмий, мышьяк, молибден, селен, сурьма. В статье Озеровой Н.А. (1995) в минералах рудных месторождений сфалерит фигурирует как минерал максимально концентрирующий ртуть, содержание химического элемента в нем изменяется в пределах от $2 \cdot 10^{-6}$ до 35 %, в галените – источнике свинца концентрация ртути от $2 \cdot 10^{-6}$ – 0,7 %, халькопирите – минерале меди $5 \cdot 10^{-6}$ – $2 \cdot 10^{-2}$.

На территории предприятия ТОО «Казцинк» также расположен медный цех, являющийся потенциальным источником поступления ртути в атмосферном воздухе, что подтверждается исследованиями Тация Ю.Г. и др. (2011). В ходе изучения содержания ртути в почвенном покрове, донных отложениях, поверхностных водоемах и рыбе от выбросов медного предприятия ЗАО «Карабашмедь» исследователями было установлено, что в процессе производства черновой меди в атмосферный воздух может выбрасываться около 100 кг ртути [34].

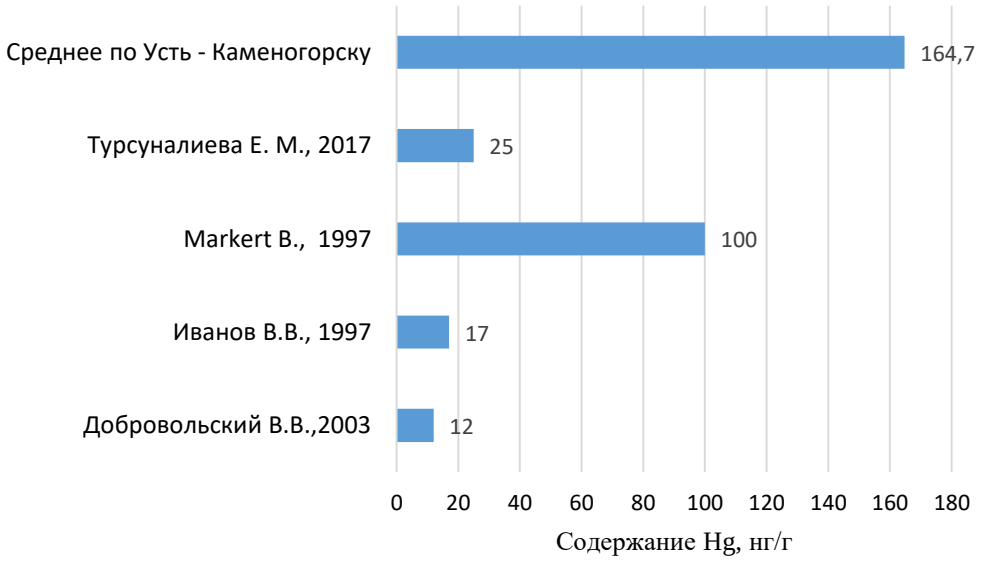

Рисунок 11 – Содержание ртути в сухой фитомассе, нг/г

4.2 Потенциальное токсическое воздействие ртути

Для оценки потенциальной токсичности ртути на территории г. Усть-Каменогорска проведено измерение концентраций ртути в листьях тополя черного *(Populus nigra L.).*

Оценка токсичности основана на анализе параметров модели USEtox и позволяет сделать выводы о предполагаемой токсичности ртути на территории города.

Методика оценки токсичности включала в себя несколько этапов:

1) содержание ртути в исследуемой точке по результатам атомно-абсорбционного анализа, полученное в нг/г, переводилось в единицы площади – кг/км^2.

Для этого, используя данные о массе листа (211 мг) и площади листа (29 см^2), рассчитывали значение площади, которую займёт 1 кг листьев (14 м^2).

2) расчет токсичности ртути для территории города проводился с учетом двух факторов влияния: неканцерогенный показатель токсичности для человека и показатель экотоксичности.

Вычисление значений токсичности выполняли с использованием характеристического коэффициента токсичности из модели USEtox (таблица 4). Для оценки токсического действия на человека в пределах территории города применялись значения урбанизированной территории, учитывающие выбросы в атмосферный воздух *(Emission to urban air).* При проведении расчетов учитывалось, что ртуть поступает, преимущественно, из атмосферного воздуха.

Расчёт показателей включал следующие действия:

1) подсчёт показателей токсичности для человека (CF):

$$CF = FF \times EF, (1)$$

где FF (с англ.) – fate factor, или фактор «судьбы», определяющий поведение химического элемента/соединения (например, деградация,

рассеивание) в окружающей среде и основанный, преимущественно, на его физико–химических свойствах, EF (с англ.) – effect factor, или фактор эффекта/результата отражает воздействие на здоровье человека и состояние экосистем, обусловленное поступлением химического элемента/вещества в живой организм разными способами (через воздух, воду, почву или продукты питания);

2) подсчёт показателей токсичности для экосистемы (CF):

$$CF = EF \times iF, (2)$$

где iF (с англ.) – intake fraction, или всасывающаяся фракция, определяется по формуле:

$$iF = FF \times XF, (3)$$

где XF (с англ.) – exposure factor, или фактор экспозиции оценивает контакт между человеком/экосистемами (рецепторы) и окружающей средой на основе доли химического 64 элемента/вещества, которое получает рецептор за определенный промежуток времени (например, день) [41].

При расчете токсичности для человека данный фактор учитывает поступление элемента через воздух, воду, почву и некоторые продукты питания.

Пример расчета: Выброс ртути в точке 55 составил 457,3 нг/г

НТ=[кг/км^2] *[фактор токсического действия, согласно методике]

ЕТ=[кг/км^2] *[фактор токсического действия, согласно методике]

НТ=0,033*0,8222=0,027

ЕТ=0,033*12065=399,8

По результатам расчетов получаем неканцерогенный показатель токсичности для человека, показатель токсичности для экосистемы .

Таблица 4 – Результаты расчета показателей токсичности для человека [случаев/кг$_{выброс}$].

