

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

---

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

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Эколого-геохимическая характеристика территории г. Чита по данным анализа элементного состава листьев тополя</b>

УДК 581.45:582.681.81:504:550.4(571.55)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г41	Ткачева Анастасия Владимировна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пугачева Елена Егоровна	К.Г.-М.Н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Вершкова Елена Михайловна			

По разделу «Социальная ответственность»

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

По разделу «Результаты анализов элементного состава листьев тополя бальзамического г. Чита»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Юсупов Дмитрий Валерьевич	К.Г.-М.Н., доцент		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экология и природопользование	Азарова С.В	К.Г.-М.Н.		

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

---

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

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

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
2Г41	Ткачевой Анастасии Владимировне

Тема работы:

Эколого-геохимическая характеристика территории г. Чита по данным анализа элементного состава листьев тополя	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	15.03.18 №1768/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	4.06.2018
--	-----------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Публикации в периодической печати, фондовые источники, интернет ресурсы, самостоятельно собранный материал.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1.Краткая физико-географическая характеристика г. Чита 2.Геоэкологическая характеристика г. Чита 3.Методика исследований 4.Результаты анализов элементного состава листьев тополя бальзамического г. Чита 5.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 6.Социальная ответственность

<b>Перечень графического материала</b>	Карта-схема опробования, карты пространственного распределения элементов
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Социальная ответственность	Кырмакова О.С.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Вершкова Е.М.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	7.04.2018
---	-----------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Пугачева Е.Е.	К.Г.-М.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г41	Ткачева А.В.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Г41	Ткачевой Анастасии Владимировне

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Отделение геологии
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Экология и природопользование

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемым методам</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы расхода материалов согласно сборнику сметных норм на геолого-разведочные работы, выпуск 2 «Геолого-экологические работы»</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Страховые взносы – 30 % НДС – 18 %</i>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<i>1. Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Технико – экономическое обоснование проведения исследований Линейный график выполнения работ</i>
<b>Перечень графического материала:</b>	
<i>1. Карта схема отбора проб</i>	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ст. преподаватель	Вершкова Е.М.	Ст. преподаватель		10.04.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2Г41	Ткачева А.В.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Г41	Ткачевой Анастасии Владимировне

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение школы</b>	<b>Отделение геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Экология и природорользование

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, используемого оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шум, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения и т.д.)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной природы)</li> <li>– чрезвычайных ситуаций социального характера</li> </ul>	<p><i>Рабочее место расположено в учебном компьютерном классе (541 ауд.) ИШПР на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ, Ленина 2/5), имеет естественное и искусственное освещение. Размер помещения 8,5×9,5×3,1. Площадь на одно рабочее место в ЭВМ составляет не менее 4,5 м<sup>2</sup>, объем – не менее 20 м<sup>3</sup>. В аудитории имеется 12 персональных компьютеров, на них производится обработка информации (обработка баз данных, набор текста и т.д.).</i></p>
---	---

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью;</li> <li>– предлагаемые средства защиты</li> </ul>	<p><i>Описание всех опасных и вредных факторов, возникающих при работе.</i></p> <p><i>Вредные факторы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отклонение параметров микроклимата в помещении</li> <li>2. Электромагнитное излучение</li> <li>3. Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>4. Степень нервно-эмоционального напряжения</li> <li>5. Шум</li> </ol>
<p><i>2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита источники, средства защиты)</li> </ul>	<p><i>Опасные факторы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пожароопасность</li> </ol> <p><i>Причины: несоблюдение правил пожаробезопасности.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Поражение электрическим током</li> </ol> <p><i>Электробезопасность. Источники: электроприборы и электрооборудование.</i></p> <p><i>Средства защиты: заземление и электроизолирующие провода.</i></p>
<p><i>3. Экологическая безопасность:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p><i>Отходы V класса опасности (мусор от уборки помещений и бумага), которые необходимо утилизировать</i></p>
<p><i>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и</li> </ul>	<p><i>В разделе рассмотреть причины возникновения пожаров. Способы предотвращения данных ситуаций:</i></p>

<p>эксплуатации проектируемого решения;  – выбор наиболее типичной ЧС;  – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;  – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>	<p>конструктивные и объемно-планировочные решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара; ограничение пожарной опасности строительных материалов, используемых в поверхностных слоях конструкций здания; снижение технологической взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий; наличие средств пожаротушения; сигнализация и оповещение о пожаре.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p>	<p>Рассмотреть требования СанПиН и других нормативных документов по организации условий труда.</p>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	10.04.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г41	Ткачева А.В.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа объемом 93 страницы машинописного текста, состоит из введения, 6 глав и заключения; работа проиллюстрирована 26 таблицами и 21 рисунком. Список литературы насчитывает 54 наименования.

Ключевые слова: эколого-геохимическая характеристика, содержание химических элементов, листья тополя бальзамического, город Чита.

Объект исследования – листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera L.*), произрастающего на территории г. Чита.

Предмет исследования – элементный состав листьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera L.*) на территории г. Чита.

Цель работы – на основе определения особенностей элементного состава листьев тополя бальзамического, выявить факторы воздействия на окружающую городскую среду, составить эколого-геохимическую характеристику территории г. Чита.

На территории г. Чита были отобраны 30 проб листьев тополя бальзамического; применялись инструментальный нейтронно-активационный и атомно-абсорбционный анализы; проводился статистический анализ данных содержания элементного состава; анализировалось пространственное распределение содержаний химических элементов на территории города; определялась биогеохимическая оценка исследуемой территории; выявлены природные и антропогенные факторы накопления химических элементов в листьях тополя и в других компонентах окружающей среды; составлена обобщённая эколого-геохимическая характеристика г. Чита.

Область применения: полученные результаты могут быть использованы при проведении биогеохимического мониторинга состояния окружающей среды и разработки природоохранных мероприятий, а также планировании и застройки функциональных зон г. Чита.

## Обозначения и сокращения

ВЗ – высокое загрязнение

ГОСТ – государственный стандарт

ЗабАЗ – Забайкальский автомобильный завод

ИНАА – инструментальный нейтронно-активационный анализ

ИРТ-Т – исследовательский реактор типовой – Томский

Машзавод – машиностроительный завод

ОАО – открытое акционерное общество

ООО – общество с ограниченной ответственностью

ПДК – предельно-допустимая концентрация

ПО – предел обнаружения

ТГК – территориальная генерирующая компания

ТЭЦ – тепловая электростанция

ФГУП – федеральное государственное унитарное предприятие

ХПК – химическое потребление кислорода

ЭВЗ – экстремально высокого загрязнения

ЭВМ – электронно-вычислительная машина

ЭМП – электромагнитное поле

## Оглавление

Введение.....	10
1. Краткая физико-географическая характеристика г. Чита .....	12
1.2 Географическое положение.....	12
1.2 Геологическое строение и рельеф .....	12
1.3. Климат .....	15
1.4 Внутренние воды.....	17
1.5 Природные зоны.....	18
2. Геоэкологическая характеристика г. Чита.....	21
2.1 Основные техногенные источники воздействия на окружающую среду ..	21
2.2 Состояние атмосферного воздуха .....	25
2.3 Состояние поверхностных и подземных вод .....	26
2.5 Состояние почвенно-растительного покрова.....	30
2.5 Влияние экологических факторов на здоровье населения .....	34
3. Методика исследований .....	38
3.1 Опробование листьев тополя .....	38
3.2 Лабораторно-аналитические исследования.....	40
3.2.1 Инструментальный нейтронно-активационный анализ.....	40
3.2.2 Атомно-абсорбционный анализ ртути.....	42
3.3 Методика обработки информации .....	43
4. Результаты анализов элементного состава листьев тополя г. Чита .....	45
4.1 Результаты инструментального нейтронно-активационного анализа.....	45
4.2 Результаты атомно-абсорбционного анализа ртути.....	56
4.3 Интегральная биогеохимическая оценка территории г. Чита .....	58
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	61
6. Социальная ответственность.....	68
Заключение.....	82
Список использованных источников .....	85
Приложение А.....	91

## Введение

Данная выпускная квалификационная работа представляет собой научно-исследовательскую работу, в которой рассматриваются результаты определения химических элементов в листьях тополя бальзамического, отобранных на территории г. Чита во второй декаде сентября 2014г.

Актуальность исследования обусловлена тем, что современный процесс урбанизации и сопутствующие им экологические проблемы вызывают острую необходимость в эколого-геохимической оценке состояния компонентов окружающей среды.

Растения отражают геохимическую специализацию природных компонентов и могут выступать показателями эколого-геохимической характеристики определённой территории. Листья деревьев являются хорошим индикатором для оценки состояния атмосферного воздуха в городской среде, они способны накапливать большой спектр химических элементов. Так же листья могут быть использованы для оценки загрязнённости почв, поверхностных и подземных вод, благодаря особенностям своего метаболизма.

Город Чита располагается в Забайкальском крае, отличается высокой степенью техногенной нагрузки на окружающую среду. На экологическую ситуацию города влияют предприятия электроэнергетики, машиностроения, и химической промышленности.

Объектом исследований являются листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera L.*), произрастающего на территории г. Чита.

Предметом исследований является элементный состав листьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera L.*) на территории г. Чита.

Методы исследования: инструментальный нейтронно-активационный и атомно-абсорбционный анализы.

Цель работы – на основе определения особенностей элементного состава листьев тополя бальзамического выявить воздействия на

окружающую городскую среду, составить эколого-геохимическую характеристику территории г. Чита.

Задачи:

- провести поиск и анализ опубликованной специализированной научной и методической литературы, интернет-ресурсов;
- подготовить пробы листьев тополя для лабораторных исследований;
- определить химический состав золы листьев тополя инструментальным нейтронно-активационным анализом;
- оценить содержание ртути в сухой массе листы тополя атомно-абсорбционным анализом;
- провести статистический анализ данных содержания элементного состава листьев тополя;
- представить в виде изолиний и проанализировать пространственное распределение содержаний химических элементов по территории города;
- провести интегральную биогеохимическую оценку исследуемой территории;
- выявить вероятные природные и антропогенные факторы накопления химических элементов в листьях тополя бальзамического и в природных компонентах окружающей среды, составить обобщённую эколого-геохимическую характеристику г. Чита.

Благодарности: За ценные консультации, предоставление материала и помощь на всех этапах написания выпускной квалификационной работы автор выражает признательность канд. геол.-минерал. наук доценту отделения геологии Юсупову Дмитрию Валерьевичу. Особая благодарность и признательность моему научному руководителю канд. геол.-минерал. наук доценту отделения геологии Пугачевой Елене Егоровне за постоянную помощь, поддержку, ценные советы и чуткое руководство.

## 1. Краткая физико-географическая характеристика г. Чита

### 1.2 Географическое положение

Город Чита является административным центром Забайкальского края, находится в его восточной части (Восточное Забайкалье) (рис.1) [4].

Забайкальский край располагается в юго-восточной части Восточной Сибири, на севере граничит с Иркутской областью и Республикой Саха (Якутия), на западе с Республикой Бурятия, на востоке с Амурской областью, на юге проходит государственная граница с Монголией и Китаем. Протяженность края с севера на юг составляет около 1000 км, с запада на восток – более 850 км, общая площадь территории – 431,5 тыс. км<sup>2</sup>.

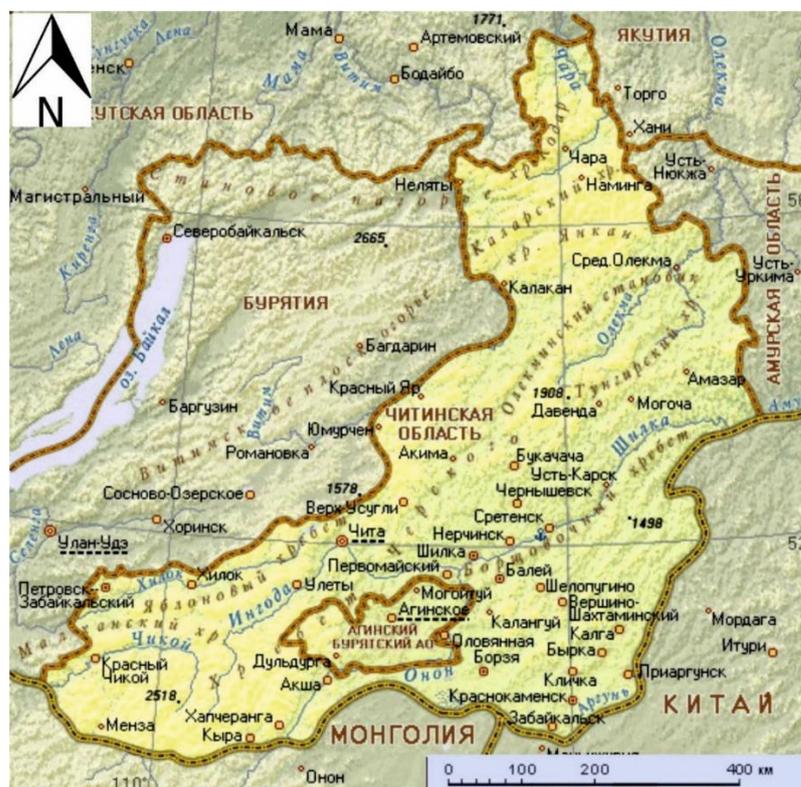


Рисунок 1 – Забайкальский край [46]

### 1.2 Геологическое строение и рельеф

Рассматриваемая территория расположена в пределах Байкальской складчатой области с развитием разнотипных гранитоидных комплексов, различающихся набором и геохимической спецификой пород [26].

По периметру Байкала, особенно с его восточной стороны отмечаются участки повышенных содержаний тория в коренных породах, которые связаны с известково-щелочными, субщелочными и щелочными гранитоидными комплексами пород (рис. 2).

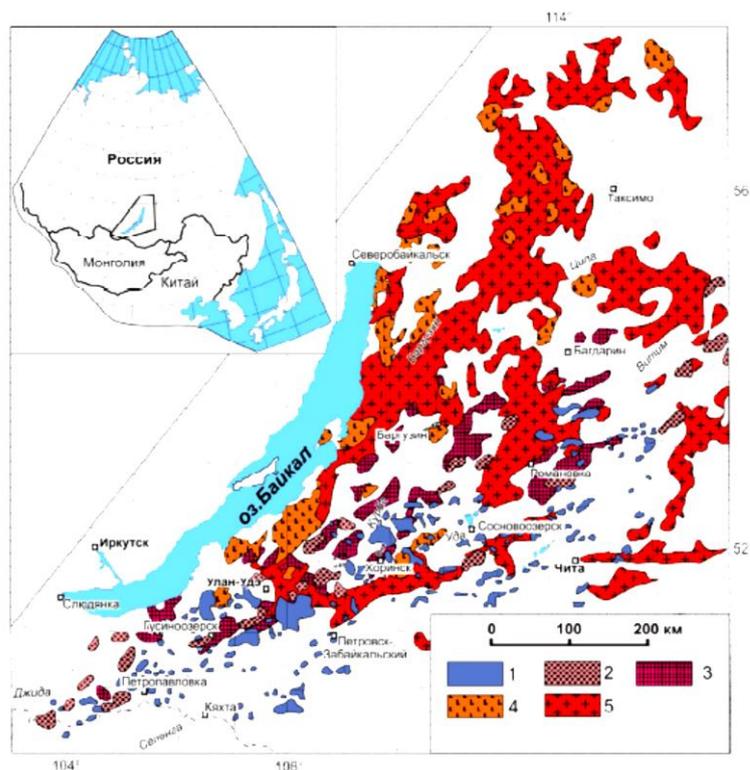


Рисунок 2 – Расположение герцинских гранитоидов Забайкалья [4]

Условные обозначения: 1– щелочно-полевошпатовые и щелочные граниты и сиениты Монголо-Забайкальского вулканоплутонического пояса; 2 – шошонитовая интрузивная серия (монцонит-сиенит-кварцево-сиенитовая с синплутоническими базитами); 3 – переходные от высококалийных известково-щелочные кварцевые моноциты, кварцевые сиениты и габброиды; 5 – известково-щелочные граниты

Ореолы тория с аномальными концентрациями (26-60 г/т и более) имеют различные размеры, которые объединяются и образуют вытянутые зоны, соответствующие известным металлогеническим поясам (рис. 4).

На территории Забайкалья в коренных породах установлено несколько крупных площадных аномалий урана (рис. 3) [26]. Повышенные содержания урана (3-15 г/т) отмечены в субщелочных гранитоидах ряда комплексов. В

этом регионе известны урановорудные районы и узлы с уран-молибденовой минерализацией.

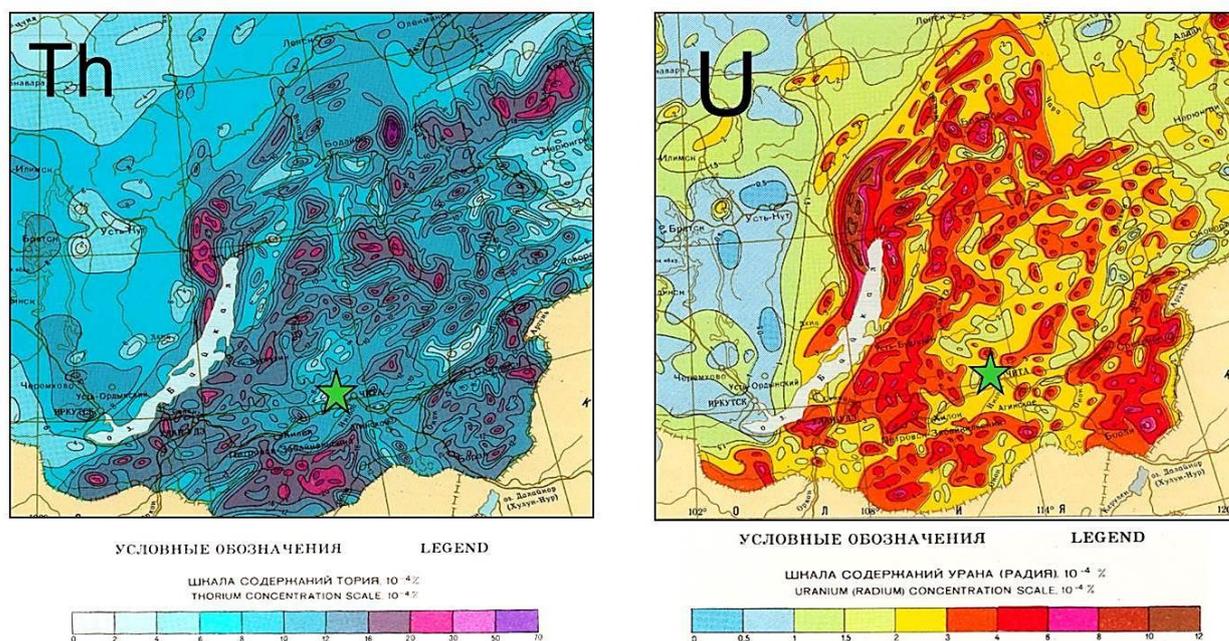


Рисунок 3 – Содержание тория и урана в горных породах на территории Забайкалья (по материалам аэрогамма-спектрометрической съемки, м-б 1:10000000., ВСЕГЕИ, 1995) [7]

Территория г. Чита располагается в пределах Хилок-Витимской цеолитово-вольфрамо-молибденовурудной зоны Селенгино-Витимской субпровинции Алдано-Становой минерагенической провинции [19].