Выбросы в городской воздух		
Значение характеристического коэффициента	*неканцерогенный*	*экосистема*
	0,8222	**12065**
3	4,03E-03	5,91E+01
6	1,06E-02	1,55E+02
7	1,23E-02	1,81E+02
8	5,42E-03	7,96E+01
12	5,96E-03	8,75E+01
13	5,35E-03	7,85E+01
17	6,53E-03	9,58E+01
18	9,14E-03	1,34E+02
21	7,55E-03	1,11E+02
27	1,00E-02	1,47E+02
31	6,22E-03	9,13E+01
33	4,72E-03	6,93E+01
36	1,85E-02	2,71E+02
39	9,74E-03	1,43E+02
43	1,77E-02	2,60E+02
44	6,61E-03	9,70E+01
47	1,19E-02	1,75E+02
51	2,38E-02	3,50E+02
53	2,59E-02	3,80E+02
55	2,72E-02	4,00E+02
56	1,34E-02	1,96E+02
59	5,23E-03	7,68E+01
65	1,18E-02	1,74E+02
68	6,61E-03	9,70E+01
71	7,83E-03	1,15E+02
73	1,04E-02	1,52E+02

Окончание таблицы 4

75	1,16E-02	1,70E+02
79	8,07E-03	1,18E+02
81	1,15E-02	1,69E+02
84	9,71E-03	1,42E+02
88	1,06E-02	1,56E+02
91	6,91E-03	1,01E+02
93	7,14E-03	1,05E+02
96	3,37E-03	4,94E+01
97	5,00E-03	7,34E+01
99	5,22E-03	7,66E+01
100	4,35E-03	6,38E+01
101	4,76E-03	6,99E+01

Карта-схема, представленная на рисунке 12, характеризует предполагаемое токсическое воздействие ртути, рассчитанное для г. Усть-Каменогорска. Токсическое воздействие на территории города оценивалось, как среднее количество случаев токсичности на один км^2. Минимальное значение случаев токсичности 0,003 CTU/ км^2 отмечалось вне зоны действия промышленных предприятий, максимальное значение случаев токсичности 0,027 CTU/ км^2 – вблизи свинцово-цинкового комбината, среднее значение случаев токсичности для человека составило 0,009 CTU/ км^2, разброс значений токсичности от минимального до максимального равен 0,024 CTU/ км^2. Случаи экотоксичности изменяются в пределах от 49 CTU/ км^2 до 399 CTU/ км^2 среднее – 144 CTU/ км^2, разброс значений токсичности от минимального до максимального равен 350 CTU/ км^2. Распределение случаев экотоксичности ртути на карте совпадает с распределением случаев токсичности для человека.

Таким образом, наибольшее предполагаемое токсическое воздействие на человека и экосистему от выпадений ртути отмечалось вблизи свинцово-

цинкового комбината, по мере удаления от предприятия токсическое воздействие снижается.

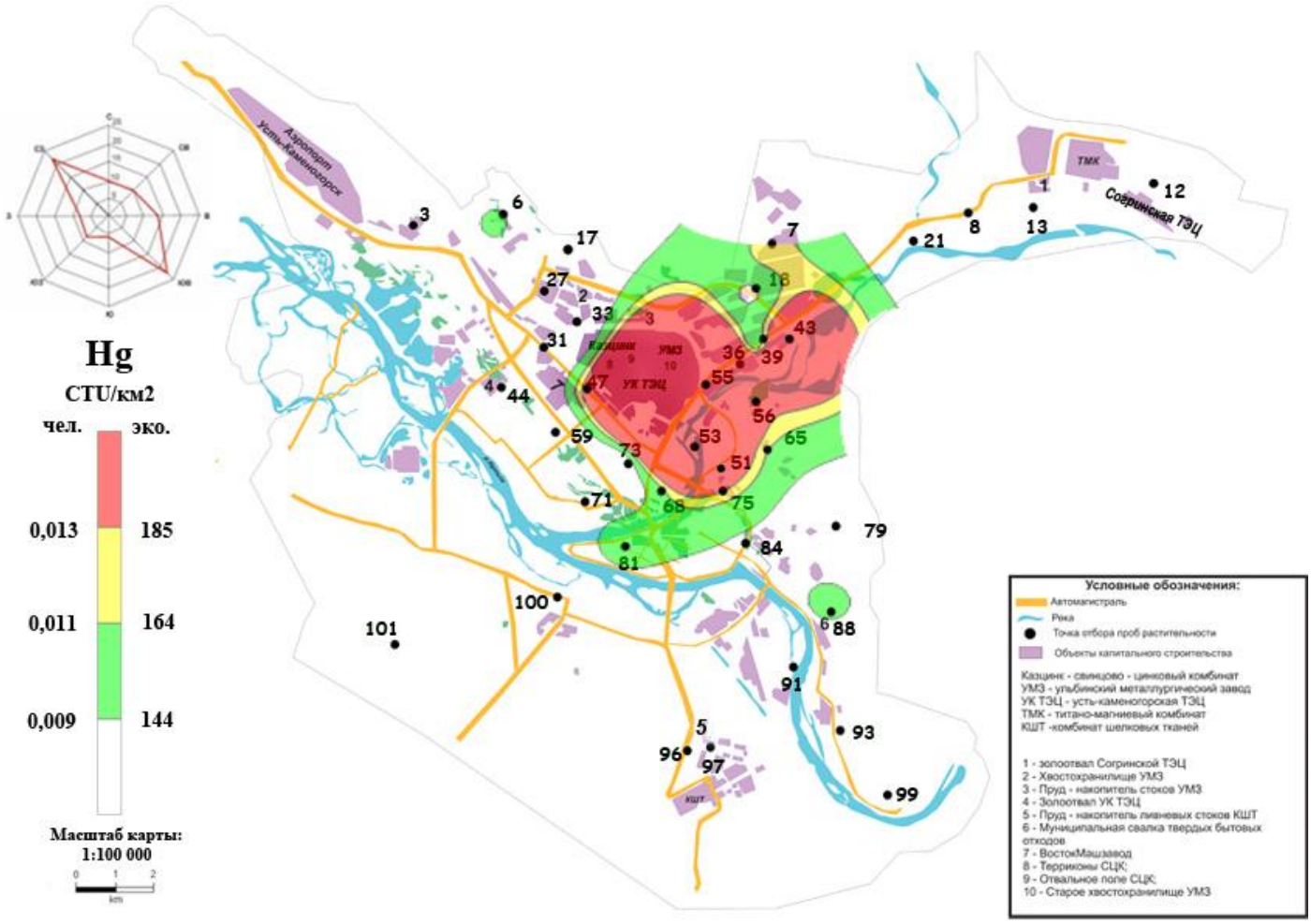

Рисунок 12 – Карта-схема распределения токсичности на территории г. Усть-Каменогорска

При сопоставлении неканцерогенных показателей токсичности с уровнем заболеваемости населения было выявлено, что в северной промышленной зоне наблюдается высокий уровень заболеваемости детского населения болезнями органов дыхания [25].

Глава 5. Социальная ответственность при оценке потенциального токсического воздействия ртути на экосистемы и человека на территории г. Усть-Каменогорска

5.1. Анализ вредных и опасных факторов при исследовании объекта

Обеспокоенность проявления ртутного загрязнения в современном мире, в первую очередь, связана с токсичностью и трансформацией данного элемента в окружающей среде.

Ртуть – элемент, относящийся к первому классу опасности, который может присутствовать в таких природных компонентах как воздух, вода, почва. Выделяют различные формы ртути – элементарную (неорганическая), и органическую (например, метилртуть), однако проявление токсических свойств для данных соединений весьма различно. Отрицательное воздействие ртути проявляется в ее влиянии на организм человека. Химический элемент вызывает токсическое повреждение нервной ткани и инициирует тератогенез.

Объектом исследования были выбраны листья тополя черного *(Populus nigra L.)*, которые служат моделью для оценки атмосферного воздуха на территории г. Усть-Каменогорска.

Анализ содержания ртути в листве тополя проводился в два этапа: лабораторный и камеральный. Для каждого были рассмотрены вредные и опасные факторы, которые могли возникнуть на рабочем месте (таблица 5).

Таблица 5 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при исследовании проб листьев тополя черного в рабочем помещении

Этапы работ	Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
1	2	3	4	5
1.Лабораторные работы 2.Камеральные работы	Пробоподготовка листьев тополя и измерение содержания ртути при помощи ртутного анализатора; Обработка информации на персональном компьютере (построение графиков, диаграмм; обработка базы данных; написание анализа)	1. Поражение электрическим током 2. Пожарная безопасность	1. Недостаточная освещенность рабочей зоны 2. Отклонение параметров микроклимата в помещении 3. Монотонный режим работы 4. Испарение токсичных соединений в атмосферный воздух 5. Производственный шум 6. Электромагнитное излучение	ГОСТ 12.1.004-91 ГОСТ 12.1.005-88 ГОСТ 12.1.003-83 СанПиН 2.2.4.548-96 СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 СанПиН 2.2.4.1294-03 СНиП 2.04.05-91 СНиП 23-05-95

5.2. Анализ вредных факторов при лабораторных и камеральных работах

Лабораторные исследования по определению содержания ртути в листьях тополя проводились на ртутном анализаторе РА 915 + с приставкой Пиро – 915. Обработка полученных результатов проводилась при помощи ЭВМ.

Вредные производственные факторы лабораторных и камеральных работ могут быть объединены за исключением испарения токсичных соединений, выделяющихся в результате лабораторной работы на ртутном анализаторе:

– недостаточная освещенность;

– изменение параметров микроклимата;
– монотонный режим работы;
– испарение токсичных соединений в атмосферный воздух;
– производственный шум;
– электромагнитное излучение.

1. Недостаточная освещенность

Правильно организованное освещение на рабочем месте позволяет снизить риск возникновения заболеваний зрительной системы, избежать ошибок в распознавании объекта, снизить психо-эмоциональную нагрузку, утомляемость. Выделяют три вида освещенности в рабочих помещениях: естественную и искусственную, иногда применяется совместная система освещения. Согласно санитарно-гигиеническим нормам, рабочее место должно освещаться как естественным, так и искусственным освещением.

Нормирование освещенности производится согласно СНиП 23-05-95 [63], в котором прописаны требования к качеству освещения: равномерное распределение яркости и отсутствие резких теней; в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость; освещенность должна быть постоянной во времени; оптимальная направленность светового потока; освещенность должна иметь спектр, близкий к естественному (таблица 6).

Лабораторные и камеральные работы проводились в учебной аудитории с использованием комбинированного освещения. Естественное освещение - оконные проемы, искусственное - светильники, встроенные в потолок и расположенные в пять параллельных рядов относительно столов с компьютерами.

Таблица 6 – Нормы освещенности рабочего места (СНиП 23-05-95)

Тип помещения	Нормы освещенности, лк при освещении	
	комбинированное	общее
Машинный зал	750	400
Помещение для персонала, осуществляющего техническое обслуживание ПЭВМ	750	400

2. Отклонение параметров микроклимата в помещении

Параметры микроклимата на рабочем месте способны оказывать как положительное, так и неблагоприятное воздействие на организм человека. Так, например, повышение температуры воздуха на рабочем месте может быть вызвано тепловым излучением нагретых поверхностей. Источниками теплового излучения на рабочем месте являются компьютер и ртутный анализатор. От данных устройств в атмосферный воздух выделяется не только теплый воздух, но и происходит снижение влажности воздуха в рабочей зоне.

Работы, связанные с проведением исследований, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой, но не требующие систематического физического напряжения или поднятия и переноски тяжестей (Iб). На основе этих данных могут быть сформированы следующие показатели микроклимата рабочего помещения (таблица 7) [61].

Таблица 7 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Категория работ по уровню энерго-затрат, Вт	Температура воздуха, °С		Темпера-тура поверх-ностей, °С	Относи-тельная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптима-льных величин	Диапазон выше оптималь-ных величин			ниже оптим. величин не более	Выше оптималь-ных вели-чин не бо-лее
Холод-ный	Iб (140-174)	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15–75	0,1	0,2
Тёплый	Iб (140-174)	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75	0,1	0,3

Соблюдение параметров микроклимата таких рабочих зон должно обеспечиваться, прежде всего, достаточной вентиляцией и кондиционированием воздуха. Наиболее доступным способом для поддержания микроклиматических условий является проветривание помещения.

3. Монотонный режим работы

Монотонность камеральных и лабораторных работ заключается в выполнении однообразных действий с низкой физической активностью. Воздействие монотонного труда на организм человека многообразно и проявляется в физиологических и психо-эмоциональных отклонениях, которые сопровождаются развитием гипокинезии и, как следствие, гиподинамии, которые являются причинами растерянности, невнимательности, снижения работоспособности и производительности труда, нарушения функций внутренних органов.

Гигиена при проведении камеральных и лабораторных работ предполагает установку дополнительного освещения, чтобы снизить утомляемость зрительных органов. Важной составляющей для данного типа работ является соблюдение труда и отдыха, которые заключаются проведении регламентированных перерывов. В целях избежания развития гиподинамии работникам с сидячей работой следует выполнять несложный комплекс упражнений и самомассаж конечностей, который бы способствовал улучшению кровообращения и дыхания, препятствовал атрофированию мышц шеи, живота, спины, ног.

4. Испарение токсичных соединений в атмосферный воздух

Работа в аналитических лабораториях сопровождается выделением паров кислот, щелочей, газообразных соединений от испарения различных химических жидкостей, измельчение материалов способствует попаданию в воздух тонкодисперсных частиц пыли с последующим осаждением их на рабочих поверхностях.

Согласно ГОСТ 12.1.007 – 76 [53] химические вещества разделяются на четыре класса токсичности (таблица 8).

Таблица 8 - Классификация химических веществ по классам опасности

Класс опасности	Характеристика	ПДК
1	Чрезвычайно опасные	Менее 0,1 мг/м^3 (ртуть – 0,005 мг/м^3)
2	Высокоопасные	0,1-1 мг/м^3
3	Умеренно опасные	1-10 мг/м^3
4	Малоопасные	Более 10 мг/ м^3

Ртуть – токсичный металл, относится к первому классу опасности, который свободно трансформируется в окружающей среде. Элементарная или металлическая ртуть содержится в атмосферном воздухе в виде паров. Помещения, предназначенные для работы с веществами, содержащими ртуть необходимо оборудовать приточно-вытяжной вентиляцией и вытяжными шкафами со скоростью, которая обеспечивает полное удаление вредных веществ. Работы по измельчению материалов следует проводить в перчатках и соблюдать правила личной гигиены (мытье рук с мылом, ношение спецодежды). Работы по измерению содержания ртути в компонентах природной среды следует проводить согласно установленного технического регламента измерений, который располагается на рабочем месте.