В Восточном Забайкалье в мезозойскую эпоху в связи с тектоническими разломами, в основном северо-восточного простирания, образовывались узкие протяжные межгорные впадины, включая и Читино-Ингодинскую впадину, которая хорошо выражена в современном рельефе [24]. В ней происходило накопление пресноводных континентальных отложений, которые содержат кислые и средние пирокласты и лавы. Во впадине интрузивные, эффузивные и эффузивно-осадочные образования приурочены в большей степени к ее бортам. Экзогенные процессы определили формирование рельефа самой впадины.

Город Чита располагается в пределах северо-восточной части Читино-Ингодинской впадины, у места впадения р. Читинка в р. Ингода. С северо-запада впадина ограничивается Яблоновым хребтом, с юго-востока и востока – хребтом Черского; вся территория приподнята над уровнем моря на 640-650 м. Абсолютные высоты хребтов составляют 1000-1300 м. Относительные превышения над дном впадины равны 300-400 м.

Наиболее низкие южная и центральная части города находятся у берегов рек Читинки и Ингоды [24]. От р. Читинка, по обе ее стороны, рельеф территории города постепенно возвышается, доходя в юго-западной и северо-восточной частях абсолютных отметок 730-760 м и более над уровнем моря. Самой высокой отметкой рельефа в черте города является гора Чита (1039 м), самая низкая располагается в долине р. Ингода, между пос. Песчанка и пгт. Атамановка (632 м). В черте города возвышается Титовская сопка (780 м) – вулканическая постройка, которая начала формироваться в верхнем палеозое. Средние колебания превышений рельефа в черте города составляют более 100 м.

### 1.3. Климат

Внутриконтинентальное расположение Забайкальского края, высокая приподнятость над уровнем моря, удаленность от океанов, большая продолжительность солнечного сияния (2618 час/год), колебания температуры воздуха в течение суток более чем на 20°C, проникновение воздушных масс атлантического, тихоокеанского и арктического происхождения в целом определяют климат края как резко континентальный, на юге - дополнительно аридный [27].

Зима продолжительная, сухая, средние январские температуры составляют на юге Забайкальского края 23°C, на севере и юго-востоке до 33°C, абсолютный зафиксированный минимум составляет -58°C. В зимние месяцы отмечается высокое атмосферное давление (775-778 мм. р. ст.), которое в сочетании со слабыми ветрами способствует застаиванию

холодного воздуха во впадине и формирует благоприятные условия для возникновения и сохранности многолетней мерзлоты [22].

Лето короткое, но теплое, его длительность в среднем составляет 2,5 месяца. Наивысшие значения температуры воздуха отмечаются в июле, средние значения которых составляют  $+18 + 20^{\circ}\text{C}$ , максимум –  $+ 40^{\circ}\text{C}$ .

Годовая амплитуда абсолютных температур воздуха достигает  $48^{\circ}\text{C}$ , средних месячных –  $25^{\circ}\text{C}$ , средних суточных амплитуд –  $13,8^{\circ}\text{C}$ .

Особенности рельефа г. Чита влияют на резкие отличия климатических характеристик между впадинами и долинами, с одной стороны, и горными хребтами, с другой, что, в свою очередь, оказывает воздействие на характер атмосферной циркуляции [22]. На наветренных склонах хребтов выпадает большее количество осадков, на подветренных создается дождевая тень. Отличия в количестве выпадающих осадков в межгорных понижениях и на хребтах может составлять 200-700 мм в год.

Зимой в отрицательных формах рельефа в пределах города интенсивность радиационного выхолаживания приводит к появлению температурных инверсий. Из-за низкой циркуляции воздушных масс не происходит рассеивания веществ – загрязнителей и степень загрязненности приземного слоя атмосферы существенно.

Количество осадков в районе города Читы зависит от возникновения циклонов, основная масса которых (90-95 %) выпадает с апреля по октябрь, соответственно, на холодный период (ноябрь-март) приходится не более 5-10% [27]. Среднегодовое количество осадков составляет 343 мм. На июль и август приходится наибольшее количество осадков – 40-45 %.

В течение всего года в г. Чита преобладающими ветрами являются западные и северо-западные, повторяемость в среднем за год составляет 22-27 % (рис.4). В весенний период (с марта по май) устанавливаются сильные ветры со скоростью до 18-20 м/с, порывы ветра могут достигать 35-40 м/с. Усиление ветра вызывает пыльные бури, когда в воздух поднимаются частицы пыли и песка на значительные расстояния.

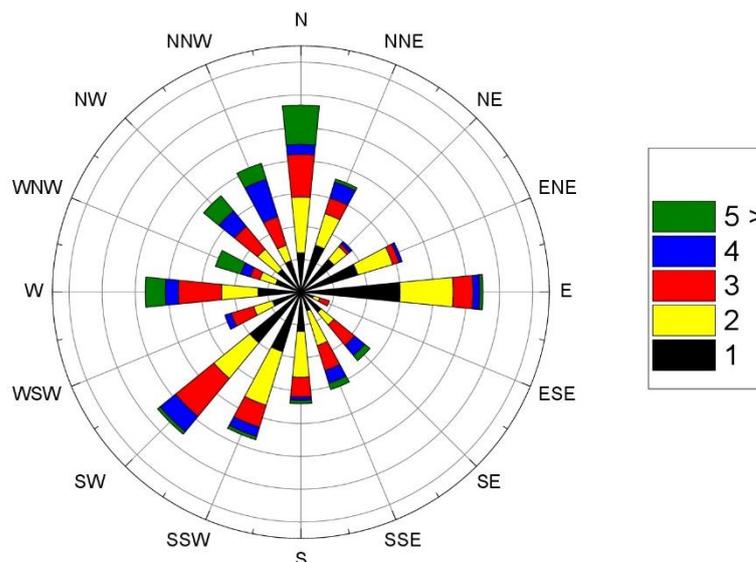


Рисунок 4 – Летняя роза ветров г. Чита, 2014г. Сила ветра, м/с: >5 –  ,  
 4 –  , 3 –  , 2 –  , 1–

#### 1.4 Внутренние воды

Реки Восточного Забайкалья относятся Амурскому речному бассейну Тихого океана [24]. На территории преобладают реки горного типа с высокими модулями стока, многоводностью и большими запасами энергии. Реки Восточного Забайкалья в большей степени имеют дождевое питание.

Речная сеть г. Читы сформирована бассейнами рек Ингоды и Читинки и их притоками, которые формируют перисто-стволовую систему [24]. Долины рек в основном прямолинейные с небольшим продольным уклоном, составляющим 1-5°. В пределах Читино-Ингодинской впадины русла рек Ингоды и Читинки извилистые, местами расходятся на протоки. На условия их залегания, режим, питание и разгрузку большое влияние оказывает многолетняя мерзлота.

*Река Ингода* берёт начало на гольце Сохондо (юго-западный склон Яблонового хребта) и течет с юго-запада на северо-восток по широкой долине [4]. При слиянии с р. Читинка, Ингода круто меняет направление своего русла с юго-западного на восточное и уже в виде излучины протекает

в южной части города. Ингода - типично горная река, с быстрым течением и достаточно большой глубиной. Русло реки устойчивое, песчано-галечное, ширина его в пределах города колеблется от 140 до 180 м, а средняя глубина составляет от 1,1 до 4,0 м (наибольшая глубина 2,2-5,3 м). Средняя скорость течения реки - 0,6-2,0 м/с, наибольшая – 1,1-2,6 м/с. Ингода впадает в р. Шилка, правый приток р. Амур.

*Река Читинка* протекает через весь город с северо-запада на юго-восток, и разделяет его на две почти равные части. Исток реки находится на северо-восточных склонах Яблонового хребта. Русло реки извилистое, разделяется на рукава и протоки, ширина его в пределах города составляет 50-100 м, средняя глубина – 0,21-1,37 м, наибольшая – 0,41-1,92 м; средняя скорость течения – 0,08-1,35 м/с. Пойма широкая (1,0-1,5 км) двусторонняя, затопляется при уровне выше 220 см. При впадении в р. Ингода, р. Читинка делится на две протоки, формируя остров.

На западной окраине города находится *озеро Кенон*, средняя площадь зеркала которого составляет 16 км<sup>2</sup>. Озеро имеет практически правильную овальную форму, плавно очерченную береговую линию с заливом - Малый Кенон. Протяженность озера составляет 5,7 км, ширина – 2,8 км, средняя глубина – 4,4 м, наибольшая – 6,6 м. Озеро бессточное, лишь при очень высоком уровне происходит сброс воды в р. Ингода по старому руслу р. Кадалинка и по каналу оросительной системы.

### 1.5 Природные зоны

Уникальной особенностью Восточного Забайкалья является наличие почти всех ландшафтов умеренного пояса, отличающихся высоким биоразнообразием [22]. В регионе с юго-востока на северо-запад сменяются три широтные зоны: степная, лесостепная, лесная (таежная). По склонам гор проявлена вертикальная поясность: настоящие высокотравные степи переходят в лесостепи, затем – в сосновые, лиственничные и кедровые леса. На вершинах хребтов располагаются сухие и болотистые тундры и гольцы.

С чередованием природных зон связана особенность почвенно-растительного покрова. На формирование почв на территории Забайкалья большое влияние оказывает многолетняя мерзлота.

В широких долинах рек Читинка и Ингоды в степной и лесостепной зонах преобладают черноземные почвы, к юго-западу от оз. Кенон, в степной части – суглинисто-галечные выщелоченные черноземы, в пониженных местах поймы встречаются болотные и луговоболотные почвы. По склонам хребтов, под растительностью, развиты серые и темно-серые лесные почвы, иногда - дерновые слабоподзоленные.

Долины рек заняты пойменными лесами, маревыми и ерниковыми, луговыми сообществами. В днищах большинства котловин, у подножий невысоких хребтов простираются луговые разнотравные степи, чередующие с лиственничными и сосновыми лесами, с зарослями караганы, миндаля и кизильника. На самом юге Восточного Забайкалья господствуют разнотравно-дерновинно-злаковые степи с доминированием пижмы, змеевки растопыренной и востреча китайского на черноземах мучнисто-карбонатных и каштановых почвах с участками солончаков.

На территории города Чита отмечается много насаждений тополя.

Фауна Забайкалья отличается большим разнообразием [47]. Здесь можно встретить обитателей степи, лесостепи, различных типов лесов и высокогорной тундры. В составе животного мира есть представители европейско-сибирской, горной восточносибирской (ангарской), даурско-монгольской фауны, встречаются элементы маньчжурской и китайско-гималайской фауны [22].

В связи с освоением земельных угодий и увеличением площади распаханых земель, многие виды растений и животных Забайкалья стали редкими или находятся под угрозой исчезновения. В Красную книгу Забайкальского края занесены животные - красный волк, дзерен, даурский еж, кот-манул, дрофа, степной орел; растения - адонис сибирский, полынь

рутолистная, солодка уральская, абрикос сибирский, барбарис сибирский [44].

Согласно комплексной оценке, экологическое состояние природных ландшафтов Читино-Ингодинской впадины в северо-западной части оценивается как частично утраченная способность к самовосстановлению, в восточной части способность к самовосстановлению природной среды утрачена практически полностью [7].

В пределах города на отдельных площадях произведены значительные перемещения почвенно-грунтовых масс (отсыпка и выемка грунта). Верхний слой до глубины 2-3 м, реже 5 м пронизан подземными коммуникациями. До глубины 1 м широко распространены искусственные грунты со строительным мусором и прочими отходами хозяйственной деятельности. В юго-западной части г. Чита созданы отвалы и отстойники, выполненные техногенными осадками.

## 2. Геоэкологическая характеристика г. Чита

### 2.1 Основные техногенные источники воздействия на окружающую среду

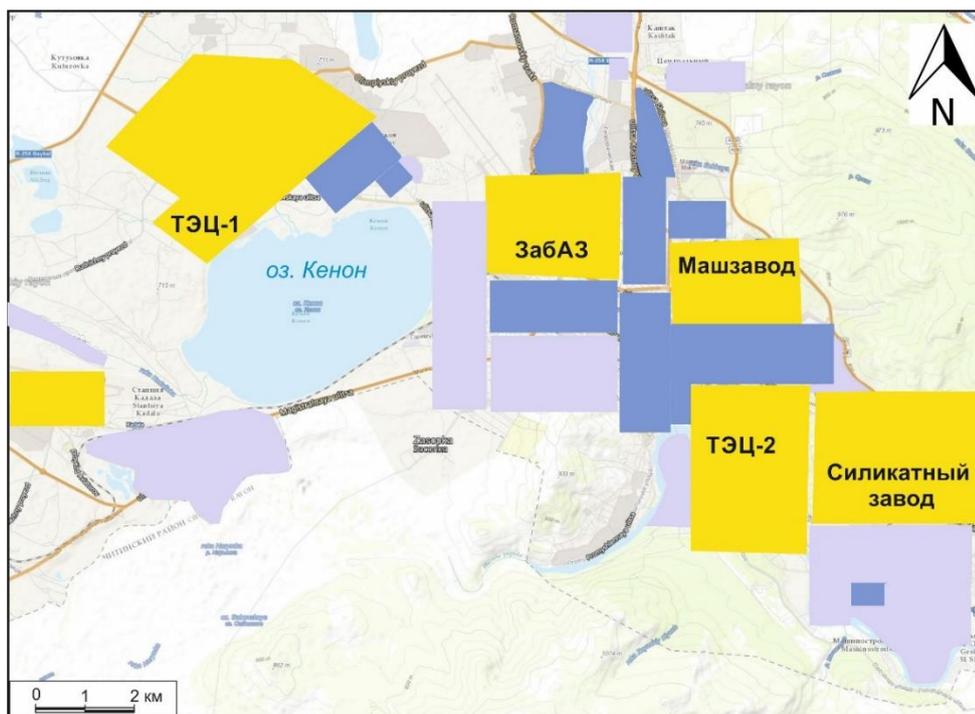
Территория города Читы подразделяется на 4 административных района: Ингодинский, Железнодорожный, Центральный и Черновский (рис. 5) [18].



Рисунок 5 – Административные районы г. Чита

— - границы административных районов

Функциональные зоны г. Чита обобщённо представлены тремя типами: промышленными, рекреационными и жилыми (рис. 6). Территории с жилыми застройками делятся на два подтипа: зоны с многоэтажной жилой застройкой и зоны малоэтажной и индивидуальной жилой застройкой.



Функциональные зоны г. Чита

- промышленная
- рекреационная
- многоэтажной жилой застройки
- малоэтажной и индивидуальной жилой застройки

Рисунок 6 – Функциональное зонирование территории г. Чита (по данным

*Район Центральный* расположен в котловине и на склонах сопек центральной части города, граничит с Железнодорожным и Ингодинским районами [48]. По западной и южной границам района протекает по р. Читинка, а с восточной части – по ул. Столярова; с севера к району примыкает лесной массив; территория района составляет 83,76 кв.км. На территории района расположены около 5 тыс. предприятий, организаций, учреждений, относящиеся к различным отраслям народного хозяйства: энергетика, связь, пищевая, машиностроение, учреждения культуры, образовательные, медицинские и др. По территории района проходит железная дорога протяженностью около 3,5 км, находится крупная железнодорожная станция Чита-II сквозного типа, осуществляющая пассажирские и почтово-багажные перевозки.

В Центральном районе наиболее значимыми объектами, влияющими на экологическую ситуацию, являются: объекты транспортного комплекса – Чита-2 ОАО «РЖД», ОАО «Спецтранс», ЦРММ, многочисленные автостоянки, станции техобслуживания, гаражные кооперативы и др.; предприятия пищевой промышленности; машиностроения – ОАО «Читинский машзавод», Забайкальский автомобильный завод; - теплоэнергетического комплекса – ТЭЦ - 2, котельные установки.

*Железнодорожный район* расположен в северной части города между Черновским и Центральным районами, его площадь составляет 122 кв. км. Район имеет развитую инфраструктуру: учреждения образования, культуры, спорта, здравоохранения, торговли и общественного питания, транспортного обслуживания, предприятия жилищно-коммунального хозяйства. Через территорию района проходит железная дорога.

Основными техногенными источниками, оказывающими влияние на окружающую среду в районе города, являются: предприятия Российской железной дороги (РЖД) – филиал ОАО «РЖД», ТРЗ, локомотивное и вагонное депо и др.; объекты теплоэнергетического комплекса (более 20 котельных); автомобильный транспорт и предприятия транспортного комплекса – ОАО «810 Авиационный ремонтный завод»; предприятия по хранению и реализации материалов лесопереработки, функционирование которых связано с использованием большегрузного транспорта и др.; деревообрабатывающие предприятия – мебельная фабрика «Луксор», предприятия «Ясное», «Ся-Ян»; предприятия стройиндустрии: ФГУП «Забайкалавтодор», ЗАО «Автомост - Чита», ОАО «Забайкалкомплекссервис», ООО «Восток – Энергомонтаж», ОАО «Электросвязь» и др.

*Ингодинский район* расположен в восточной части города и граничит с Центральным и Железнодорожным районами, площадь его составляет 131 кв.км.

На территории района расположено более тысячи предприятий, организаций, объектов потребительского рынка, относящиеся к различным отраслям: энергетика, связь, строительство, пищевая промышленность, легкая промышленность, перерабатывающая промышленность. Приоритетными отраслями промышленного производства в районе являются стройиндустрия и пищевая промышленность.

Техногенная нагрузка в Ингодинском районе города обусловлена в основном предприятиями теплоэнергетического комплекса – ТЭЦ - 2 ОАО «ТГК - 14»; электросети ОАО «Читаэнерго», МКП «Тепловик»; объектами РЖД – ТРЗ, вагонное и локомотивное депо, контейнерная площадка; деревообрабатывающими предприятиями – мебельная фабрика «Ант», ОАО «ЧМДК – Даурия», действующими котельными установками; транспортный полигон; транспортными предприятиями; предприятиями стройиндустрии – ОАО «Силикатный завод», ОАО «Читаспецстрой», асфальтобетонный завод и др.; ОАО «Завод ЖБИ»; предприятиями пищевой и перерабатывающей промышленности.

Территория *Черновского района* составляет 265,38 кв.км , расположен он в западной части города. В состав района входят 15 поселков: Текстильщиков, Энергетиков, Восточный, Кадала, Аэропорт, Наклонный, ЧЭС, Рудник Кадала, Зыково, Застежь, Кутузовка, Ивановка, Лапочкина Падь, станция Черновская, Агродорожок «Опытный».

В районе работают 37 предприятий, из которых 2 предприятия сельскохозяйственной направленности, функционируют 812 предприятий потребительского рынка.

В Черновском районе техногенные загрязнения поступают преимущественно от предприятий и объектов теплоэнергетического комплекса – ТЭЦ-1, гидрозолоотвал ТЭЦ-1, котельные установки; транспортного комплекса – ОАО «Аэропорт – Чита»; машиностроительного комплекса – ОАО «Читинский станкозавод»; предприятий пищевой

промышленности, по переработке леса, стройиндустрии (завод по производству керамического кирпича ООО «Мир») и др.