5. Производственный шум

Проведение камеральных работ неразрывно связано проявлением шумового воздействия, вызванного работой отдельных деталей компьютера, параллельной работой сотрудников и телефонных разговоров.

Действие шума на организм человека может выражаться как кратковременным снижением остроты слуха, так и полной его потерей. Также происходит нарушение внимания и концентрации рабочего, развиваются нервное раздражение.

Выполнение обработки данных результатов исследований проводилось при постоянных (работа ЭВМ) и непостоянных шумах (работа сотрудников, телефонные разговоры) в течение четырех рабочих часов.

Документом, регламентирующим выполнение производственных работ без применения противошумовых наушников, является

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [58] (таблица 9). Регулирование шумового воздействия на рабочем месте достигается применением средств коллективной и индивидуальной защиты. Так, для уменьшения шума от работы компьютерных установок, следует соблюдать профилактические и ремонтные нормы оборудования, применение звукоизолирующих и шумопоглощающих деталей. Звукоизолирующая способность в помещении достигается за счет использования дверных и оконных проемов.

Таблица 9 – Шум на рабочих местах (СН 2.2.4/2.1.8.562-96)

Вид трудовой деятельности	Максимальный допустимый уровень шума(дБ), в полосах следующих октав (Гц)									Эквивалентные уровни шума, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Научная работа, расчеты, конструирование	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

6. Электромагнитное излучение

Работа за компьютером характеризуется испусканием электромагнитного излучения. Основными источниками электромагнитного поля являются:

- монитор персонального компьютера;

- системный блок;

- дополнительное электрооборудование (электропровода, сетевые фильтры, мультимедийные устройства и т.п.).

Электромагнитное поле состоит из электрической и магнитной составляющей, поэтому нормирование ЭМИ производится по двум показателям: 1) напряженность электрического поля (Вольт-на-метр, В/м), 2) индукция магнитного поля (Тесла, Тл).

Снижение воздействия на организм человека достигается проведением следующих мероприятий:

- размещением монитора компьютера на расстоянии 50 см от глаз;

- размещением дополнительного оборудования (принтеры) и системного блока на максимальном удалении от пользователя;

- созданием автономного рабочего места пользователя;

- применением экранированных щитков.

5.3. Анализ опасных производственных факторов при лабораторных и камеральных работах

1. Поражение электрическим током

Биологически активными являются электрические и магнитные поля, напряженность которых превышает предельно допустимые уровни (ПДУ) – гигиенические нормативы условий труда [35]. Опасными факторами воздействия электрического тока являются профессиональные заболевания, получение электротравм и механических повреждений.

При проведении исследований компьютер и установка по измерению ртути являются основными источниками электрического тока. Степень воздействия электрического тока зависит от экспозиции, рода, величины, напряжения, частоты, условий внешней среды. При прохождении через тело человека ток вызывает термическое, электролитическое, биологическое действие.

Термическое действие сопровождается ожогами, механическими повреждениями органов, кожного покрова.

Электролитическое действие проявляется в разложении биологических жидкостей, содержащихся в организме человека, в результате чего происходит изменение их физико-химических свойств.

Биологическое воздействие связано с самопроизвольным сокращением тканей организма.

В теле человека наиболее опасными путями прохождения тока считаются рука – рука, рука – нога, сердце. Действие тока следует

рассматривать как кумулятивный эффект, с накоплением отрицательного воздействия тока на организм.

Выделяется четыре степени электролитического воздействия [35]:

I – слабые, судорожные сокращения мышц;

II – судорожные сокращения мышц, потеря сознания;

III – потеря сознания, нарушение сердечной и дыхательной деятельности;

IV – клиническая смерть, т. е. отсутствие дыхания и кровообращения.

Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов нормируется согласно ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ [54] (таблица 10).

Таблица 10 – Значение и действие тока на организм человека

Частота тока, Гц	I, мА	Действие тока
50	0,6 – 1,5	Пороговый ощутимый ток
50	10 – 15	Болезненные судороги. Пороговый неотпускающий. Невозможно разжать руку
50	100	Влияние на сердце. В течение 0,5 сек, вызывает фибрилляционный ток

Опасным переменным током считается ток частоты 50 – 60 Гц, такой ток вызывает ожоги, но не приводит к электрическому удару.

Основными мероприятиями, направленными на снижение риска возникновения электрического удара, являются:

1. Применение зануления и заземления;
2. Своевременная изоляция и проверка электропроводов;
3. Соблюдение правил безопасности при работе с электрооборудованием;
4. Проведение работ согласно установленным правилам и техническим регламентам во избежание, поражения током и создания пожароопасных ситуаций.

2. Пожарная безопасность

Во время проведения работ на компьютере или ртутном анализаторе сохраняется риск возникновения пожара. Основными источниками возгорания может быть, как человеческий фактор, связанный, прежде всего, с несоблюдением правил пожарной безопасности и халатным отношением к деятельности, так и технический фактор, вызванный замыканием электропроводки, перегрузками электрических сетей, сбоями в работе лабораторных установок и компьютеров.

Требования, предъявляемые к рабочему месту и пожарной безопасности, описаны в ГОСТ 12.1.004-91 [51]. Средства, применяемые для ликвидации и предотвращения пожара установлены в ГОСТ 12.4.009-83 [55].

В современном мире с целью избежания пожара используются противопожарные сигнализации, огнетушители. Также необходимым требованием является разработка плана эвакуации и проведение пожарных тревог с целью изучения правил эвакуации и эвакуационных выходов. Элементарными правилами пожарной безопасности служит выключение электроприборов и курение в специально отведенных местах.

Контроль знаний и умений сотрудников в области пожароопасности необходимо проводить с помощью инструктажей и аттестаций.

Если не удалось избежать пожара, то необходимо обратиться в пожарную службу (телефон – 01), при небольшом пожаре постараться ликвидировать самостоятельно с помощью огнетушителя, но, во избежание повторного возгорания вызвать пожарную службу.

5.4 Охрана окружающей среды

Отходы, образующиеся в результате проведения работ, относятся к пятому классу опасности и определяются как малоопасные. В результате проведения работ образуется мусор, представленный бумагой, ее обрезками, а также мусором от уборки помещений.