## 2.2 Состояние атмосферного воздуха

Состояние атмосферного воздуха городов Забайкальского края Забайкальским краевым экологическим центром оценивается высоким уровнем загрязнения; наибольшей степенью загрязнения атмосферы выделяется город Чита [9,10]

Комплексная оценка техногенных объектов, влияющих на экологическое состояние воздушного бассейна города, показала, что в Чите функционирует более 50 промышленно-энергетических предприятий, имеющих около 800 стационарных источников организованных выбросов [18].

Данные о среднегодовых и максимальных концентрациях, загрязняющих вещества в атмосферном воздухе, их превышениях ПДК, приведены в таблице 1 [9].

Таблица 1 – Среднегодовые и максимальные концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города Чита, 2014г. [9]

Загрязняющее вещество	Среднегодовая концентрация, мг/м <sup>3</sup>	Кратность превышения ПДК	Максимальная концентрация, мг/м <sup>3</sup>	Кратность превышения ПДК
Взвешенные вещества (пыль)	0,1980	1,3	13,800	27,6
Диоксид серы	0,0157	0,3	0,2820	0,6
Оксид углерода	1,0367	0,3	10,000	2,0
Диоксид азота	0,0344	0,9	0,2340	1,2
Оксид азота	0,0143	0,2	0,3020	0,8
Сероводород	0,0017	-	0,0250	3,1
Фенол	0,0038	0,6	0,0330	3,3
Сажа	0,0334	0,7	0,8300	5,5
Формальдегид	0,0083	0,8	0,0690	1,4
<u>Бенз(а)пирен</u>	9,0 (нг/м <sup>3</sup> )	9,0	46,2 (нг/м <sup>3</sup> )	46,2

В 2014г. загрязнение воздуха города происходило преимущественно за счёт бенз(а)пирена и взвешенных веществ (пыль); наибольшее превышение ПДК среднегодовой концентрации составляли диоксид азота, формальдегида, сажи и фенола; превышение ПДК максимальной концентрации отмечалось для сероводорода, оксида углерода, диоксида серы, оксида азота.

Оценка загрязнения воздуха города за счет взвешенных веществ (пыль), диоксида серы, оксида углерода и диоксида азота, составляет 38,1%, 32%, 18% и 7%, соответственно.

Основной вклад в загрязнение воздуха бенз(а)пиреном и формальдегидом вносят предприятия топливно-энергетического комплекса и автотранспорт [13]. Бенз(а)пирен является продуктом сжигания углеводородного топлива, содержится как в выбросах промышленных предприятий, так и в составе отработавших газов автомобилей. Общая доля загрязняющих веществ, выбрасываемых в городскую среду автотранспортом, составляет до 50%, и эта доля растет, т.к. количество автотранспорта постоянно увеличивается.

Источником взвешенных веществ (пыли) в городе является, главным образом, силикатный завод по производству кирпича [15].

Предприятия топливно-энергетического и машиностроительного комплекса являются основными загрязнителями атмосферы диоксидом серы, оксидом азота, соединением фтора, сажей, фенолом, а также взвешенными веществами. Удельный вес предприятий теплоэнергетики (ТЭЦ-1, ТЭЦ-2) в загрязнении атмосферного воздуха города составляет 44% [13].

Анализ снежного покрова показал, что зимой наблюдается перенос атмосферных загрязнений, в связи с чем наиболее загрязненными оказываются наветренные участки - нагорная часть Центрального района. Ежегодно ТЭЦ-1 и котельными выбрасывается: Mn - 84,34 т; Fe - 42,02 т; Cr - 7,9 т; Zn - 14,8 т; Pb - 1,6 т; Be - 0,26 т. [7].

Изучение динамики среднегодового содержания химических веществ в атмосферном воздухе показало, что в Центральном, Железнодорожном и Ингодинском районах концентрации загрязняющих веществ, в том числе канцерогенов, выше, чем в Черновском административном районе г. Чита.

### 2.3 Состояние поверхностных и подземных вод

Согласно комплексной оценке качества **поверхностных вод**, по гидрохимическим показателям, из 35 водных объектов Забайкальского края,

оценку «загрязненные» и «очень загрязненные воды» имеют 21 водный объект (60%); водные объекты, отнесенные к «грязным» и «очень грязным» – 11 (31%) [9,10].

Геохимическая специализация карбонатных отложений природных пресных вод на территории Байкальского региона, в состав которого входит и Забайкальский край, проявляется в повышенных концентрациях Zn, Ca, Sr, Cs, Se [23].

По данным стационарных наблюдений Забайкальского краевого экологического центра, на территории Забайкальского края случаев экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) вод не было отмечено.

Вместе с тем, на территории Забайкальского края в 2014г. были зафиксированы 7 случаев высокого загрязнения (ВЗ) вод, в том числе, в р. Читинка – г. Чита (0,2 км выше устья), отмечалось повышенное содержание азота аммонийного – 1 случай и азота нитритного – 2 случая [9].

По химическому составу вода р. *Ингода*, протекающей по г. Чита, относится к гидрокарбонатному классу, имеет малую степень минерализации (52,6-174 мг/дм<sup>3</sup>), удовлетворительный кислородный режим. Реакция водной среды по течению реки изменяется следующим образом: в районе с. Дешулан и г. Чита была нейтральной (6,5-7,5 ед. рН), в районе пос. Атамановка – слабокислой-нейтральной (6,1-7,5 ед. рН), в районе ст. Тарская – слабокислой-слабощелочной (6,3-8,1 ед. рН), у с. Красноярово – нейтральной-слабощелочной (6,7-7,95 ед. рН).

Загрязнение вод по течению реки неоднородное. Так, в створах у с. Дешулан и 0,5 выше г. Чита, воды реки характеризуются как загрязненные. Наиболее низкое качество воды – грязные воды – отмечено в створе 0,5 км выше пос. Атамановка. В створах реки 3,5 км ниже пос. Атамановка и у с. Красноярово воды реки классифицируются как очень загрязненные, в районе ст. Тарская – загрязненные.

В период вскрытия реки ото льда, в створе, было зафиксировано максимальное загрязнение воды азотом аммонийным (4 ПДК),

органическими веществами по величине ХПК (3 ПДК) и железа общего (3,6 ПДК).

В период летнего дождевого паводка в створе реки отмечалась максимальная концентрация соединений марганца (20 ПДК).

Максимальная концентрация взвешенных веществ, превысившая фоновое значение для водотока в 13 раз, зафиксирована в период осенней межени (91,0 мг/дм<sup>3</sup>).

Среднегодовое содержание основных загрязняющих веществ находилось в пределах: трудноокисляемых органических веществ по величине ХПК и соединений меди – до 2 ПДК, легкоокисляемых органических веществ по величине БПК<sub>5</sub>, азота аммонийного и нитритного, железа общего, соединений цинка, фенолов летучих и нефтепродуктов – до 1 ПДК, соединений марганца – до 10 ПДК.

К характерным загрязняющим веществам отнесены трудноокисляемые органические вещества, фосфаты, железо общее, соединения меди и фенолы летучие.

*Река Читинка*, левый приток р. Ингода, в среднем ее течении. Вода реки обладает малой (30,3-90,1 мг/дм<sup>3</sup>) и малой-повышенной (195-561 мг/дм<sup>3</sup>) степенью минерализации. По химическому составу вода реки относится к гидрокарбонатному классу. В течение года на реке отмечается удовлетворительный кислородный режим. Воды реки в районе с. Бургень имели нейтральную (7,1-7,4 ед. рН), на участке выше г. Чита – нейтрально-слабощелочную (6,7-7,5 ед. рН), на приустьевом участке – слабокислую-нейтральную (6,5-7,3 ед. рН) реакцию среды.

В контрольном створе воды реки характеризуются как очень грязные.

Максимальные концентрации загрязняющих веществ составили:

- в период ледостава – фосфаты (ВЗ, 11,2 ПДК);
- в период вскрытия реки – азот аммонийный (ВЗ, 15,6 ПДК), органические вещества по величине БПК<sub>5</sub> (1,3 ПДК), железо общее (4,4 ПДК), фенолы летучие (4 ПДК) и соединения меди (5,5 ПДК);

- в период летнего дождевого паводка – органические вещества по величине ХПК (4,2 ПДК) и азот нитритный (ВЗ, 38,3 ПДК);

- в период осенней межени – соединения цинка (2,3 ПДК), соединения марганца (26,5 ПДК) и нефтепродукты (1,6 ПДК).

Повышение концентраций взвешенных веществ в воде зафиксировано в период летнего дождевого паводка на всём исследуемом участке реки, максимум отмечался на приустьевом участке реки – в 26 раз выше фонового значения (184,0 мг/дм<sup>3</sup>).

В целом, среднегодовое содержание основных загрязняющих веществ в речной воде превышало уровень ПДК: железа общего – в 1,5 раза; органических веществ (по величине ХПК), соединений меди и фенолов летучих – в 2 раза; фосфатов – в 3 раза; азота аммонийного – в 3,5 раза; азота нитритного – в 8 раз; соединений марганца – в 15 раз.

Для *озера Кенон* установлены следующие показатели состояния качества воды:

1. минерализация составляет 1,04-1,36 г/л, жесткость 7,2-18,9 моль/дм<sup>3</sup>;
2. высокое содержание (свыше 2ПДК для рыбохозяйственных водоемов) фторидов на прибрежных участках акватории в зоне влияния ТЭЦ-1, промышленно-бытовых предприятий восточного побережья и в юго-западной части акватории, находящейся под влиянием вод, впадающей здесь реки Кадалинка в озеро;

3. очень высокий уровень содержания сульфатов (576-604 мг/л); допустимый уровень содержания сульфатов для рыбохозяйственных водоемов был превышен в 65% проб, высокая сульфатность воды озера в сочетании с повышенной температурой в зоне влияния сбросных вод создает опасность сероводородного заражения донных илов содержанием сульфатов;

4. содержание хлоридов в областях акватории, подверженных влиянию селитебных территорий, до 100,9 мг/дм<sup>3</sup>;

5. содержание фтора составляет 9,5-10 мг/л;

6. содержание в воде гидрокарбонат-иона - до 143-156 мг/дм<sup>3</sup>;

7. в ряде проб воды было превышено содержание микроэлементов, в частности; содержание молибдена более ПДК для рыбохозяйственных водоемов было отмечено во всех пробах воды и составило от 10 до 13 ПДК; содержание лития во всех пробах было на уровне ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового использования и в 55 % проб превысило предельно допустимую концентрацию для рыбохозяйственных водоемов; в двух пробах воды, отобранных в восточной части акватории озера, было обнаружено содержание алюминия до 1,5 ПДК для рыбохозяйственных водоемов;

8. концентрация нитритов, в 5 раз превышающая допустимый уровень для водоемов рыбохозяйственного использования, была обнаружена в зоне воздействия ТЭЦ-1 [20, 6].

**Подземные воды** различных генетических типов являются основным источником водоснабжения Забайкальского края, обеспечивая более чем на 90% потребность населения в воде хозяйственно-питьевого назначения по всем районам [8].

Площадь подземных вод в Забайкальском крае составляет 431,9 тыс. км<sup>2</sup>. Всего в крае на 2015 г. разведано 1659 тыс. м<sup>3</sup>/сут. запасов подземных вод, добыча и извлечение которых составляет 328 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

В г. Чита подземные воды преимущественно загрязнены таллием (38 ПДК) и мышьяком (14 ПДК). Предполагаемым источников этих веществ является золоотвал Читинской ТЭЦ-1.

## 2.5 Состояние почвенно-растительного покрова

На территории г. Чита проводился анализ почв на трёх участках с различной степенью антропогенной нагрузки (табл. 2) [3]. Участок-1 находится в районе ул. Новобульварная – Бутина, характеризуется интенсивной антропогенной нагрузкой (большой поток автомобилей, строительные работы); участок-2 расположен в районе ул. Журавлёва – Бабушкина, со средней антропогенной нагрузкой (более низкий поток

автомобилей); участок-3 находится рядом с СибВО (ледовая арена), с низкой антропогенной нагрузкой (рекреационная зона) (рис. 7).

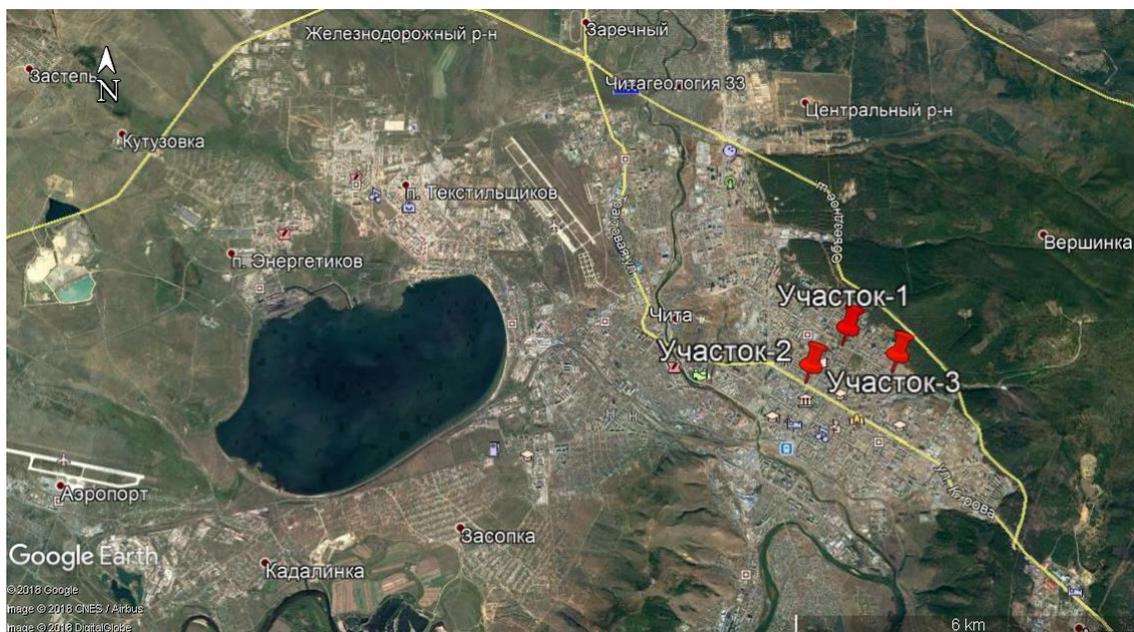


Рисунок 7 – Схема расположения участков отбора проб почв и растительности (по данным [51,3])

Таблица 2 – Валовое содержание тяжёлых металлов в почвах г. Чита, 2009г. [3]

Участок	Месяц	Тяжелые металлы, мг/кг сухой массы				
		Fe	Cu*	Zn*	Ni*	Hg*
1	июнь	11200,0±1251,9	10,0±1,2	<u>134,0±5,3</u>	10,0±1,2	0,012±0,001
	июль	18550,0±1808,5	<u>22,0±1,5</u>	<u>207,0±11,4</u>	<u>23,0±2,7</u>	<u>0,058±0,001</u>
	август	22750,0±2084,6	24,0±2,1	<u>121,0±1,4</u>	<u>19,0±1,2</u>	0,080±0,002
2	июнь	20200,0±1463,1	13,0±1,1	<u>88,0±10,1</u>	10,0±1,3	<u>0,057±0,003</u>
	июль	15610,0±2376,7	10,0±1,4	42,0±3,2	6,0±0,7	0,015±0,001
	август	20510,0±1682,7	11,0±1,3	51,0±2,9	10,0±0,1	0,032±0,001
3	июнь	14000,0±1641,5	17,0±2,1	<u>84,0±5,9</u>	10,0±1,2	<u>0,041±0,003</u>
	июль	11620,0±1158,3	10,0±0,1	58,0±8,2	10,0±1,2	0,038±0,001
	август	24080,0±3353,6	28,0±1,7	<u>102,0±4,1</u>	<u>15,0±1,5</u>	0,100±0,010
Фон	июнь	26040,0±3304,1	17,0±1,5	76,0±9,2	10,0±0,1	0,024±0,001
	июль	28280,0±1627,4	20,0±2,2	74,0±8,9	10,0±1,2	0,045±0,005
	август	25830,0±1411,3	41,0±4,2	<u>136,0±15,5</u>	14,0±1,7	0,104±0,001
ПДК		38000,0	55,0	100,0	85,0	2,1

\*Примечание: одной чертой подчеркнуты значения, превышающие фон, двумя – ПДК.

Анализ валового содержания тяжелых металлов в почвах трёх исследуемых участках показал, что содержание железа, меди, никеля и ртути не превышает ПДК в условиях города и фона [3]. На участке-1 содержание цинка в почвах превышало ПДК. На участке-3 и на фоновом участке превышение ПДК наблюдалось в августе, что, вероятно, связано с постепенным накоплением металла и увеличением антропогенного воздействия (табл. 2).

Таблица 3 – Суммарные показатели загрязнения почв г. Чита, 2009 г. [3]

Участок	Месяц	$Z_c$	Ряды вкладов загрязняющих веществ (коэффициент концентрации, $K_c$ )
1	Июнь	0,3	Hg(0,5) – Cu(0,7) – Ni(1) – Zn(1,7) – Fe (0,4)
	Июль	4,2	Hg(1,3) – Cu(1,1) – Ni(2,3) – Zn(2,8) – Fe(0,7)
	Август	0,6	Hg(0,8) – Cu(0,6) – Ni(1,4) – Zn(0,9) – Fe(0,9)
2	Июнь	2,2	Hg(2,4) – Cu(0,8) – Ni(1) – Zn(1,2) – Fe(0,8)
	Июль	-1,4	Hg(0,3) – Cu(0,5) – Ni(0,6) – Zn(0,6) – Fe(0,6)
	Август	-1,5	Hg(0,3) – Cu(0,3) – Ni(0,7) – Zn(0,4) – Fe(0,8)
3	Июнь	1,3	Hg(1,7) – Cu(1) – Ni(1) – Zn(1,1) – Fe(0,5)
	Июль	-0,5	Hg(0,8) – Cu(0,5) – Ni(1) – Zn(0,8) – Fe(0,4)
	Август	0,4	Hg(0,9) – Cu(0,7) – Ni(1,1) – Zn(0,8) – Fe(0,9)

Суммарные показатели ( $Z_c$ ), рассчитанные по коэффициенту концентрации химических веществ ( $K_c$ ), были выше на участке-1 в июле и августе, что свидетельствовало о большей загрязненности исследуемого участка в городе (табл. 3). На основании полученных результатов, по уровню загрязнения ( $Z_c$ ), почвы г. Чита отнесены к категории допустимых с возможным их использованием под растения и с меньшим негативным воздействием на здоровье населения.

На основании исследования закономерностей распределения химических элементов в почвенном покрове, на территории города были выделены ореолы распространения соединений свинца (Pb), хрома (Cr), меди (Cu), ртути (Hg), бериллия (Be), кадмия (Cd), олова (Sn), никеля (Ni) и др. [11].

На повышение содержания ртути в почвенном слое оказывает и городская мусорная свалка в Черновском районе, которая создаёт своеобразные ртутные аномалии. Оценивается, что в конце 90-х годов в верхнем слое (до 10 см) городских земель накопилось не менее 221 т Hg [20].

Отмечается превышение гигиенических нормативов для Pb (2-4 ПДК), Cr (6+) (0,7-4,0 ПДК), Cu (0,3-2,4), Ni (1,2-3,6ПДК), Mn (1,2-2,8 ПДК). Максимальные значения суммарного показателя загрязнения почвы отмечаются в Центральном – 29,2, Железнодорожном – 23,0 и Ингодинском – 22,7 районах. В Черновском районе суммарный показатель минимальный – 15,0.

Повышение содержания химических веществ в почве обусловлено воздействием предприятий теплоэнергетики и автотранспорта.

При анализе листьев древесных растений, произрастающих на территории города, были выявлены определённые закономерности на содержание железа (Fe), меди (Cu), никеля (Ni), цинка (Zn) и ртути (Hg) (табл. 4) [3].

В листьях, отобранных на участках 1, 2, 3, содержание Fe было различным, превышение нормы не наблюдалось (табл. 4). Содержание Cu, Ni и Hg в листьях практически оставалось без изменений и не превышало ПДК. Содержание Zn достоверно различалось. При отсутствии специфических источников загрязнения обычно отмечается широкая вариация по среднему содержанию Zn в почвах и растениях.

Таблица 4 – Среднее содержание тяжелых металлов в листьях древесных растений г. Чита, июль 2007-2009 гг. [3]

ТМ, мг/кг	Объекты исследования	2007	2008	2009	ПДК, норма, мг/кг сухого вещества *
1	2	3	4	5	6
железо	<i>Populus balsamifera</i>	206,7±20,2	177,7±22,8	150,0±20,8	20-300 (норма)
	<i>Ulmus pumila</i>	183,3±17,6	158,3±48,5	160,0±26,4	
	<i>Malus baccata</i>	236,0±45,1	176,7±8,8	173,3±14,5	
	<i>Caragana arborescens</i>	223,7±15,2	213,3±52,1	220,0±48,9	

продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
медь	<i>Populus balsamifera</i>	7,2±0,4	7,0±0,6	5,3±0,3	15-20 (ПДК)
	<i>Ulmus pumila</i>	6,5±0,3	6,7±0,9	4,7±0,9	
	<i>Malus baccata</i>	5,3±0,9	6,7±0,9	5,3±0,9	
	<i>Caragana arborescens</i>	7,3±0,9	8,3±1,3	4,5±0,4	
цинк	<i>Populus balsamifera</i>	172,7±41,4	121,3±38,4	144,7±29,2	150-300 (ПДК)
	<i>Ulmus pumila</i>	36,7±5,5	35,7±1,8	28,3±3,7	
	<i>Malus baccata</i>	76,3±51,9	25,7±5,2	18,7±0,9	
	<i>Caragana arborescens</i>	25,3±4,7	34,7±1,7	21,0±1,6	
никель	<i>Populus balsamifera</i>	1,1±0,1	2,0±0,1	2,0±0,01	20-30 (ПДК)
	<i>Ulmus pumila</i>	1,5±0,2	2,3±0,1	2,3±0,3	
	<i>Malus baccata</i>	2,3±0,3	1,9±0,1	2,0±0,1	
	<i>Caragana arborescens</i>	2,3±0,3	2,1±0,1	2,0±0,1	
ртуть	<i>Populus balsamifera</i>	0,056±0,003	0,037±0,002	0,028±0,002	—
	<i>Ulmus pumila</i>	0,079±0,002	0,028±0,001	0,03±0,01	
	<i>Malus baccata</i>	0,012±0,003	0,041±0,001	0,034±0,005	
	<i>Caragana arborescens</i>	0,02±0,01	0,045±0,001	0,069±0,001	

Таким образом, исследуемые листья деревьев накапливали тяжелые металлы в течение 3-х лет без превышения показателей ПДК и в пределах установленной нормы, что, вероятно, связано с барьерными свойствами растений к аккумуляции металлов и невысоким уровнем техногенного загрязнения в условиях города в исследуемом периоде.

## 2.5 Влияние экологических факторов на здоровье населения

Динамика показателей заболеваемости населения в г. Чита свидетельствует об ухудшении состояния здоровья населения за период с 2000 по 2010 гг. (табл.5) [13]. При этом уровень показателя по обращаемости за этот период увеличился на 42 % (на 1000 населения): в 2000 г. составлял 1176,4, в 2010 г. - 1670,6. Число обращений среди подростков возросло в 3,2 раза, среди детей – в 1,9 раза, среди взрослого населения – в 1,2 раза.

В структуре заболеваемости населения г. Чита (2000-2010 гг.) ведущие позиции традиционно занимают болезни органов дыхания. Это свидетельствует о том, что среди различных причин заболеваний ингаляционный путь поступления патологических агентов имеет большое значение.

Таблица 5 - Динамика заболеваемости населения г. Чита в 2000-2010 гг. по обращаемости (на 1000 человек) [13]

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Темп +/-	T
все население	1176,4	1237,6	1367,5	1285,6	1280,2	1315,9	1390,6	1468,0	1458,4	1600,0	1670,6	42,0	3,06
дети	1680,1	1902,3	2599,4	2370,2	2302,1	2410,2	2490,6	2612,3	2517,2	2772,8	3111,3	85,2	4,14
подростки	988,2	1112,7	1472,2	1526,6	1648,9	1810,9	1933,1	2294,8	2353,3	2693,7	3199,1	рост в 3,2 раза	10,38
взрослые	1063,2	1089,9	1081,0	1032,0	1040,1	1056,1	1127,8	1181,0	1185,1	1289,0	1273,4	19,8	2,05

В 2010 г. доля заболеваний органов дыхания по обращаемости составила 23,6%, что значительно больше, чем по другим группам заболеваний: болезни органов кровообращения – 11,6%, 10,7% случаев - болезни глаза и его придаточного аппарата, 8,6% - болезни органов пищеварения, 7,7% - болезни мочеполовой системы, травмы, отравления и другие внешние причины – 7,4% (рис. 8).

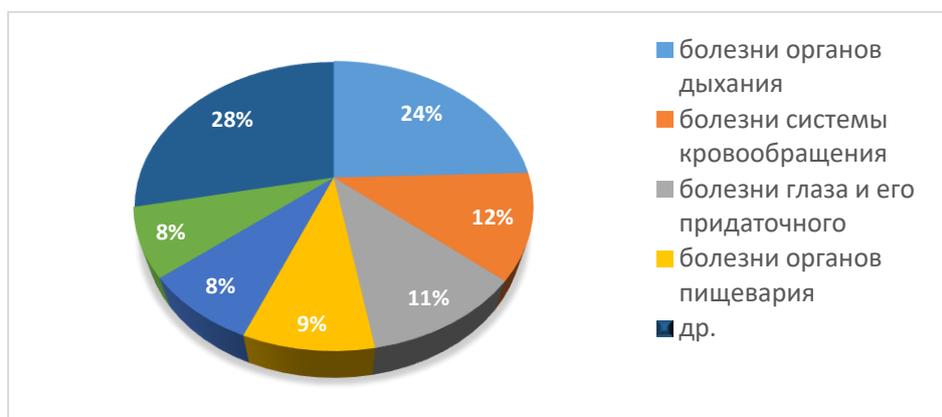


Рисунок 8 – Структура заболеваемости по обращаемости (все население) [13]

В числе причин заболеваний системы органов дыхания до 20 % обусловлены загрязнителями атмосферного воздуха. В городах с высоким уровнем загрязнения атмосферы, среди населения, проживающего вблизи автомагистралей с интенсивным движением автотранспорта, значительно нарушены показатели функции внешнего дыхания. Постоянное воздействие аэроплютантов отражается в росте показателей заболеваемости, в первую

очередь, хронических заболеваний дыхательной системы, и смертности, в том числе от онкопатологий.

Основными загрязнителями воздушного бассейна г. Чита являются бенз(а)пирен, формальдегид и сажа, которые обладают канцерогенными свойствами, способными вызывать онкозаболевания. Наиболее загрязненным местом по бенз(а)пирену является Железнодорожный район, достигая максимума концентрации в январе.

За период 2002-2010 гг. уровень онкозаболеваемости в г. Чита увеличился на 21% с 276,6 до 383,4 случаев на 100 тыс. населения. Наиболее высокий уровень первичной онкозаболеваемости и наблюдается в Центральном районе города (рис. 9). Максимальный канцерогенный риск от загрязнения атмосферного воздуха был выявлен в Железнодорожном районе, который, по данным стационарных постов наблюдения, характеризуется наибольшей степенью загрязнения атмосферного воздуха.

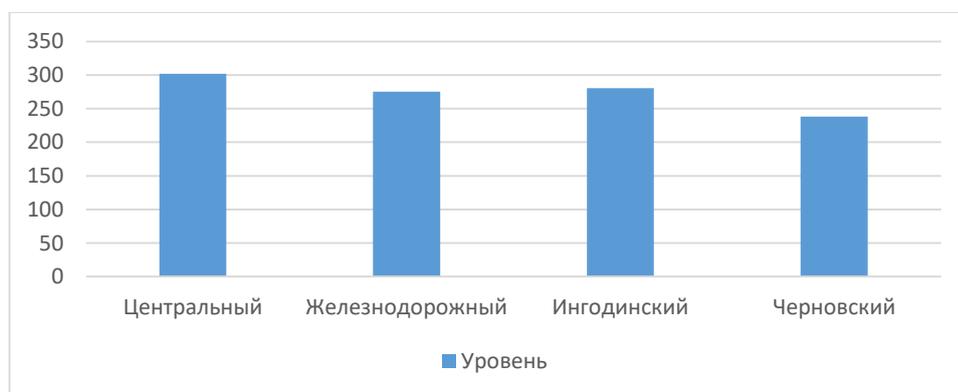


Рисунок 9 – Показатели первичной онкологической заболеваемости населения г. Чита по районам за период 2002-2010 гг. на 100 тысяч населения (средние значения) [13]

Таким образом, на состояние здоровья населения г. Чита значительно влияние оказывает высокий уровень загрязненности атмосферного воздуха. Превышение гигиенических нормативов концентраций бенз(а)пирена, формальдегида и сажи в воздушном бассейне создают высокий риск для ряда заболеваний, в первую очередь, органов дыхания.

По медико-географическому районированию, район неблагополучен по клещевому энцефалиту, эндемическому зобу, кариесу зубов, сибирской язве; наблюдается постоянный рост количества онкологических больных [20].

### 3. Методика исследований

Методика исследований элементного состава листьев тополя включала опробование, лабораторно-аналитические исследования (инструментальный нейтронно-активационный анализ и атомно-абсорбционный анализ ртути), обработку и анализ информации.

#### 3.1 Опробование листьев тополя

Тополь бальзамический (*Populus balsamifera L.*) часто используют для озеленения городских территорий в природных условиях умеренных широт, в том числе, и в г. Чита [28].

Тополь бальзамический – дерево с раскидистой, широкояйцевидной кроной, достигает высоты 30 м (рис.10) [2]. Стволы снизу покрыты темно-серой трещиноватой корой, выше – серой, гладкой. Листья имеют яйцевидно-ланцетную, яйцевидную или эллиптическую форму, длиной 5-12 см, шириной 2,5-7,5 см. Растет тополь быстро, в молодом возрасте годичный прирост в высоту достигает 2 м.



Рисунок 10 – Тополь бальзамический [50]

Быстрый рост, экологическая пластичность, легкость вегетативного размножения многих форм и видов обуславливают защитные экологические

функции тополя, а также позволяют рассматривать этот материал в качестве главного объекта для эколого-геохимических исследований урбасистем [29].

Листья тополя являются специфическим геохимическим планшетом, который накапливает элементы из почвы, а также улавливает пылеаэрозоли из атмосферного воздуха за счет особенностей строения листа: шероховатости поверхности, наличия клейкого воска, расположения устьиц на обеих сторонах листовой пластинки.

Такое концентрирование элементов листьями тополей отражает кратковременный (4-5 месяцев) накопительный эффект.

В сухую ясную погоду в первой декаде сентября 2014 г. отобрано 30 проб листьев тополя бальзамического. Опробование проводилось по сети 2x2 км во всех районах города, согласно методическим рекомендациям по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами [14]

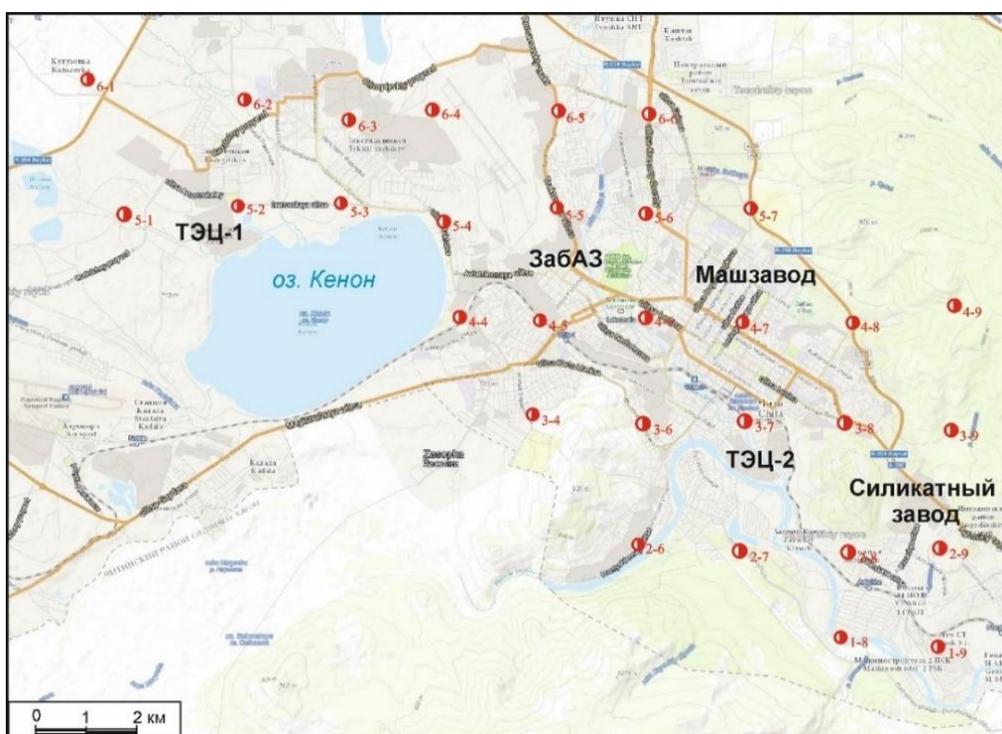


Рисунок 11 – Схема отбора проб листьев тополя в г. Чита

● - места отбора проб

В Ингодинском районе отобраны пробы под номерами 1-8, 1-9, 2-6, 2-7, 2-8, 2-9, 3-6, 3-7, 3-8, 3-9, 4-8, 4-9; в Центральном – 4-6, 4-7, 5-6, 5-7, 6-6, в Железнодорожном – 3-5, 4-4, 4-5, 5-3, 5-4, 5-5, 6-4, 6-5; в Черновском – 5-1, 5-2, 6-1, 6-2, 6-3(рис. 11).

На каждой точке наблюдения, методом средней пробы, отбиралась одна проба листьев, без черешков, примерно, с одновозрастных деревьев, с внешней стороны нижней части кроны, по окружности на высоте 1,5-2м от поверхности земли; масса одной пробы составляла 100г сырого вещества. Затем листья помещали в крафт-пакеты, маркировали. Отобранные пробы сразу, без промывки, сушили в крафт-пакетах при комнатной температуре в закрытом помещении с вентиляцией [14].

### 3.2 Лабораторно-аналитические исследования

Лабораторно-аналитические исследования элементного состава листьев тополя бальзамического включали инструментальный нейтронно-активационный анализ (определение валового состава 28 макро- и микроэлементов) и атомно-абсорбционный анализ ртути.

#### 3.2.1 Инструментальный нейтронно-активационный анализ

Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА) основывается на том, что при бомбардировке мощным потоком нейтронов стабильные изотопы элементов могут превращаться в радиоактивные, которые характеризуются специфическим по характеру и энергии излучением [6]. Энергия, с выделением которой распадаются радиоактивные изотопы, является величиной постоянной. Следовательно, если после облучения нейтронами, проба излучает  $\gamma$ -лучи с определенной энергией, то это указывает на наличие в ней того или иного элемента. Анализ составляющих  $\gamma$ -излучение, которые различаются по энергии, осуществляется с помощью многоканальных гамма-анализаторов.

ИНАА проводится без химической подготовки пробы, что исключает погрешности измерений за счет привноса или удаления элементов вместе с реактивами или в случае неполного разложения пробы [29].

В таблице 6 представлены нижние пределы определения содержания элементов в природных средах [31].

Таблица 6 – Нижние пределы обнаружения (ПО) содержания элементов в природных средах при проведении инструментального нейтронно-активационного анализа [31]

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

Инструментальным нейтронно-активационный анализ для определения валового состава 28 макро- и микроэлементов в образцах золы листьев тополя бальзамического проводился в аккредитованной ядерно-геохимической лаборатории на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т Томского политехнического университета по аттестованным методикам (НСАМ ВИМС № 410 ЯФ).

Пробоподготовка для проведения ИНАА заключалась в следующих этапах (рис.12): сухую пробу весом в среднем 10г озоляли в фарфоровых тиглях (помещали на электроплиту с температурой 250°C и обугливали до черной золы и прекращения выделения дыма); затем проба помещалась в муфельную печь при температуре 250°C и каждые 30 минут ее повышали на 50°C до 450°C и оставляли и пробу на 3 часа, согласно требованиям, ГОСТ 26929–94 [1]. Время озоления каждой партии проб, помещённых в муфельную печь, составляло 5 часов. После озоления образцы взвешивались, упаковались в алюминиевую фольгу с массой  $100 \pm 1$  мг и направлялись с реестром на ИНАА.

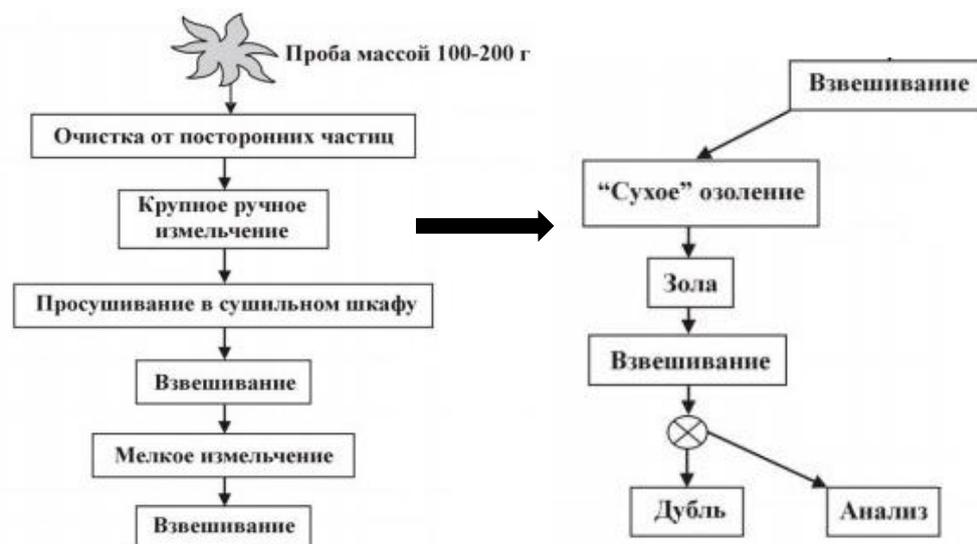


Рисунок 12 – Схема обработки и анализа проб растительности [30]

Результаты ИНАА оформляются в виде таблицы, в которой указаны номера проб и содержание химических элементов в %: натрия, кальций, железо и в г/г: скандий, хром, кобальт, цинк, серебро, бром, рубидий, стронций, сурьма, цезий, барий, лантан, гафний, тантал, золото, церий, неодим, самарий, европий, тербий, иттербий, лютеций, торий, уран.