Изучение содержания ртути в листве предполагает разложение измельченной пробы методом пиролиза, превращением сухой листвы в древесную золу. Данные виды отходов являются органическими и способны разлагаться в природе при помощи температуры, воды, света, деятельности микроорганизмов и других абиотических и биотических факторов.

Как правило, такой тип отходов может временно накапливаться в специально отведенных местах, после накопления утилизируется персоналом и техническими службами.

5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

Безопасность при чрезвычайных ситуациях (ЧС) предполагает состояние защищенности населения, объектов окружающей среды, от возникновения опасностей. Проведение лабораторных и камеральных работ сопровождается возможностью пожароопасности, которая может приобретать характер ЧС.

В первом случае возникновение пожара обусловлено неосторожным обращением с приставкой пиролиза, в которой происходит разложение пробы при температуре 700 ^{o}C, во втором случае потенциальным источником пожара является компьютер. Основные положения в области пожарной безопасности регулируются Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [66]. Обеспечение пожарной безопасности должно включать мероприятия, снижающие риск возникновения пожара и причинение вреда третьим лицам.

Анализ риска возникновения пожарной ситуации включает: идентификацию очага возгорания, установление возможных причин; анализ последствий от возникновения пожара; управление и минимизация риска.

Местом проведения камеральных и аналитических работ выбрана учебная аудитория, которая соответствует следующим параметрам:

– корпус, в котором осуществляется работа предусмотрена «голосовая пожарная тревога»;

– на этаже, где расположена аудитория имеется план эвакуации людей при пожаре;

– кабинет оснащен автоматической противопожарной системой оповещения;

– небольшие источники пожара могут быть потушены при помощи углекислотных огнетушителей (ОУ-8, 2 шт.)

– место работы оборудовано инструкцией по пожарной безопасности;

– в аудитории имеется памятка о назначении ответственного за пожарную безопасность.

5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Создание безопасных условий труда, принятие решений и мер, обеспечивающих состояние защищенности гражданина - основа правового регулирования в сфере безопасности. Оно регулирует деятельность в области охраны труда, устанавливает требования по сохранению и поддержанию здоровья работников в процессе трудовой деятельности.

Одним из основных законов, обеспечивающих безопасность труда, является Конституция Российской Федерации. Статьи данного закона гласят о свободе труда и о праве на осуществление труда в условиях безопасности и гигиены (ст. 37); утверждение права на охрану здоровья и обеспечение медицинской помощи (ст. 41).

Трудовой кодекс Российской Федерации (ТК РФ) - основополагающий закон, регулирующий трудовую деятельность между работником и работодателем, устанавливающий работу в тяжелых условиях труда для различных групп населения. Также к основным законодательным актам в сфере трудового регулирования относится Гражданский кодекс Российской

Федерации (ГК РФ), ФЗ №181 от 17.07. 1999 «Об основах охраны труда в Российской Федерации», ФЗ № 426 «О специальной оценке условий труда».

При работе на персональном компьютере следует пользоваться соответствующей инструкцией (ТОИ Р-45-084-01) [64]. Категория работ на компьютере делится на 3 группы в зависимости от характера деятельности:

– группа А – считывание информации с экрана по запросу;

– группа Б – ввод информации;

– группа В – режим диалога с ПК, творческая работа.

При выполнении смешанного типа работ, пользователя относят к той группе, на деятельность которой он тратит не менее 50 % рабочего времени.

Для видов трудовой деятельности устанавливается 3 категории тяжести и напряженности работы с компьютером, которые определяются: для группы А - по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену (не более 60000 знаков за смену); для группы Б - по суммарному числу считываемых или вводимых знаков за рабочую смену (не более 40000 знаков за смену); для группы В - по суммарному времени непосредственной работы с компьютером за рабочую смену (не более 6 часов за смену).

При 8-ми часовой рабочей смене и работе на компьютере регламентированные перерывы следует устанавливать:

- для I категории работ через 2 часа от начала рабочей смены и через 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый;
- для II категории работ через 2 часа от начала рабочей смены и через 1,5 - 2,0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы;
- для III категории работ - через 1,5 - 2,0 часа от начала рабочей смены и через 1,5 - 2,0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы.

5.7 Организационные мероприятия при работе на персональном компьютере

Организация рабочего места на ПК проводится согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [59]:

– расстояние между рабочими столами с мониторами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м;

– рабочие места, требующие напряженной умственной работы, рекомендуется отделять друг от друга перегородками высотой 1,5 – 2,0 м.

– экран монитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 – 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов;

– оборудование рабочего места должно обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности оборудования, поверхность должна иметь коэффициент отражения 0,5 – 0,7;

– рабочий стул должен обеспечивать рациональную рабочую позу, позволяя изменять ее в течение работы, для избежания утомления организма.

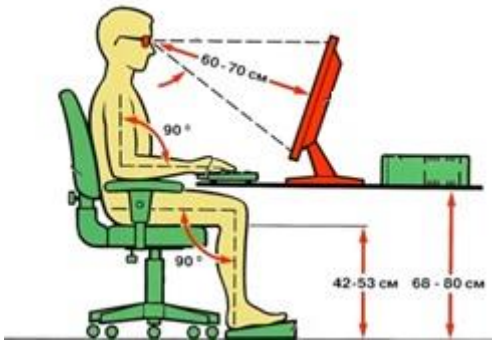

Рисунок 13 – Организация рабочего места пользователя

Глава 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Технико-экономическое обоснование продолжительности и объемы работ

В данном разделе проводится технико-экономическое обоснование проведения работ по теме выпускной квалификационной работы. Цель данного раздела: определить и проанализировать трудовые и денежные затраты, направленные на реализацию данной научно-исследовательской работы. Оценка потенциальной токсичности ртути на территории г. Усть-Каменогорска проводится в три этапа: полевой, лабораторный, камеральный.

Полевой этап. Объектом эколого-геохимических исследований были выбраны листья тополя черного *(Populus nigra L.)*. Отбор проб листьев тополя проводился в период окончания вегетационного роста растения (конец августа – начало сентября 2011 г.), по равномерной сети опробования (масштаб исследований 1: 1 000 000) с шагом опробования 1 × 1 км. Всего на территории города было отобрано 39 листовых проб тополя черного. Отбор листвы на территории города производился из нижней части кроны, что соответствует уровню расположения органов дыхания человека (1,5-1,8 м), ветки кроны охватывались максимально со всех сторон горизонта (север, юг, запад, восток).

Лабораторный этап. На данном этапе проводилась пробоподготовка исходного материала и анализирование на ртутном анализаторе «РА-915М». Аналитические исследования проводились в лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета.

Камеральный этап. Проведение камеральных работ заключалось в обработке и интерпретации результатов, полученных в ходе анализа на ртутном анализаторе. Обработка данных проводилась с помощью персонального компьютера и включала работы по расчету, систематизации,

сопоставлении и картографированию результатов. Для данного этапа проведён расчет затрат времени и труда (таблица 11).