### 3.2.2 Атомно-абсорбционный анализ ртути

Анализ содержания ртути в образцах сухой массы листьев тополя бальзамического проводился на ртутном анализаторе «РА-915М» с приставкой «ПИРО-915+» методом атомной абсорбции (метод пиролиза) с пределом обнаружения – 5 нг/г в международном научно-образовательном центре «Урановая геология» Инженерной школы природных ресурсов ТПУ.

Для построения и контроля стабильности градуировочных характеристик измерения ртути использовали стандартные образцы состава листа березы ЛБ-1 (ГСО 8923-2007) [46]. После трехкратного повторения измерения стандартного образца не должно быть отклонений.

Измельченные высушенные листья тополя (0,5 г) помещаются в дозатор, который, в свою очередь, помещается в атомизатор приставки, где происходит пиролиз и каталитическое разрушение соединений матрицы пробы. После атомизатора нагретый газовый поток поступает в

подогреваемую оптическую кювету, где измеряется аналитический сигнал. Время измерения содержания ртути составляет около двух минут.

Результаты проведенного анализа оформляются в виде таблицы, в которой указаны номера проб и содержания ртути в нг/г.

### 3.3 Методика обработки информации

Полученные численные данные о содержании химических элементов в пробах листьев тополя бальзамического, проведенные инструментальным нейтронно-активационным анализом и атомно-абсорбционным анализом ртути, обрабатывались с помощью программных обеспечений: Microsoft Office Excel 2016, Origin 8.1, STATISTICA 7.0, SURFER 12, COREL DRAW 16, а также рассчитывался коэффициент концентрации каждого химического элемента.

Программное обеспечение Microsoft Office Excel 2016 позволило оформить в виде таблиц полученные данные о содержании макро- и микроэлементов.

С помощью программы Origin 8.1 построена роза ветров г. Читы за летний период (июнь, июль, август) 2014г.

С помощью программного обеспечения STATISTICA 7 произведен расчет следующих числовых характеристик, описывающих особенности содержания элементов в листьях тополя: объем выборки, среднее арифметическое, среднее геометрическое, медиана, максимальные и минимальные значения, стандартное отклонение, коэффициент вариации, асимметрия и эксцесс.

Построение и оформление карт распределения элементов производились с помощью программ SURFER 12 и COREL DRAW 16.

Коэффициент концентрации определённого химического элемента рассчитывался относительно среднего геометрического и медианы [5]. Использовалась формула расчета (1):

$$K_k = \frac{C}{C_k}, \quad (1)$$

где  $C$  – содержание элемента в пробе, г/т;

$C_k$  – среднее содержание элемента, г/т.

Для интегральной оценки соотношения концентраций элементов (1) в листьях рассчитаны аддитивные показатели концентрации элементов по формуле (2):

$$Agi = \frac{\sum Kk(>1,0)}{n}, \quad (2)$$

где  $Kk$  – коэффициент концентрации элементов  $>1$ ;

$n$  - число таких элементов [29].

#### 4. Результаты анализов элементного состава листьев тополя г. Чита

##### 4.1 Результаты инструментального нейтронно-активационного анализа

По результатам инструментального нейтронно-активационного анализа рассчитаны статистические параметры для валового содержания химических элементов в листьях тополя бальзамического (табл. 7). В целом проанализировано 30 проб.

Таблица 7 – Статистические параметры валового содержания химических элементов в листьях тополя бальзамического в г. Чита

Элемент	Сред. арифм.	Станд. ошибка	Медиана	Минимум	Максимум	Сред. геометр.	Кэф-т вариации,%
Na,%	0,10	0,01	0,09	0,01	0,29	0,07	68
Ca,%	15,8	0,52	15,3	9,65	20,4	15,5	18
Sc, г/г	0,45	0,06	0,39	0,10	1,54	0,37	68
Fe,%	0,19	0,02	0,18	0,02	0,56	0,14	66
Co, г/г	8,87	1,09	6,62	2,56	30,1	7,44	67
Zn,%	19,8	1,78	18,0	4,27	38,9	17,6	48
Br, г/г	77,4	19,7	46,5	3,96	537	40,7	140
Rb, г/г	34,2	2,71	32,2	10,3	74,3	31,1	43
Sr,%	16,1	76,5	16,4	8,25	26,6	15,6	26
Sb, г/г	0,46	0,07	0,38	0,02	1,36	0,25	89
Cs, г/г	0,84	0,11	0,73	0,04	2,41	0,63	71
Ba,%	2,37	24,0	2,00	0,96	6,09	2,11	55
La, г/г	4,45	0,63	3,03	0,77	13,4	3,43	78
Hf, г/г	0,32	0,05	0,29	0,02	1,19	0,23	78
Ce, г/г	6,99	0,93	5,57	1,14	19,7	5,46	73
Sm, г/г	0,70	0,12	0,46	0,02	2,40	0,38	97
Eu, г/г	0,11	0,02	0,08	0,003	0,32	0,08	72
Yb, г/г	0,16	0,02	0,14	0,03	0,56	0,12	72
Lu, г/г	0,02	0,003	0,02	0,003	0,08	0,02	72
Th, г/г	0,85	0,11	0,71	0,15	3,18	0,69	72
U, г/г	0,56	0,1	0,37	0,01	2,26	0,30	101

Примечание. В обработке, полученных данных, элементы: хром, серебро, тантал, золото, неодим, тербий не использовались, так как по результатам анализа больше 40% проб были ниже предела обнаружения.

Величина валового содержания кальция, цинка, рубидия и стронция имеет коэффициент вариации менее 50% и, поэтому, соответствуют однородной выборке. У Na, Sc, Fe, Co, Ba коэффициент вариации составляет от 50% до 70%, что относится к недифференцированной выборке. Sb, La, Hf,

Cs, Ce, Sm, Eu, Yb, Lu, Th имеют коэффициент вариации в пределах 70-100%, что соответствует сильно неоднородной выборке. Вr и U имеют коэффициент вариации более 100%, выборка крайне неоднородная. В целом статистический анализ валового содержания химических элементов в листьях тополя бальзамического в г. Чита свидетельствует о том, что распределение содержания элементов на территории г. Чита неравномерное, находятся участки с аномальным содержанием, в первую очередь, Вr, U, Sm, Cs, La, Hf.

Результаты инструментального инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) листьев тополя бальзамического для города в целом и отдельно для его функциональных зон представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Содержание элементов в золе листьев тополя бальзамического г. Чита (по данным ИНАА)

Элемент	Г. Чита	Промышленные зоны	Жилые зоны	Рекреационные зоны
1	2	3	4	5
Na, %	$0,09 \pm 0,06$ <u>0,01...0,29</u>	<b><math>0,11 \pm 0,03</math></b> <b><u>0,03 ... 0,29</u></b>	$0,09 \pm 0,01$ <u>0,01..0,22</u>	$0,07 \pm 0,02$ <u>0,01..0,16</u>
Ca, %	$15,0 \pm 2,84$ <u>9,65...20,4</u>	<b><math>16,8 \pm 1,06</math></b> <b><u>11,6 ... 19,9</u></b>	$16,2 \pm 0,71$ <u>11,6..20,4</u>	$13,8 \pm 0,77$ <u>9,65..16</u>
Sc, г/т	$0,45 \pm 0,31$ <u>0,10...1,54</u>	<b><math>0,57 \pm 0,15</math></b> <b><u>0,13 ... 1,54</u></b>	$0,43 \pm 0,06$ <u>0,13..0,94</u>	$0,33 \pm 0,09$ <u>0,10..0,81</u>
Cr, %	$1,75 \pm 0,34$ <u>0,16..6,30</u>	<b><math>2,86 \pm 0,79</math></b> <b><u>0,35..6,30</u></b>	$1,34 \pm 0,41$ <u>0,016..4,43</u>	$1,15 \pm 0,55$ <u>0,35..4,01</u>
Fe, %	$0,19 \pm 0,13$ <u>0,02...0,56</u>	<b><math>0,24 \pm 0,06</math></b> <b><u>0,05..0,56</u></b>	$0,20 \pm 0,02$ <u>0,02..0,38</u>	$0,13 \pm 0,04$ <u>0,02..0,23</u>
Co, г/т	$8,87 \pm 5,94$ <u>2,56 ... 30,1</u>	$7,99 \pm 1,22$ <u>2,56..13,2</u>	$8,95 \pm 1,50$ <u>2,75..18,3</u>	<b><math>9,82 \pm 3,43</math></b> <b><u>4,25..30,1</u></b>
Zn, %	$19,8 \pm 9,44$ <u>4,27 ... 38,9</u>	$20,3 \pm 1,92$ <u>12,4..29,4</u>	$18,1 \pm 2,26$ <u>5,61..36,0</u>	<b><math>22,6 \pm 5,55</math></b> <b><u>4,27..38,9</u></b>
As, г/т	$0,65 \pm 0,16$ <u>0,20..4,37</u>	<b><math>1,11 \pm 0,46</math></b> <b><u>0,20..4,37</u></b>	$0,59 \pm 0,48$ <u>0,20..1,55</u>	$0,20 \pm 0,00$ <u>0,20..0,20</u>
Вr, г/т	$77,4 \pm 19,7$ <u>3,96 ... 537</u>	$88,1 \pm 28,7$ <u>8,29..279</u>	$38,0 \pm 8,38$ <u>3,96..102</u>	<b><math>143 \pm 71,4</math></b> <b><u>17,4..537</u></b>
Rb, г/т	$34,2 \pm 14,8$ <u>10,3 ... 74,3</u>	<b><math>46,6 \pm 4,95</math></b> <b><u>25,7..74,3</u></b>	$29,5 \pm 3,47$ <u>15,1..53,7</u>	$27,5 \pm 3,17$ <u>10,3..33,1</u>
Sr, %	$16,1 \pm 4,19$ <u>8,25 ... 26,6</u>	<b><math>19,1 \pm 0,49</math></b> <b><u>17,0..21,5</u></b>	$14,6 \pm 1,09$ <u>8,25..21,1</u>	$15,4 \pm 1,96$ <u>11,0..26,6</u>
Sb, г/т	$0,46 \pm 0,41$ <u>0,02 ... 1,36</u>	<b><math>0,60 \pm 0,17</math></b> <b><u>0,02..1,36</u></b>	$0,45 \pm 0,10$ <u>0,02..1,31</u>	$0,29 \pm 0,12$ <u>0,02..0,90</u>

1	2	3	4	5
Cs, г/т	$0,84 \pm 0,60$ <u>0,03 ... 2,41</u>	$1,27 \pm 0,24$ <u>0,44.. 2,41</u>	$0,68 \pm 0,13$ <u>0,08..1,92</u>	$0,63 \pm 0,13$ <u>0,03..1,06</u>
Ba,%	$2,37 \pm 1,31$ <u>0,96 ... 6,09</u>	$2,51 \pm 0,55$ <u>101.. 586</u>	$2,37 \pm 0,32$ <u>0,96..6,09</u>	$2,18 \pm 0,45$ <u>1,09..4,57</u>
La, г/т	$4,45 \pm 3,45$ <u>0,77..13,4</u>	$5,82 \pm 1,52$ <u>1,09.. 13,4</u>	$3,65 \pm 0,77$ <u>0,77..11,0</u>	$4,29 \pm 1,03$ <u>2,02..9,91</u>
Hf, г/т	$0,32 \pm 0,25$ <u>0,02..1,19</u>	$0,41 \pm 0,12$ <u>0,07.. 1,19</u>	$0,30 \pm 0,05$ <u>0,02..0,64</u>	$0,22 \pm 0,07$ <u>0,03..0,58</u>
Ta, г/т	$0,02 \pm 0,01$ <u>0,01..0,18</u>	$0,03 \pm 0,02$ <u>0,01.. 0,18</u>	$0,01 \pm 0,01$ <u>0,01..0,04</u>	$0,03 \pm 0,01$ <u>0,01..0,10</u>
Au, г/т	$0,01 \pm 0,001$ <u>0,001..0,002</u>	$0,005 \pm 0,001$ <u>0,001..0,013</u>	$0,007 \pm 0,003$ <u>0,001.. 0,048</u>	$0,003 \pm 0,0004$ <u>0,002..0,004</u>
Ce, г/т	$6,99 \pm 5,08$ <u>1,14..19,7</u>	$9,04 \pm 2,14$ <u>1,92.. 19,7</u>	$6,62 \pm 1,18$ <u>2,10..15,8</u>	$5,07 \pm 1,53$ <u>1,14..13,4</u>
Nd, г/т	$2,90 \pm 0,53$ <u>0,15..11,85</u>	$3,43 \pm 1,09$ <u>0,45..9,64</u>	$2,17 \pm 1,80$ <u>0,15..5,25</u>	$3,67 \pm 1,55$ <u>0,45.. 11,85</u>
Sm, г/т	$0,70 \pm 0,68$ <u>0,02..2,40</u>	$1,00 \pm 0,28$ <u>0,22.. 2,40</u>	$0,53 \pm 0,14$ <u>0,02..1,87</u>	$0,66 \pm 0,26$ <u>0,02..1,79</u>
Eu, г/т	$0,11 \pm 0,08$ <u>0,004 ... 0,32</u>	$0,14 \pm 0,14$ <u>0,02.. 0,32</u>	$0,09 \pm 0,02$ <u>0,003..0,19</u>	$0,11 \pm 0,03$ <u>0,06..0,25</u>
Tb, г/т	$0,05 \pm 0,01$ <u>0,01..0,30</u>	$0,07 \pm 0,03$ <u>0,01.. 0,30</u>	$0,05 \pm 0,05$ <u>0,01..0,16</u>	$0,03 \pm 0,02$ <u>0,01..0,14</u>
Yb, г/т	$0,15 \pm 0,11$ <u>0,03 ... 0,56</u>	$0,21 \pm 0,05$ <u>0,04.. 0,56</u>	$0,14 \pm 0,02$ <u>0,03..0,32</u>	$0,12 \pm 0,02$ <u>0,03..0,18</u>
Lu, г/т	$0,02 \pm 0,02$ <u>0,003 ... 0,08</u>	$0,03 \pm 0,01$ <u>0,01.. 0,08</u>	$0,02 \pm 0,004$ <u>0,003..0,06</u>	$0,02 \pm 0,01$ <u>0,01..0,05</u>
Th, г/т	$0,85 \pm 0,60$ <u>0,15 ... 3,18</u>	$1,11 \pm 0,31$ <u>0,26.. 3,18</u>	$0,82 \pm 0,1$ <u>0,25..1,38</u>	$0,56 \pm 0,13$ <u>0,15..1,14</u>
U, г/т	$0,56 \pm 0,57$ <u>0,01 ... 2,26</u>	$0,41 \pm 0,14$ <u>0,05..1,10</u>	$0,54 \pm 0,13$ <u>0,01..1,61</u>	$0,78 \pm 0,31$ <u>0,05.. 2,26</u>

Примечание. В числителе указано среднее арифметическое содержание химического элемента и стандартное отклонение в знаменателе - минимальное и максимальное содержание.

Для территории города в целом и для каждой функциональной зоны составлены геохимические ряды по коэффициенту концентрации химических элементов (табл. 9, 10).

Коэффициенты концентраций для города в целом нормировались к средним значениям содержания элементов в золе листьев тополя урбанизированных территорий [28] и после этого составлены ранжированные ряды химических элементов (табл. 8).

Таблица 9 – Ранжированные ряды химических элементов по коэффициенту концентрации в золе листьев тополя г. Чита

Геохимический ряд										
<b>Cs</b>	<b>Sm</b>	<b>Ce</b>	<b>Th</b>	<b>Eu</b>	<b>La</b>	<b>Lu</b>	<b>Hf</b>	U	Zn	Yb
<b>3,4</b>	<b>3,4</b>	<b>3,0</b>	<b>2,8</b>	<b>2,8</b>	<b>2,6</b>	<b>2,4</b>	<b>2,3</b>	1,9	1,8	1,7
Br	Ba	Sr	Ca	Sb	Fe	Rb	Co	Sc	Na	
1,6	1,6	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,5	

Ранжирование коэффициентов концентраций химических элементов в листьях тополя в общей выборке по городу показало, что они накапливают, в большей степени, цезий, самарий, церий, затем торий, европий, лантан, лютеций, гафний, уран, цинк, иттербий, бром, барий, стронций, кальций, сурьма, железо, рубидий, кобальт, скандий и самый низкий коэффициент концентрации - у натрия.

Геохимическая специализация г. Чита соответствует отдельными ведущими элементам в геохимическом ряде гг. Краснокаменск (юго-восток Забайкальского края)  $U_{6,5} > Cs_{4,9} > Th_{3,1}$  и Благовещенск (юг Амурской области) –  $Nd_{3,9} > Ce_{3,8} > La_{3,7} > Tb_{3,7} > Sm_{3,6} > Lu_{3,3} > Eu_{3,3} > Th_{3,3} > Ta_{3,2}$  [8]. Особенности химизма листьев тополей в этих городах определяются, преимущественно, природным фактором «петрофонда», а также спецификой действующих на их территориях предприятий.

Повышенные концентрации Cs, Sm, Ce, вероятно, отражают металлогеническую специализацию территории Восточного Забайкалья [19].

Геохимические ряды элементов промышленных, жилых и рекреационных зон города построены относительно средних их содержаний по г. Чита (табл.10).

Таблица 10 – Ранжированные ряды химических элементов по коэффициенту концентрации в золе листьев тополя по функциональным зонам

	Геохимический ряд										
Промышленные зоны	<b>Sb</b> 2,0	<b>U</b> 1,8	<b>Br</b> 1,7	<b>Hf</b> 1,4	<b>Sm</b> 1,4	La 1,4	Fe 1,4	Eu 1,4	Th 1,3	Yb 1,3	Na 1,3
	Ce 1,3	Sc 1,3	Lu 1,2	Cs 1,2	Ba 1,2	Co 1,1	Rb 1,0	Zn 1,0	Ca 1,0	Sr 1,0	
Жилые зоны	<b>Sm</b> 1,7	<b>U</b> 1,6	<b>Sb</b> 1,6	<b>Br</b> 1,5	<b>Lu</b> 1,5	Eu 1,4	Cs 1,3	Yb 1,3	La 1,3	Hf 1,3	Na 1,2
	Ce 1,2	Co 1,2	Fe 1,2	Sc 1,1	Th 1,1	Zn 1,1	Ba 1,1	Rb 1,1	Sr 1,0	Ca 1,0	
Рекреационные зоны	<b>Sm</b> 2,6	<b>U</b> 2,4	<b>Br</b> 1,9	<b>Sb</b> 1,8	<b>Fe</b> 1,5	Hf 1,5	Cs 1,3	Lu 1,3	Zn 1,3	Ce 1,3	Co 1,3
	Sc 1,2	Th 1,2	Eu 1,2	Yb 1,2	La 1,1	Ba 1,1	Rb 1,1	Sr 1,0	Ca 1,0	Na 0,003	

Во всех функциональных зонах преимущественно накапливаются одинаковые элементы: самарий, сурьма, уран и бром.

На карту территории г. Чита нанесены изолинии, соответствующие содержанию элементов в листьях тополя бальзамического.

Максимальные концентрации Fe, Lu, Na, Sb в листьях тополя отмечаются преимущественно в Черновском районе, северо-западной части города, в промышленной зоне (точки опробования 6-3), в Железнодорожном районе, центральной части города, в промышленной и жилой зонах (точки опробования 5-5 и 3-4, соответственно) и в Ингондинском районе, юго-восточной части города, в промышленной (точки опробования 3-8, 2-7), рекреационной (4-8) и жилой (2-8) зонах (рис. 13). Повышение содержания этих элементов в пробах, в основном, можно объяснить расположением промышленных объектов: вблизи точек 2-7, 3-8 расположены ТЭЦ-2 и силикатный завод, рядом с 5-5 - машиностроительный завод. На точку 6-3

вероятнее всего, действует юго-западный перенос воздушных масс со стороны ТЭЦ-1.

Повышение содержания Fe, Sb, Lu в пробах в рекреационной (4-8), и жилых (2-8, 3-4) зонах Ингондинского района, вероятно, связано с природными факторами.

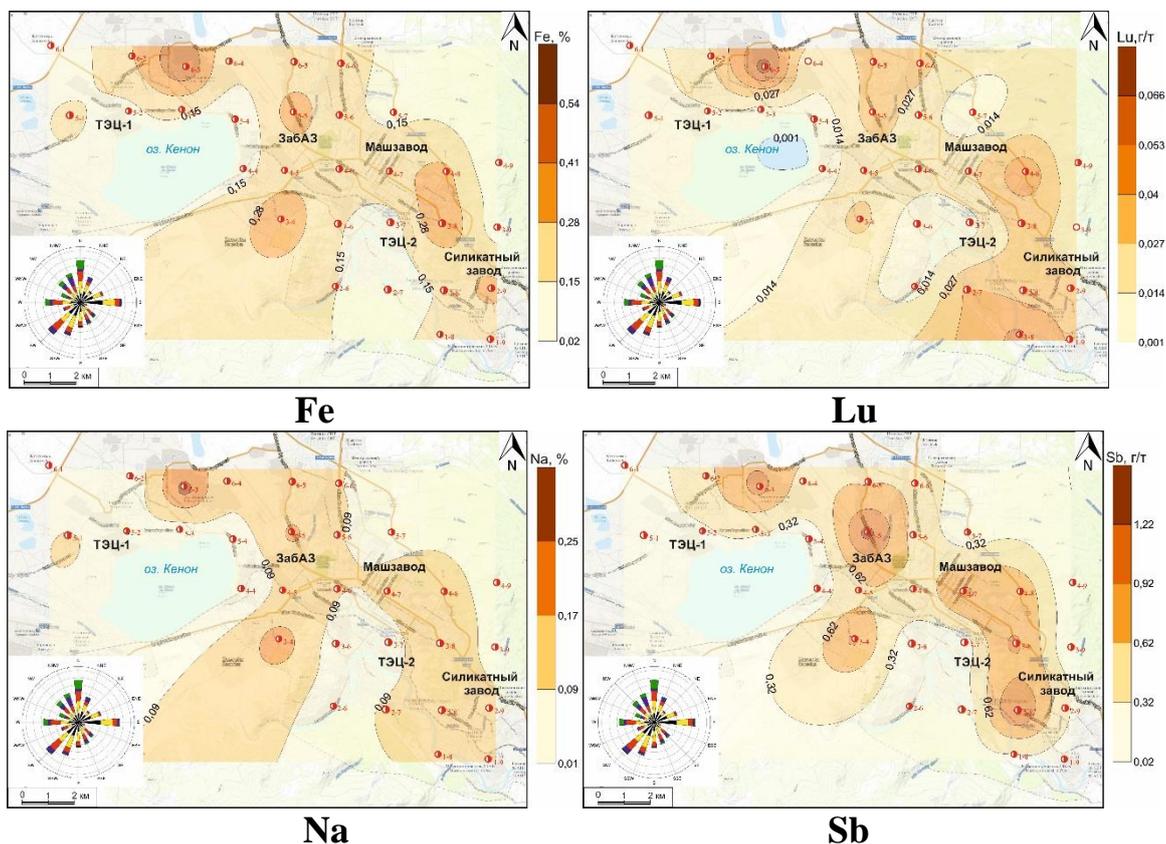


Рисунок 13 – Содержание элементов Fe, Lu, Na, Sb (г/т, %) в листьях тополя бальзамического и их распределение на территории г. Чита. На врезке – роза ветров г. Чита, летний период 2014г. Сила ветра, м/с: >5 – ■, 4 – ■, 3 – ■, 2 – ■, 1 – ■

На ТЭЦ-1 в качестве основного вида топлива используются уголь и мазут, которые в структуре топливного баланса составляют 95 % и 5 %, соответственно [49]. Читинская ТЭЦ-1 использует две марки бурого угля: харанорский и татауровский Харанорского и Восточного угольных разрезов. На Читинской ТЭЦ-2 сжигается преимущественно харанорский бурый уголь. Концентрация редкоземельных элементов в зольных уносах, образующихся

от сжигания углей Харанорского месторождения, составляет, г/т: Zr, La, V, Y, Sm, Sc, Ga, Nd, Be, Dy, Yb, Ho, Lu [16]. Распределение микроэлементов в зольных уносах по порогу токсичности (ПТ), образующихся от сжигания смеси харанорских, татауровских углей на ТЭЦ-1: превышение ПТ по V, Cd, приближен к ПТ: Mn – на 60-100 %, Pb – на 50-60 %, Yb, Co, Cu, Mo, Nb, Se, Sc, Sr, Zn – менее 50% [17]. Распределение микроэлементов в зольных уносах по порогу токсичности (ПТ), образующихся от сжигания харанорских углей на ТЭЦ-2: превышение ПТ по Mn. Приближен к ПТ: As – на 60-70 %, Ni – на 50-60% и менее 50% - Bi, Y, Yb, Mo, Rb, Se, Ag, Co, Sc.

Повышенное содержание Ca, Zn в листьях тополя наблюдается во многих точках опробования: в северо-западной (6-1, 6-2, 6-3, 5-1, 5-2, 5-3), северо-восточной (6-6, 5-5, 5-6, 4-5, 4-6), юго-восточной (1-9, 2-8) частях города (рис.14).

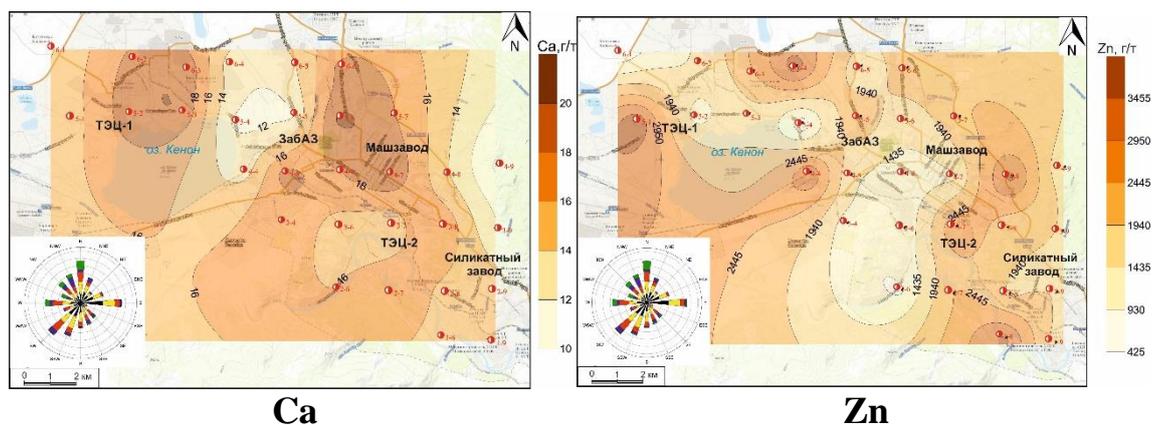


Рисунок 14 – Содержание элементов Ca, % и Zn, г/т в листьях тополя бальзамического и их распределение на территории г. Чита.

Условные обозначения см. рис. 10.

Накопление Ca и Zn связано с геохимической специализацией карбонатных отложений природных пресных вод, развитых на территории Байкальского региона [23]. Так же эта группа элементов относится к биологическим элементам, необходимым для жизнеобеспечения живых

организмов, что является одним из факторов повышенных концентраций в листьях тополя на всей территории города [15].

В Ингодинском районе фиксируется ореол повышения концентрации  $Co$  в восточной части города в рекреационной зоне (рис.15).

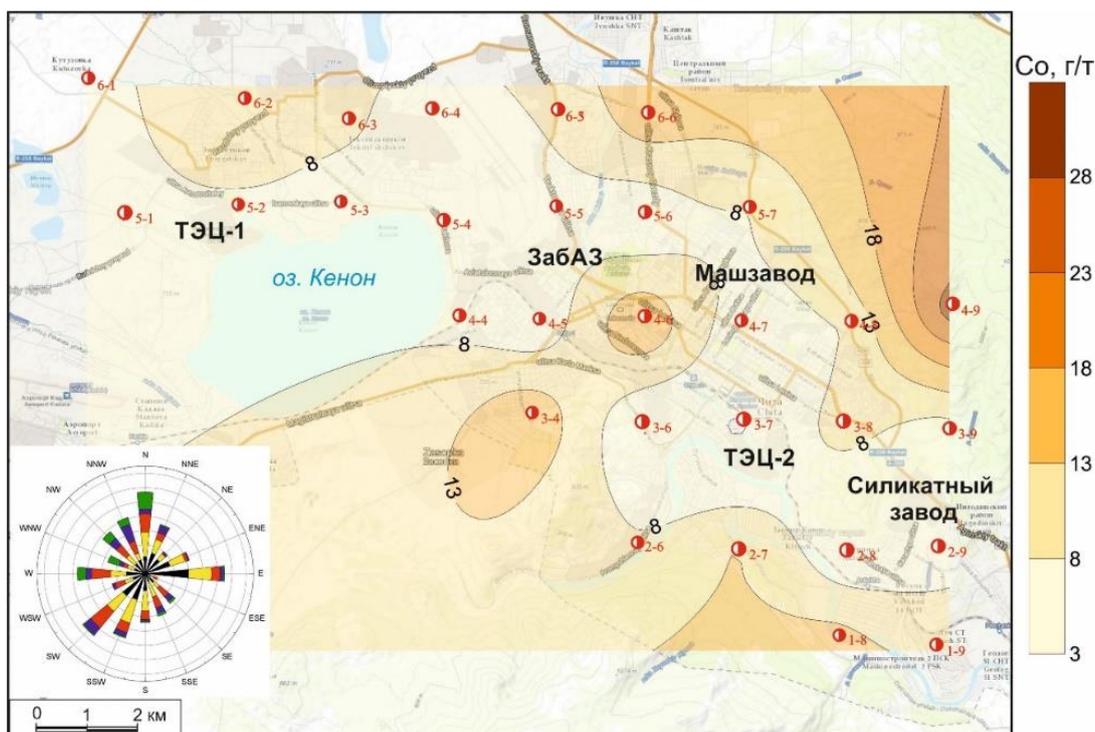


Рисунок 15 – Содержание элемента  $Co$ , г/т в листьях тополя бальзамического и их распределение на территории г. Чита.

Условные обозначения см. рис. 10.

Вероятнее всего, образование ореола  $Co$  связано с юго-восточным переносом воздушных масс со стороны ТЭЦ-2.

Максимальные концентрации  $Th$ ,  $Hf$ ,  $Cs$  в листьях тополя отмечаются преимущественно в Черновском районе, северо-западной части города, в промышленной зоне (рис. 16).

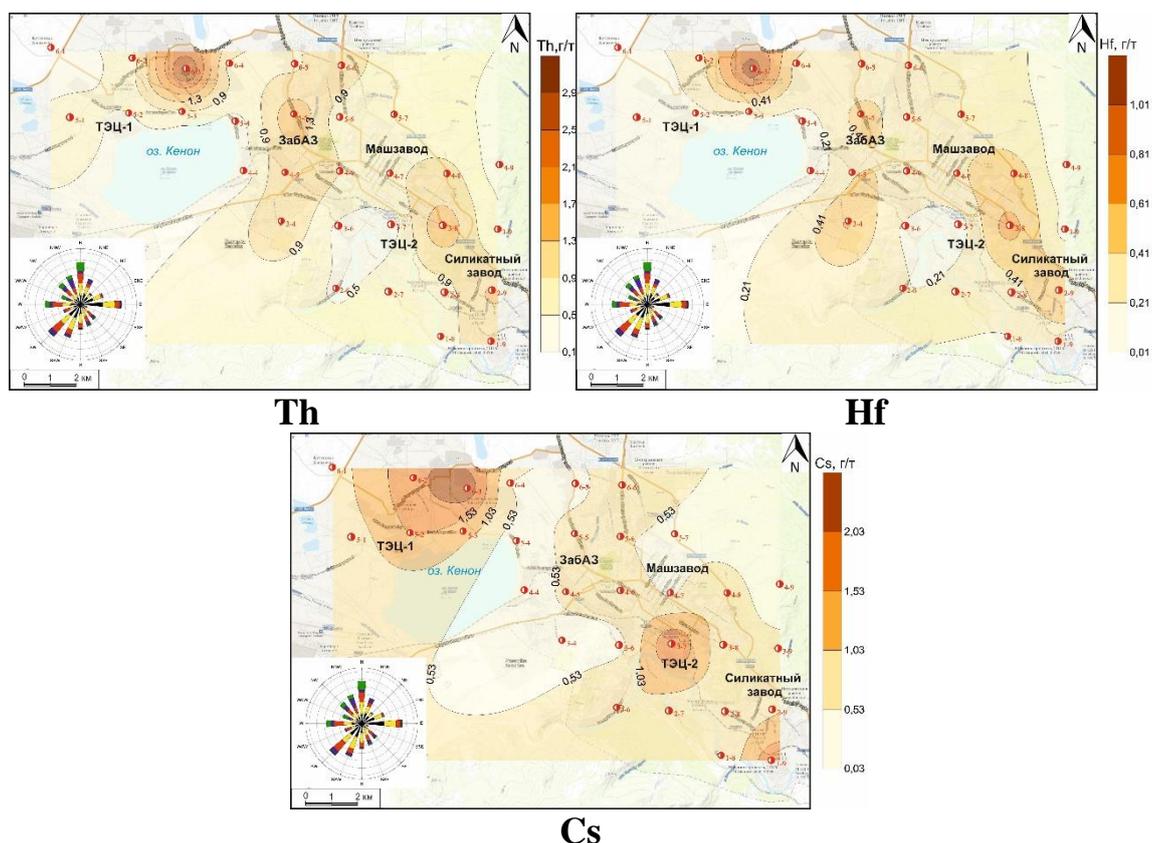


Рисунок 16 – Содержание элементов Th, Hf, Cs (г/т) в листьях тополя бальзамического и их распределение на территории г. Чита. Условные обозначения см. рис. 10.

Вероятно, образование этих ореолов находится под влиянием юго-западного переноса воздушных масс со стороны ТЭЦ-1. Повышенные концентрации Hf на востоке города в Ингондинском районе, возможно, связаны с воздействием силикатного завода [15].

Рассеянные (Sc) и редкоземельные элементы Sc, La, Ce, Sm, Eu, Yb преимущественно накапливаются на северо-востоке города в промышленной зоне Черновского района и на юго-востоке города в жилой зоне Ингондинского района (рис.17).

Появление этих ореолов, вероятнее всего, связано с влиянием предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭЦ-1, ТЭЦ-2).

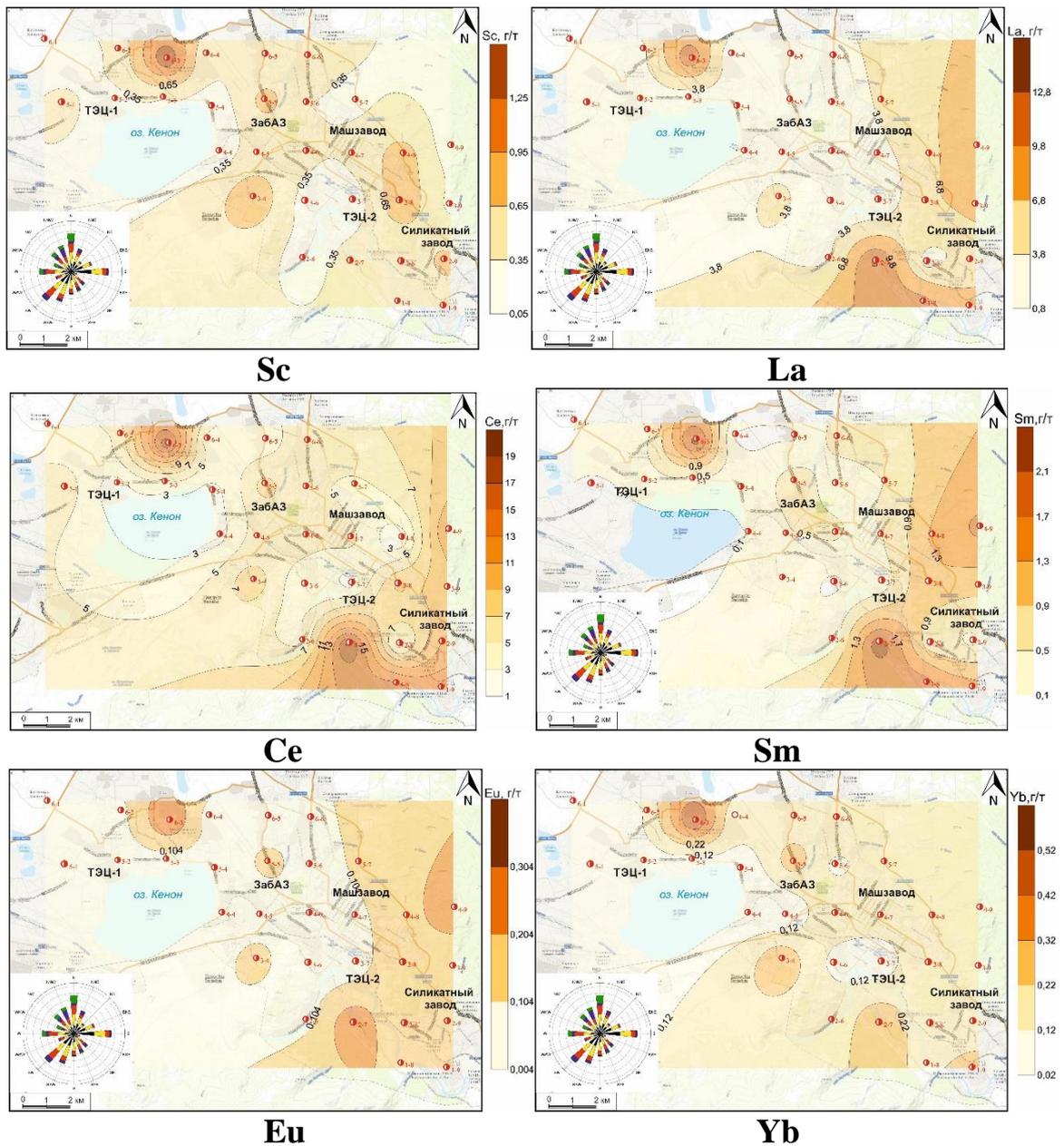


Рисунок 17 – Содержание элементов Cs, La, Ce, Sm, Eu, Yb (г/т) в листьях тополя бальзамического и их распределение на территории г. Чита.