Таблица 11 – Виды и объемы проектируемых работ (технический план)

№	Виды работ	Объемы		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед.изм.	Кол - во		
1	Эколого-геохимичекие работы биогеохимическим методом	проба	39	Отбор лиственной пробы на территории г. Усть-Каменогорска	Полиэтиленовые пакеты, ручка
2	Проведение маршрута	км	50	Проведение маршрута с целью отбора материала	Ручка
3	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (без использования ЭВМ)	проба	39	Анализирование лиственных проб	Анализатор ртути
4	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (с использованием ЭВМ)	проба	39	Обработка данных Построение таблиц Расчет токсичности Построение карт	Персональный компьютер

Составление календарного плана проведения эколого-геохимических исследований является неотъемлемой частью проведения работ. Календарный план-график отражает этапы проведения исследований, их продолжительность и распределение проведения работ по месяцам относительно периода их проведения (таблица 12).

Таблица 12 – Линейный календарный план-график проведения эколого-геохимических работ

№	Виды работ	Тк, кал.дн.	Продолжительность проведения работ									
			июль		август			сентябрь			октябрь	
			Недели месяца									
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Планирование работ		+	+								
2	Отбор проб	12				+	+					
3	Пробоподготовка							+	+			
4	Лабораторные работы									+		
5	Камеральные работы										+	+

6.2 Расчет затрат времени и труда на проведение работ

Проведение расчета затрат времени и труда основывается на использовании нормативов изложенных в сборнике сметных норм ССН – 93 «Геоэколгические работы» выпуск №2, 7 и «Инструкции по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы». Для проведения расчетов были взяты данные нормы времени, выраженные на единицу продукции; коэффициент к норме.

Расчет затрат времени и труда проводится по следующей формуле (4):

$$t = Q \cdot Н_{вр} \cdot К \quad (4)$$

где Q – объем работ; НВР – норма времени из справочника сметных норм (бригада, смена); К – соответствующий коэффициент к норме времени.

Все работы выполняются специалистом геоэкологом и рабочим первого разряда. Результаты расчетов приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет затрат времени и труда

№	Виды работ	Объем		Норма времени ССН	Коэф-фициент	Доку-мент	t чел./смена
		Ед.изм.	Кол-во (Q)				
1	Эколого – геохимические работы биогеохимическим методом	проба	39	0,0448	1	ССН вып.2 Табл.41	1,7472
2	Проведение маршрута при эколого – геохимической съемке	км	50	0,101	1	ССН вып.2 Табл.44	5,05
3	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (без использования ЭВМ)	проба	39	0,0136	1	ССН вып.2 Табл.59	0,5304
4	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (с использованием ЭВМ)	проба	39	0,0337	1	ССН вып.2 Табл.61	1,3143
Итого:							6,7972

Расчет затрат времени по сотрудникам приведен в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет затрат труда

№	Виды работ	Т	Н, чел./смена	
			Геоэколог	Рабочий 2 разряда
1	Эколого – геохимические работы биогеохимическим методом	3,4944	1,7472	1,7472
2	Проведение маршрута при эколого – геохимической съемке	10,1	5,05	5,05
3	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (с использованием ЭВМ)	1,3143	1,3143	1,3143
4	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (без использования ЭВМ)	0,5304	0,5304	
	Итого	15,4391	8,6419	8,1115

6.3 Расчет затрат на материально – техническое обеспечение научных исследований

Затраты на проведение научных исследований рассчитываются на основании ССН-93 выпуск 2 «Геолого-экологические работы» и приведены в таблицах 15, 16

Таблица 15 – Расходы на материально-техническое обеспечение исследовательской работы

№	Наименование и характеристика изделия	Ед.	Норма расхода материала на 1 месяц	Цена, руб.	Сумма, руб.
1	Ручка шариковая	шт.	2	15	30
2	Линейка чертежная	шт.	1	15	15
3	Блокнот для записей	шт.	1	50	50
4	Пакет полиэтиленовый фасовочный	шт.	39	5	195
5	Фломастер	шт.	2	60	120
6	Бумага офисная	пачка (100 листов)	1	250	250
7	Карандаш простой	шт.	1	10	10
8	Резинка ученическая	шт.	2	10	20
Итого					690

Таблица 16 – Расчет затрат на лабораторные исследования

	Метод анализа	Кол – во проб	Цена за ед., руб.	Итого
1	Атомно - абсорбционный	39	1500	58500
Итого				58500

6.4 Расчет затрат на оплату труда

Оплата труда сотрудников зависит от оклада, количества отработанного времени с учетом премиальных начислений и районного коэффициента. При учете дополнительной заработной платы формируется фонд заработной платы. Итоговая сумма заработной платы рассчитывается с учетом страховых взносов, затрат на материальное обеспечение, амортизационные отчисления, командировок и резерва. Расчет оплаты труда представлен в таблице 17. Амортизационные отчисления приведены в таблице 18.

Расчет оплаты труда осуществляется при помощи формулы:

$$ЗП = Окл.\cdot Т\cdot К, (5)$$

где ЗП – заработная плата (руб.), Окл. – оклад (руб.), Т – количество отработанных дней (дни, часы), К – коэффициент за работу в зоне повышенного радиационного риска.

Согласно статье 154 Трудового кодекса РК, гарантии для работника, осуществляющего трудовую деятельность в зонах экологического бедствия и радиационного риска, устанавливаются законами Республики Казахстан.

В соответствии со статьей 7 Закона РК от 18 декабря 1992 года N 1787-XII «О социальной защите граждан, пострадавших вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне» (далее - Закон) [54], зона повышенного радиационного риска – часть территории, подвергшейся радиационному загрязнению, с дозой воздействия на население от 7 до 35 бэр за весь период испытаний. К этой зоне относится Усть-Каменогорск.

Согласно статье 13 Закона, население, проживающее на данной территории, имеет право на: оплату труда в размере: 1,5 месячного расчетного показателя.

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

$$ДЗП= ЗП·7,9\%, (6)$$

где ДЗП – дополнительная заработная плата (%).

$$ФЗП = ЗП + ДПЗ, (7)$$

где ФЗП – фонд заработной платы (руб.).

Таблица 17 – Расчет оплаты труда

Наименование расходов	??	Ед. изм.	Затраты труда	Дневная ставка, руб.	Сумма основных расходов, руб.
Основная заработная плата					
Специалист геоэколог:	1	Чел-см	8,6419	692	5980,19
Рабочий 2 категории	1	Чел-см	8,1115	360	2920,14
Итого	2		16,7534		8900,33
Дополнительная зарплата	7,9%				703,13
Итого					9603,46
Итого с к.п.р.	1,5				14405,19
Страховые взносы	30,0%				4321,56
Итого					18726,75

Таблица 18 – Расчет амортизационных отчислений

	Наименование объекта основного фонда	Кол-во	Цена за ед., руб.	Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации, руб./смена
1	Персональный компьютер ASUS TP 500L	1	35000	10	0,95
Итого					0,95

При расчете общей суммы затрат на полевые работы (таблица 19), амортизационные отчисления рассчитывались за количество смен, в которых будет использоваться оборудование, в данном случае 36 дней.