Условные обозначения см. рис. 10.

Максимальные концентрации  $U$  в листьях тополя отмечаются преимущественно в Черновском районе, северо-западной части города, в рекреационной зоне, вблизи ТЭЦ-1 (рис. 18).

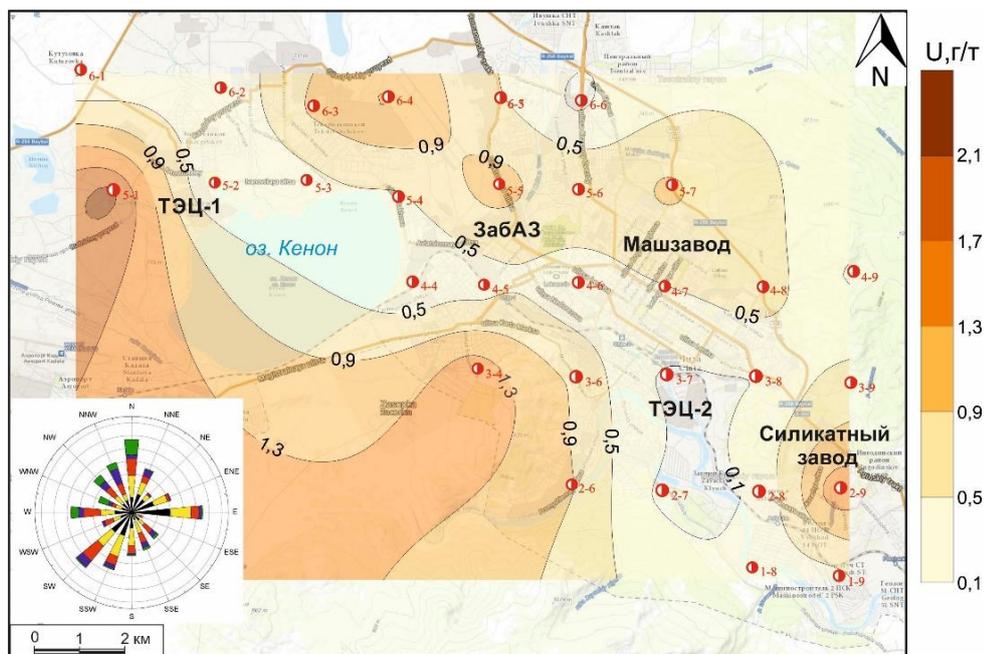


Рисунок 18 – Содержание элементов U, г/т в листьях тополя бальзамического и их распределение на территории г. Чита.

Условные обозначения см. рис. 10.

В северо-западной части города и в восточной части города выявлено два ореола повышенного содержания Вг: в промышленной зоне Черновского района и в рекреационной зоне Ингондинского района (рис. 19).

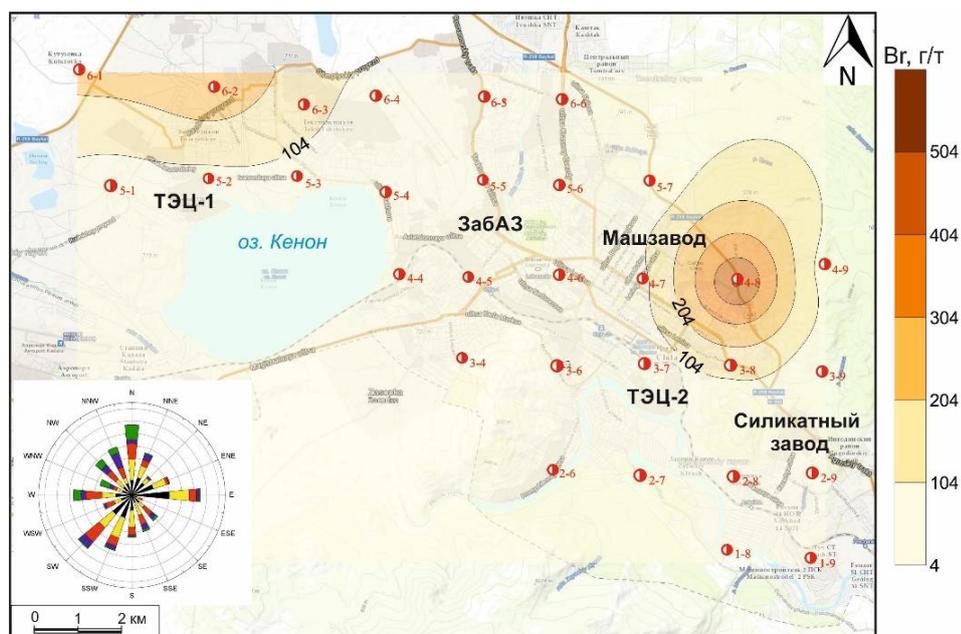


Рисунок 19 – Содержание элемента Вг, г/т в листьях тополя бальзамического и его распределение на территории г. Чита.

Условные обозначения см. рис. 10.

В промышленной зоне повышение концентрации Вг отмечается в зоне влияния ТЭЦ-1 и на границе рекреационной зоны в зоне влияния ТЭЦ-2 и машзавода.

Таким образом, особенности химизма листьев тополя бальзамического, произрастающего в различных функциональных зонах городской территории, имеют различную геохимическую специфику. В промышленных зонах отмечается повышенное содержание Na, Sc, Rb, Cs, La, Hf, Ce, Sm, Eu, Yb, Th, в жилых зонах – Na, Co, Sb, Th, U, в рекреационных зонах – Co, Zn, Br, U. Содержание Sr, Ba, Lu, примерно, равномерное в листьях деревьев, растущих по всему городу.

#### 4.2 Результаты атомно-абсорбционного анализа ртути

Результаты атомно-абсорбционного анализа ртути в 30 пробах сухого вещества листьев тополя представлены в виде таблицы статистических параметров (табл. 11).

Таблица 11 – Статистические параметры содержания ртути в листьях тополя бальзамического в г. Чита, нг/г

Среднее арифметическое	18,3	Стандартная ошибка среднего	0,9
Геометрическое среднее	17,6	Коэффициент вариации, %	28
Медиана	17,7	Стандартное отклонение	5,1
Минимум	11,4	Максимум	29,8

По значению коэффициента вариации ртути (28%) в листьях тополя определяется однородная выборка. Рассчитанное среднее содержание ртути в пробах листьев тополя, отобранных в 2014г. в г. Чита, составляет 18,3 нг/г; в 2009г. среднее значение составляло 28 нг/г [3]. Суммарное среднее значение содержания ртути в пробах по городам Сибири и Дальнего Востока в 2015 году составляло 25 нг/г [25], в почвах, расположенных на трех участках в г. Чита, с разной антропогенной нагрузкой (участок-1 – интенсивная антропогенная нагрузка, участок-2 – средняя антропогенная нагрузка,

участок-3 – низкая антропогенная нагрузка) среднее содержание ртути в 2009г. было 48 нг/г [3].

По данным содержания ртути в листьях тополя построена карта, показывающая пространственное распределение элемента в пределах города (рис 20).

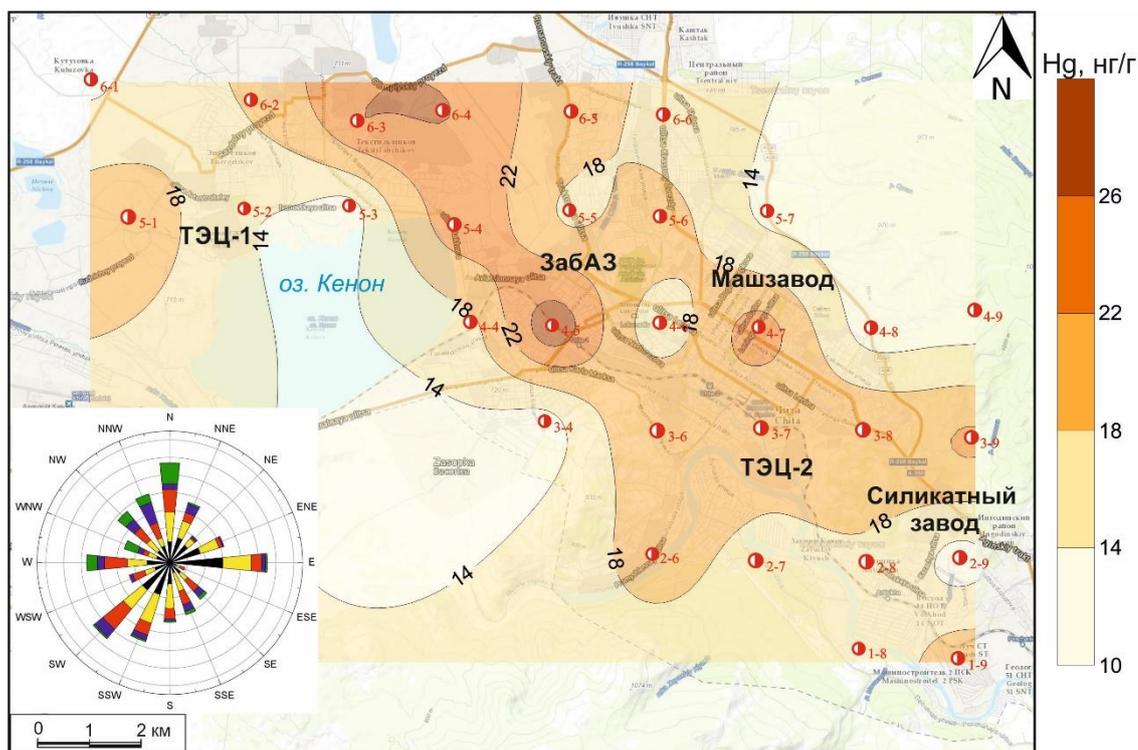


Рисунок 20 – Содержание элемента Hg, нг/г в листьях тополя бальзамического и его распределение на территории г. Чита.

Условные обозначения см. на рис. 10.

С северо - северо-запада на юго-восток города через промышленные зоны города протягивается ореол распределения содержания ртути (рис. 20). При этом максимальные концентрации ртути в листьях тополя отмечаются преимущественно в северо-западной части города промышленной и рекреационной зонах Черновского и Железнодорожного районов и в центральной части города в жилой зоне Железнодорожного района.

Ореол распределения содержания ртути на северо-западе города в рекреационной зоне Черновского района объясняется расположенной поблизости городской свалкой.

Накопление ртути в листьях, очевидно, обусловлено техногенными факторами: ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, автомобильный завод, машиностроительный завод и силикатный завод. В 2014 г. содержание ртути в листьях тополя, по сравнению с 2009г., снизилось, и значение не превышает среднего показателя для городов Сибири и Дальнего Востока 25 нг/г.

#### 4.3 Интегральная биогеохимическая оценка территории г. Чита

Для проведения интегральной оценки концентраций химических элементов в листьях тополя бальзамического г. Чита последовательно рассчитывались коэффициенты концентрации ( $\geq 1$ ) для каждой точки опробования, которые затем делились на суммарное число коэффициентов. В расчетах использовались данные содержания 21 элемента (Na, Ca, Sc, Fe, Co, Zn, Br, Rb, Sr, Sb, Cs, Ba, La, Hf, Ce, Sm, Eu, Yb, Lu, Th, U) в золе листьев тополя бальзамического г. Чита по результатам инструментального нейтронно-активационного анализа (табл. 12).

Таблица 12 – Значения аддитивных показателей элементов в листьях тополя, г. Чита, 2014г.

№ пробы	Adi	№ пробы	Adi
ЧТ-1/8	2,01	ЧТ-4/8	2,35
ЧТ-1/9	1,76	ЧТ-4/9	2,69
ЧТ-2/6	1,38	ЧТ-5/1	1,67
ЧТ-2/7	2,22	ЧТ-5/2	1,39
ЧТ-2/8	1,31	ЧТ-5/3	1,22
ЧТ-2/9	1,59	ЧТ-5/4	1,32
ЧТ-3/4	2,07	ЧТ-5/5	1,73
ЧТ-3/6	1,28	ЧТ-5/6	1,37
ЧТ-3/7	1,81	ЧТ-5/7	1,12
ЧТ-3/8	1,86	ЧТ-6/1	1,90
ЧТ-3/9	1,75	ЧТ-6/2	1,67
ЧТ-4/4	1,47	ЧТ-6/3	2,94
ЧТ-4/5	1,23	ЧТ-6/4	1,49
ЧТ-4/6	1,22	ЧТ-6/5	1,32
ЧТ-4/7	1,25	ЧТ-6/6	1,27

На основе рассчитанных значений построена карта изолиний, отражающая пространственное распределение аддитивных показателей (рис. 21).

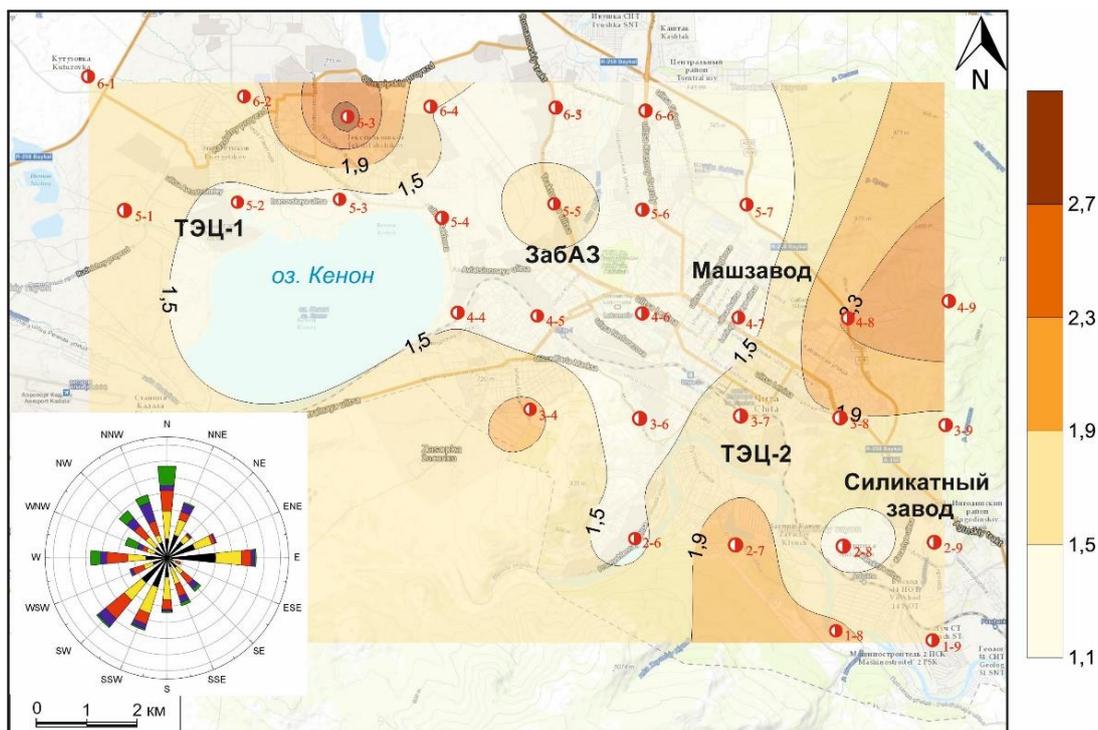


Рисунок 21 – Пространственное распределение аддитивных показателей концентрации 21 химического элемента в листьях тополя г.Чита. Условные обозначения см. рис. 10.

Ореол с максимальной концентрацией 23 проанализированных химических элементов выявлен в северо-западной части города в промышленной зоне Черновского района. Также отмечается ореол с повышенным значением аддитивного показателя в восточной части города в рекреационной зоне Ингондинского района.

В северо-западной части города отмечаются повышенные содержания элементов Sc, Fe, Na, Sb, Eu, Lu, Ca, Zn, La, Ce, Sm, Th, Yb, Hf, Cs. Преимущественно накопление этих элементов связано с техногенным воздействием ТЭЦ-1 и находится под влиянием юго-западного переноса воздушных масс.

В восточной части города отмечаются повышенные содержания Co, Br, Sm, Eu, La, Lu, Sb, Ce. Накопление этих элементов определяется природной геохимической специализацией территории и находится под влиянием преобладающего западного переноса воздушных масс со стороны машзавода.

Таким образом, лабораторно-аналитическое исследование элементного состава листьев тополя бальзамического позволило провести интегральную биогеохимическую оценку, установить природные и антропогенные факторы, способствующие накоплению химических элементов, и определить геохимическую специализацию территории г. Чита.

В Черновском и Ингондинском административных районах города аддитивные показатели концентрации химических элементов в листьях тополя выше, чем в Центральном и Железнодорожном. Наибольшее содержание элементов сконцентрировано в промышленных (Sc, Fe, Na, Sb, Eu, Lu, Ca, Zn, La, Ce, Sm, Th, Yb, Hf, Cs) и рекреационной (Co, Br, Sm, Eu, La, Lu, Sb, Ce) функциональных зонах города. Повышенные концентрации ряда химических элементов возникают от наложенного эффекта природных и антропогенных факторов (приложение А).

Наибольший вклад в повышение концентрации ряда химических элементов и их соединений в листья тополя влияние вносят предприятия ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, а также котельные, городская свалка (техногенный фактор). Среди природных факторов, влияющих на элементный состав листьев, ведущими являются геохимическая (минерагеническая) специализация различных геологических образований, а также направление господствующих ветров Восточного Забайкалья.

## 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 5.1 Технико-экономическое обоснование продолжительности работ по проекту и объемы проектируемых работ

Цель данной выпускной квалификационной работы заключается в определении уровней накопления и характера распределения химических элементов в золе листьев тополя для оценки эколого-геохимического состояния территории г. Чита, Забайкальского края. Для этого необходимо произвести следующие виды работ, которые выполняются последовательно: полевые, лабораторные и камеральные (табл. 13). В данном разделе выпускной квалификационной работы рассматривается «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» по изучению элементного состава листьев тополя бальзамического. На основании технического плана рассчитываются затраты времени и труда.

Таблица 13 – Виды и объемы проектируемых работ (технический план)

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм	Кол-во		
1	Полевые работы	проба	30	Отбор проб листьев тополя бальзамического	Бумажные (карфт) пакеты, ручка
2	Проведение маршрута	км	58	Проведение маршрута	
3	Лабораторные работы	проба	30	Пробоподготовка материала	
		проба	30	Определение химических элементов	Исследовательский ядерный реактор
4	Камеральные работы	отчет	1	Обработка данных, анализ материала	ПЭВМ

*1. Полевые работы.* Содержание работ: отбор проб, этикетирование и упаковка проб, регистрация проб в журнале. Масса биогеохимической пробы

составляет 100-200г сырого вещества. С одного вида дерева отбирают по 20-25 листьев в каждом пункте наблюдения.