Таблица 19 – Сумма затрат на полевые работы

№ п/п	Статьи затрат	Сумма, руб.
1	Материальные расходы	690
2	Оплата труда	18726,75
3	Амортизационные отчисления	34,2
4	Итого	19450,95

6.5 Общий расчет сметной стоимости на проведение исследовательских работ

Общий расчет сметной стоимости исследования оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов в этом документе служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работы и подразделяются на эколого-геохимические работы и сопутствующие работы и затраты. Расчет общей сметной стоимости проведен в таблице 20.

Таблица 20 – Общая сметная стоимость на проведение научно-исследовательской работы

№ п/п	Наименование затрат и работ	Объем		Полная сметная стоимость, руб.
		Ед.	Кол-во	
1	Основные расходы на исследование			
	Проектно – сметные работы	% от ПР	100	19450,95
	Полевые работы			19450,95
	Организация полевых работ	% от ПР	1,50	291,76
	Ликвидация полевых работ	% от ПР	0,80	155,6
	Камеральные работы	% от ПР	100	19450,95
2	Итого основных расходов (ОР)	58800,21		
3	Накладные расходы (НР)	% от ОР	10	5880,02
4	Итого ОР+НР	64680,23		
5	Плановые накопления	% от ОР + НР	20	12936,05
6	Лабораторные работы	58500		
7	Резерв	% от ОР	3	176,40
8	Итого сметная стоимость	123356,63		
9	НДС	%	18	22204,19
	Итого с учетом НДС	145560,82		

Общая стоимость проведения оценки потенциала токсического воздействия для экосистемы и человека на территории г. Усть-Каменогорска составит 145560,82 рубля.

Заключение

В данной работе было оценено потенциальное токсическое воздействие ртути на экосистему и человека по результатам изучения сухой массы листьев тополя черного, отобранных на территории г. Усть-Каменогорска.

Применение модели USEtox, основанной на принципах анализа жизненного цикла и оценки риска, позволило учесть лабораторные данные, физико-химические свойства элемента, особенности его биоаккумуляции, которые были использованы для оценки токсического воздействия ртути на территории г. Усть-Каменогорск.

Выводы, сделанные по результатам проведенного исследования:

1. Наибольшие концентрации ртути зафиксированы в северной промышленной зоне г. Усть-Каменогорска в точке 55 – 457,3 нг/г, наименьшее содержание элемента в восточно-пригородной зоне города в точке 96 – 56,5 нг/г. Среднее значение ртути на территории г. Усть-Каменогорска характеризуется как повышенное.

2. Максимальный риск воздействия ртути для человека и экосистемы отмечается вблизи свинцово-цинкового комбината, где наблюдается 27 случаев токсичности на кв. км и 399,8061 потенциально затрагиваемых фракций на куб. метр в день на кв. км для экосистемы.

3. Предполагаемым источником эмиссии ртути на территории г. Усть-Каменогорска является свинцово-цинковый комбинат ТОО «Казцинк».

4. Проявление токсического воздействия на человека ниже, чем на экосистему.

5. Токсический эффект ртути находит свое отражение в повышенном уровне заболеваемости у жителей северной промышленной зоны.

Список использованной литературы

Опубликованная литература

1. Алексеенко В.А. Геоботанические исследования для решения ряда экологических задач и поисков месторождений полезных ископаемых: учеб. пособие / В.А. Алексеенко. – М.: Логос, 2011. – 244 с.
2. Алексеенко В.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых: Учебник / В. А. Алексеенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 2000. – 354 с.
3. Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений / Р. Баргальи. – М.: ГЕОС, 2005. – 457 с.
4. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988. – 348 с.
5. Болуспаева Л.С. Тяжелые металлы в почвах г. Усть-Каменогорска Республики Казахстан / Л.С. Болуспаева, М.С. Панин // Сибирский экологический журнал. – 2012. - Т. 19, № 6. - С. 803-810.
6. Бухарнина И.Л. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: монография / И.Л. Бухарина, Т.М. Поварницина, К. Е. Ведерников. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2007. – 216 с.
7. Ванифатов Д.Н. Окисляемость клеточного содержимого как показатель газоустойчивости растений / Д.Н. Ванифатов. – Казахстана. Алма-Ата,1959. – 187 с.
8. Виноградов Б.В. Растительные индикаторы и их использование при изучении природных ресурсов / Б.В. Виноградов. – С: Высшая школа, 1964. – 328 с.
9. Галямова Г.К. Цинк в почвах г. Усть-Каменогорска / Г.К. Галямова, В.Ф. Зайцев, И.В. Волкова // Юг России: Экология, развитие. – 2013. – Т. 2, № 27. – С. 115-120.

10. Сает Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
11. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР / М.А. Глазовская. – М.: Высшая школа, 1988. – 328 с.
12. Добровольский В.В. Основы биогеохимии / В.В. Добровольский: Учебник. – М.: Академия, 2003. – 400 с.
13. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник: В 6 кн. / Под ред. Э.К. Буренкова. Кн. 5: Редкие d-элементы. – М.: Экология, 1997. – 576 с.
14. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение / В.Б. Ильин. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
15. Илюшин П.Р. Усыхание хвойных лесов от задымления / П.Р. Илюшин. – М.-Л., Гослесбумиздат, 1953.
16. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях: Пер. с англ. / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. - М.: Мир, 1989. – 439 с.
17. Касимов Н.С. Экология города / Н.С. Касимов, А.С. Курбатова, В.Н. Башкин. - М.: Научный мир, 2004. – 624 с.
18. Красинский Н.П. Озеленение промплошадок дымоустойчивым ассортиментом / Н.П. Красинский. - М.: Изд-во «Власть Советов» при Президиуме ВЦИК, 1937.
19. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда / Ю.З. Кулагин. - М.: «Наука», 1974. – 116 с.
20. Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие / О.А. Ляшенко. – СПб., 2012. – 67 с.
21. Мейрамкулова К.С. Оценка техногенных загрязнений атмосферы воздуха города Усть-Каменогорска / К.С. Мейрамкулова К.С., З.К. Искакова // Сборник статей победителей IX Международной научно-практической конференции: в 2 ч. / Под. ред. Г.Ю. Гуляева. – Пенза: Изд-во «Наука и Просвещение, 2017. – С. 122-126.

22. Озерова Н.А., Васильев В.И. Природные источники ртути в Сибири / Н.А. Озерова, В.И. Васильев // Химия в интересах устойчивого развития. – 1995. – Т. 3. – С. 11–22.
23. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений: учебное пособие / М.Г. Опекунова. – СПб., 2004. – 266 с.
24. Перельман А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман. – М.: Высшая школа, 1975. – 341 с.
25. Проведение комплексного геоэкологического исследования территории и здоровья населения города Усть-Каменогорска: отчет в 3 т. / Федоров Г. В. и др. – Усть-Каменогорск: ТОО «Экосервис С», 2004. – Т. 1. – 369 с.
26. Рихванов Л.П. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем / Л.П. Рихванов, Д.В. Юсупов, Н.В. Барановская, А.Р. Ялалтдинова // Экология и промышленность России. – 2015. – Т. 19, № 6. – С. 58–63.
27. Скугорева С.Г. Биоаккумуляция ртути дикорастущими растениями в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината / С.Г. Скугорева, А.Н. Низовцев // Экология промышленного производства. – 2012. – № 2. – С. 15–19.
28. Такежанов С.Т. Новые технологии – коллективному сырью: 50 лет первому свинцу УК СЦК / С.Т. Такежанов. – Алматы: Комплекс, 2002. – 416 с.
29. Таций Ю.Г. Экогеохимия ртути в зоне действия выбросов медеплавильного комбината «Карабашмедь» / Ю.Г. Таций, В.Н. Удачин, П.Г. Аминов // Геохимия. – 2017. – Т. 55, № 10. – С. 935-945.
30. Туровцев В.Д., Краснов В.С. Биоиндикация: учебное пособие / В.Д. Туровцев, В.С. Краснов. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2004. – 260 с.
31. Турсуналиева Е. М. Наблюдение за содержанием ртути в листьях тополя бальзамического в зоне влияния Новосибирского завода химконцентратов / Е.М. Турсуналиева // Экология России и сопредельных территорий:

Материалы XXII Междунар. экол. студенческой конф. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2017. – С. 32.

32. Уфимцева М.Д. Фитоиндикация экологического состояния урбогеосистем г. Санкт-Петербурга / М.Д. Уфимцева, Н.В. Терехина. – СПб.: Наука, 2005. – 339 с.
33. Шаймарданова Б.Х. Геохимическая характеристика листьев Populus nigra L. на территории Павлодарской области / Б.Х. Шаймарданова, Н.В Барановская, Г.Е. Асылбекова, Н.П. Корогод. // Вестник ПГУ. Серия химико-биологическая. – 2008. – №3. – С.191-201
34. Шаймарданова, Б. Х. Биоиндикация урбоэкосистемы г. Павлодара по содержанию химических элементов в золе листвы тополя черного Populus nigra L. / Б. Х. Шаймарданова, Г. Е. Асылбекова, Н. В. Барановская и др. // Вестник Томского государственного университета. – 2010. – № 338. – С. 212–216.
35. Электробезопасность. Комплект лабораторных работ: учебное пособие – Томск: ТПУ, 2010. – 112 с.
36. Ялалтдинова А.Р. Элементный состав растительности как индикатор техногенного воздействия на территории г. Усть-Каменогорска: Дис.канд. геол.-мин. наук: 05.06.03 / Альбина Рашидовна Ялалтдинова. – Томск, Труа, 2015. – 172 с.
37. Esbrí J.M. Usage Proposal of a common urban decorative tree (Salix alba L.) to monitor the dispersion of gaseous mercury: A case study from Turda (Romania) / J.M. Esbrí, H. Cacovean, P. Higueras // Chemosphere. – 2018. – P. 74-81.
38. Markert B.A. Definitions, strategies and principles for bioindication, biomonitoring of the environment / B.A. Markert, A.M. Breure, H.G. Zechmeister // Bioindicators and Biomonitors. – 2003. – P. 3–39.
39. Markert B.A. Establishing of “Reference plant” for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprinting / B. A. Markert // Water, soil and air pollution. – 1992. – Vol. 64. – P. 533–538.

40. Matin G. Bio-monitoring of cadmium, lead, arsenic and mercury in industrial districts of Izmir, Turkey by using honey bees, propolis and pine tree leaves / G. Matin, N. Kargar, H. B. Buyukisik // Ecological Engineering. – 2016. – P. 331-335.

Электронные ресурсы:

41. USEtox [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.usetox.org/ (Дата обращения: 01.05.2018)
42. Всемирная организация здравоохранения. Ртуть. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/ru/ (дата обращения: 18.03.2018 г.)
43. Павлов И.Н. Древесные растения в условиях техногенного загрязнения [Электронный ресурс] / И.Н. Павлов – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2005. – 360 с. (Дата обращения: 02.04.2018)
44. Проект восстановления окружающей среды г. Усть-Каменогорска: UKER DD1 Детальное проектирование работ по изоляции источников загрязнения подземных вод : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.oskemen.kz/ru/files/ecology.doc (Дата обращения: 22.04.2018)
45. Ульбинский металлургический завод : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ulba.kz (Дата обращения: 22.04.2018)
46. Управление природных ресурсов и регулирования природопользования ВКО : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.akimvko.gov.kz/ru/region/ (Дата обращения: 22.04.2018)
47. Усть-Каменогорский металлургический комплекс «Казцинк»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kazzinc.com/ru/Усть-Каменогорский_металлургический_комплекс (Дата обращения: 22.04.2018)
48. Усть-каменогорский титано-магниевый комбинат : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.uktmp.kz/ru (Дата обращения: 22.04.2018)

Нормативная документация

49. ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Изменением № 1). – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002.
50. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением № 1). – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003.
51. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением № 1). – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2006.
52. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. (с Изменением № 1). – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000.
53. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями №1, 2) . – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2007.
54. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением № 1). – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.
55. ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная техника для защиты объектов (с Изменением № 1). – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004.
56. Закон Республики Казахстан от 18 декабря 1992 года № 1787-XII «О социальной защите граждан, пострадавших вследствие ядерных испытаний на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне». – Алмата, Акимат 1992.
57. ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения). – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2013.

58. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». – М.: Информационно издательский центр Минздрава России, 1997.
59. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы (с изменениями от 3 сентября 2010). – М.: Информационно издательский центр Минздрава России, 2003.
60. СанПиН 2.2.4.1294-03 Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений. – М.: Информационно издательский центр Минздрава России, 2003.
61. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно издательский центр Минздрава России, 1997.
62. СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование. /Госстрой СССР. — М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1988. — 64 с.
63. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. – М.: Минстрой России, 2016
64. ССН. 108. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. Выпуск 2. Геолого–экологические работы. – М.: ВИЗМС. 1992. – 246 с.
65. ТОИ Р-45-084-01. Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере". – М.: Минсвязи, 2001.
66. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера". – Москва, Кремль, 1994.
67. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция). – Москва, Кремль, 2008.