2. *Лабораторные работы.* Этот этап работ включает подготовку проб к дальнейшему изучению, которая подразумевает следующие этапы: очистка от посторонних частиц, просушивание при комнатной температуре, мелкое ручное измельчение, взвешивание перед озолением, озоление, взвешивание после озоления. Далее пробы подготавливаются для инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА), который выполняется подрядчиками в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета. Подготовка проб для ИНАА заключается в изготовлении пакетиков из фольги размером 3\*3 см и упаковке 100 мг вещества в пакетики.

3. *Камеральные работы.* Камеральная обработка материалов включает: сбор и систематизацию информации об изучаемой территории; дополнительный сбор исходных данных и их систематизацию в послеполевой период; собственно, камеральную обработку материалов; составление графиков и построение карт; машинописные и чертежно-оформительские работы.

#### 5.2 Расчёт затрат времени и труда по видам работ

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы из ССН-93 выпуск 2 «Геоэкологические работы». Из справочника взяты следующие данные: нормы времени, коэффициент к норме. Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$N = Q * H_{ep} * K,$$

где:  $N$ -затрата времени,  $Q$  –объем работ,  $H_{ep}$  – норма времени из справочника сметных норм,  $K$ - коэффициент за ненормализованные условия. Результаты расчетов затрат и труда представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет затрат и труда

№	Вид работ	Объем		Норма времени, Н	Коэф-т, К	Нормативный документ	Итого времени на объем
		Ед. изм.	Кол-во, Q				
1	Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом	проб	30	0,0448	1	ССН, вып. 2, табл. 41	1,344
2	Проведение маршрутов	км	58	0,101	1	ССН, вып. 2, табл. 44	5,858
3	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (без использования ЭВМ)	проб	30	0,0136	1	ССН, вып. 2, табл.59	0,408
4	Камеральные работы, обработка материалов ЭГР (с использованием ЭВМ)	проб	30	0,0337	1	ССН, вып. 2, табл. 61	1,011
<b>Итого</b>							8,621

Результаты расчетов затрат времени по сотрудникам представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Затраты времени по сотрудникам

№	Вид работ	Т общ	Геоэколог	Рабочий
1	Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом	2,688	1,344	1,344
2	Проведение маршрута	11,716	5,858	5,858
3	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (без использования ЭВМ)	0,408	0,408	-
4	Камеральные работы, обработка материалов ЭГР (с использованием ЭВМ)	1,011	1,011	-
	<b>Итого</b>	15,823	8,621	7,202

### 5.3 Расчет затрат на материалы для научно-исследовательской работы

Нормы расхода материалов определяются согласно СН, вып. 2 «Геоэкологические работы». Расчет затрат материалов для камерального периода осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества. Результаты расчёта представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Расход материалов на проведение исследований

Наименование и характеристика изделия	Ед. изм.	Количество	Цена, руб.	Сумма, руб.
Блокнот малого размера	50	1	50	50
Фломастер	50	2	50	100
Карандаш простой	15	2	15	30
Ручка шариковая (без стержня)	50	1	50	50
Стержень для ручки шариковой	10	3	10	30
Папка для бумаг	20	2	20	40
Резинка ученическая	10	1	10	10
Линейка чертежная	50	1	50	50
<b>Итого</b>				360

### 5.4 Расчет затрат на оплату труда

Оплата труда зависит от оклада и количества отработанного времени, при расчете учитываются премиальные начисления и районный коэффициент. Так формируется фонд оплаты труда. С учетом дополнительной заработной платы формируется фонд заработной платы. Итоговая сумма, необходимая для оплаты труда всех работников, составляется при учете страховых взносов, затрат на материалы, амортизацию оборудования, командировок и резерва. Расчет оплаты труда представлен в таблице 18.

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$ЗП = \text{Окл} * Т * К,$$

где ЗП - заработная плата, Т - отработано дней (дни, часы), Окл - оклад (руб.), К - коэффициент районный.

$$\text{ДЗП} = ЗП * 7,9\%,$$

где ДЗП - дополнительная заработная плата (%).

$$\text{ФЗП} = \text{ЗП} + \text{ДЗП},$$

где ФЗП - фонд заработной платы (руб.).

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

Таблица 17 – Расчет оплаты труда

Наименование расходов		Един. измер.	Затраты труда	Дневная ставка, руб	Индекс удорожания	Сумма основных расходов
Основная заработная плата:						
геоэколог	1	чел-см	8,621	692	1,000	5965,73
рабочий	1	чел-см	7,202	360	1,000	2592,72
Итого:	2		15,823			8558,45
Дополнительная зарплата	7,9%					676
Итого с р.к.	1,4					12928,23
Страховые взносы	30%					3601,44
<b>Итого основных расходов</b>						<b>16529,67</b>

### 5.5 Расчет амортизационных отчислений

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов, и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Расчет амортизационных отчислений представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Кол - во	Балансовая стоимость, руб	Годовая норма амортизации, %	Время полезного использования, %	Сумма амортизации за год, руб	Сумма амортизации за месяц, руб
Муфельная печь	1	200000	5	15	10000	833,33
<b>Итого</b>						<b>833,33</b>

### 5.6 Расчет затрат на подрядные работы

Элементный анализ производился подрядчиком методом ИНАА в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии на базе

исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета. Расчет затрат на подрядные работы представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Затраты на подрядные работы

№	Метод анализа	Кол-во проб	Стоимость, руб.	Итого
1	Инструментальный нейтронно-активационный анализ	30	2000	60000
<b>Итого</b>				<b>60000</b>

5.7 Общий расчет сметной стоимости научно-исследовательской работы

Общий расчет сметной стоимости оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов в этом документе служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ. Общий расчет сметной стоимости работ отображен в таблице 20.

Таблица 20 – Общий расчет сметной стоимости работ

№		Ед. изм.	Кол-во	Единичная расценка	Полная сметная стоимость, руб.
<b>I Основные расходы</b>					
1	Материальные затраты	360			
2	Затраты на оплату труда (со страх. взносами)	16529,67			
3	Амортизационные отчисления	833,33			
Итого основных расходов (ОР):		17363			
II Накладные расходы		%	10	От ОР	1679,96
<b>Итого основных и накладных расходов (ОР+НР):</b>		<b>19042,96</b>			
III Плановые накопления		%	15	от (НР+ОР)	2771,93
<b>IV Подрядные работы</b>		<b>60000</b>			
V Резерв		%	3	от ОР	503,99
Итого сметная стоимость					82318,88
НДС		%	18		14817,4
<b>Итого с учетом НДС:</b>					<b>97139,3</b>

Таким образом, стоимость полевых работ по оценке экологического состояния территории г. Чита по элементному составу листьев тополя бальзамического составила 97139,3 рубля с учетом НДС.

## 6. Социальная ответственность

Территорией исследования являлось г. Чита, расположенный в Забайкальском крае. В выпускной работе проанализировано 30 проб листьев тополя бальзамического.

Во время выполнения выпускной работы в кабинете с ЭВМ осуществлялись обработка результатов анализов проб, их систематизация; расчет геохимических показателей и их сравнительных характеристик; оформление итоговых данных в виде таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, а также набор текста на персональном компьютере.

В данной главе дипломной работы рассматриваются и анализируются вредные и опасные факторы производственной деятельности, возникающие при работе за персональным компьютером, с целью решения задач, связанных с обеспечением защиты от них на основе требований действующих нормативно-технических документов. Таким образом, в разделе рассмотрены камеральные этапы работы (таблица 21).

Таблица 21 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при исследовании проб листьев тополя бальзамического в рабочем помещении

Наименование запланированных видов работ и параметров производственного процесса	Факторы ГОСТ 12.0.003-74 (с изм. 1999г.)		Норматив. документы
	Опасные	Вредные	
Обработка информации на ЭВМ с жидкокристаллическим дисплеем (обработка данных, набор текста и т.д.).	1. Поражение электрическим током 2. Пожароопасность	1. Отклонение параметров микроклимата в помещении; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. Электромагнитное излучение; 4. Степень нервно-эмоционального напряжения. 5. Шум	СанПиН 2.2.4.548-96 [38]. ГОСТ 12.1.38-82 [34]. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [37]. ГОСТ 12.1.004-91 [32]. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [35].

## 6.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

Так как прямой контакт с исследуемыми пробами отсутствует и анализируются лишь данные результатов анализа, представленные в электронном виде, то будет рассматриваться лишь анализ вредных и опасных факторов которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований (пункт 2).

## 6.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.

Исследования проводятся на ЭВМ, имеющем следующие вредные факторы:

1. Отклонение параметров микроклимата в помещении
2. Электромагнитное излучение
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны
4. Степень нервно-эмоционального напряжения
5. Шум

### *1. Отклонение параметров микроклимата в помещении*

Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и надежность работы ЭВМ.

Компьютерная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. Отклонение показателей может оказывать негативное воздействие на организм, следствиями которого могут быть заражения болезнетворными микроорганизмами, пересыхания и растрескивания кожи слизистой, также заметно снижая работоспособность организма. Для подачи воздуха в помещение используются системы механической вентиляции и кондиционирования, а также естественная вентиляция (проветривание помещений), регулируется температура воздуха с помощью кондиционеров как тепловых, так и охлаждающих. В помещениях,

где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата (табл.22)

Таблица 22 – Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96) [38]

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактич. значение	Допустим. значение	Фактич. значение	Допустим. значение	Фактич. значение	Допустим. значение
Холод-й	1б	18-22	19-24	60-70	15-75	0,1	0,1-0,2
Теплый	1б	21-25	20-28	60-70	15-75	0,2	0,1-0,3

Для поддержания вышеуказанных параметров воздуха в помещениях с ЭВМ необходимо применять системы отопления и кондиционирования или эффективную приточно-вытяжную вентиляцию.

## 2. Электромагнитное излучение

Источниками электромагнитных полей на рабочем месте могут быть:

- видеодисплейный терминал – монитор, системный блок ПК,
- электрооборудование (электропроводка, сетевые фильтры, источники бесперебойного питания).

Переменное электромагнитное поле имеет электрическую и магнитную составляющие, поэтому контроль проводится отдельно по двум показателям:

- напряженность электрического поля (E), в В/м (Вольт-на-метр);
- индукция магнитного поля (B), в нТл (наноТесла).

Измерение и оценка этих параметров выполняется в двух частотных диапазонах:

- диапазон № I (от 5 Гц до 2 кГц);
- диапазон № II (от 2 кГц до 400 кГц).

Электростатическое поле характеризуется напряженностью электростатического поля (E), в кВ/м (килоВольт-на-метр).

Таблица 23 – Санитарные нормы параметров электромагнитных полей на рабочих местах по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [37]

Параметр	Частотный диапазон	Санитарная норма (не более)
Напряженность электрического поля (E)	5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Индукция магнитного поля (B)	5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля (E)	0 Гц	15 кВ/м
Фоновый уровень напряженности электрического поля промышленной частоты (E)	50 Гц	500 В/м
Фоновый уровень индукции магнитного поля промышленной частоты (B)	50 Гц	5 мкТл

При постоянной незащищенной работе с ПК происходит воздействие на такие чувствительные системы организма человека, как нервная, иммунная, эндокринная, и половая.

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

- для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранении здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см; также применяют экранирование [37].

### *3. Недостаточная освещенность рабочей зоны*

Выделяется три вида освещения, в зависимости от источника света: естественное, искусственное и совмещенное.

При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства.

При недостаточном освещении проявляется повышенная утомляемость, напрягается зрение, ухудшается настроение, ослабляется внимание, что в конечном итоге понижает работоспособность. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах.

Нормирование освещенности производится согласно СНиП 23-05-95 [40], 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.

Работы проводятся в аудитории с совмещенным освещением. Естественное освещение осуществляется через боковые окна. Общее искусственное освещение обеспечивается 15 светильниками, встроенными в потолок и расположенными в 5 рядов параллельно рядам столов с ЭВМ, что позволяет достичь равномерного освещения.

Таблица 24 – Норма освещенности рабочего места (СНиП 23-05-95) [40]

Тип помещения	Нормы освещенности, лк	
	Комбинированное	Общее
Машинный зал	750	400
Помещение для персонала, осуществ. техническое обслуживание ПЭВМ	750	400

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях использования ЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и для регулирования яркости окон могут быть применены занавеси, шторы, жалюзи.

#### *4. Степень нервно-эмоционального напряжения*

Проведение камеральных работ осуществляется длительным контактом на компьютере. Вследствие этого возникает нервно-эмоциональное напряжение, вызывающее резкую утомляемость, ухудшается зрение.

Для того, чтобы избежать утомляемости необходимо делать каждые 2 часа 15 минутные перерывы, а также желательно стараться более 4 часов не заниматься одной и той же работой, необходимо менять занятие и обстановку.

Расстояние от глаз до экрана компьютера должно быть не менее 60 см. Монитор должен быть расположен на уровне глаз [40].

### *5. Шум*

Источниками шума в компьютерной аудитории является работа вентилятора, охлаждающего системный блок и работа принтера, а также звук от эксплуатации автомобилей. Шум по-разному влияет на состояние здоровья людей. Повышенный уровень шума на рабочем месте может привести к головным болям, быстрой утомляемости, раздражительности, нарушению слуха и т.д.

Шумовое воздействие нормируется в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 “Шум. Общие требования безопасности”. При выполнении работы на ПК уровень шума в рабочем помещении не должен превышать 45 дБ.

Для защиты от шумового воздействия используется шумобезопасная техника, средства индивидуальной и коллективной защиты. К таким средствам относятся звукоизолирующие материалы, кожухи, вкладыши, беруши, противозумные шлемы и каски и т.д. Применительно к данному случаю, к средствам защиты относятся звукоизоляция помещений, наушники, беруши – в качестве средств индивидуальной защиты.

### *6.2. Экологическая безопасность*

В процессе работы на рабочей зоне образуются отходы V класса опасности (бумага, обрезки бумаги и мусор от уборки помещений).

Степень вредного воздействия на ОС отходов V класса опасности - очень низкая, эти материалы, как правило, не несут никакой опасности или угрозы жизни человека, на данный вид отходов паспорт не выдается.

Утилизация таких отходов: с объекта исследования при помощи обслуживающего персонала, а далее городских служб попадают на

общегородские свалки, откуда в дальнейшем могут поступить на переработку.

### 6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При проведении камеральных работ требованиям противопожарной безопасности должно уделяться особое внимание. Возникновение пожара может привести к чрезвычайным ситуациям.

Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

Согласно Федеральному закону от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012 N 117-ФЗ, 02.07.2013N 185-ФЗ), предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения. К ним относятся:

- конструктивные и объёмно-планировочные решения; препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещению;
- ограничения пожарной опасности строительных материалов, используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;
- наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения;
- сигнализация и оповещение о пожаре.

В исследуемом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты:

- «план эвакуации людей при пожаре»;
- для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции;

- для локализации небольших загораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2 шт);
- ответственный за пожарную безопасность;
- памятка о соблюдении правил пожарной безопасности;
- установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчик-сигнализатор типа ДТП).

При работе выделяются следующие опасные факторы:

1. Поражение электрическим током
2. Пожароопасность

#### *1. Поражение электрическим током*

*Электрический ток* – это основной опасный фактор при компьютерной работе. Источником электрического тока являются электрические установки, к которым относится оборудование ЭВМ. Они представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением.

Действие электрического тока на организм человека носит многообразный характер. Проходя через организм человека, электрический ток вызывает термическое, электролитическое и биологическое действие. Общие требования и номенклатура видов защиты соответствует ГОСТу 12. 1. 019-79 [31]. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов нормируется согласно ГОСТу 12.1.038-82. ССБТ [35].

Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 25.

Таблица 25 - Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, ГОСТ 12. 1. 038-82 [34]

Род тока	U, В	I, mA
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3

Примечания:

1. Напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействий не более 10 мин в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения.

2. Напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25°C) и влажности (относительная влажность более 75%), должны быть уменьшены в три раза.

Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме производственных электроустановок напряжением до 1000 В с глухозаземленной или изолированной нейтралью и выше 1000 В с изолированной нейтралью не должны превышать значений, указанных в таблице 26.

Таблица 26 – Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме производственных электроустановок, ГОСТу 12. 1. 038-82 [34]

Род тока	Нормируемая величина	Предельно допустимые значения, не более, при продолжительности воздействия тока t, с											
		0,01-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Св.1,0
Переменный 50 Гц	U, В	550	340	160	135	120	105	95	85	75	70	60	20
	I, mA	650	400	190	160	140	125	105	90	75	65	50	

Термическое действие тока проявляется в ожогах тела, нагреве до высокой температуры внутренних органов человека (кровеносных сосудов, сердца, мозга).

Электролитическое действие тока проявляется в разложении органических жидкостей тела (воды, крови) и нарушениях их физико-химического состава.

Термическое действие тока проявляется в ожогах тела, нагреве до высокой температуры внутренних органов человека (кровеносных сосудов, сердца, мозга).

Электролитическое действие тока проявляется в разложении органических жидкостей тела (воды, крови) и нарушениях их физико-химического состава.

Биологическое действие тока проявляется как раздражение и возбуждение живых тканей организма и сопровождается произвольными судорожными сокращениями мышц (сердца, легких). Эти действия приводят к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическим ударам.

Электрические травмы представляют собой четко выраженные местные повреждения тканей организма человека, вызванные воздействием электрического тока (или дуги).

Электротравмы излечимы, хотя степень тяжести может быть значительной вплоть до гибели человека.

Различают следующие электрические травмы [35]:

- 1) электрические ожоги;
- 2) электрические знаки;
- 3) металлизация кожи;
- 4) электроофтальмия;
- 5) механические повреждения.

Поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через его тело или, иначе говоря, при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках.

Основными мероприятиями, направленными на ликвидацию причин травматизма, относятся:

1. Систематический контроль состояния изоляции электропроводов и кабелей;
2. Разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации вычислительной техники и контроль их соблюдения;
3. Соблюдения правил противопожарной безопасности;

## *2. Пожароопасность*

В период выполнения камеральных работ может возникнуть пожар. Причинами его возникновения могут быть: неисправность проводки, сбой компьютерной техники, халатность сотрудника при выполнении работ.

При возникновении пожара человек подвергается действию высоких температур и влиянию задымленности.

Рабочее помещение должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 [32] и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83 [35].

В помещении на видном месте вывешен план эвакуации сотрудника в случае возникновения пожара. Курить в рабочем помещении строго запрещается. Курить разрешается только в отведенном и оборудованном для этой цели месте. После окончания работы необходимо отключить электроэнергию.

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

## 6.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно Конституции Российской Федерации, каждый гражданин имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, на вознаграждение за труд без какой бы то ни было дискриминации и не ниже установленного федеральным законом минимального размера оплаты труда, а также право на защиту от безработицы.

В Федеральном законе Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», главе 1, статье 5 утверждены права и обязанности работника в связи с проведением специальной оценки условий труда.

В соответствии со статьей 26 настоящего Федерального закона работник вправе присутствовать при проведении специальной оценки условий труда на его рабочем месте; обращаться к работодателю (его представителю) организации, эксперту организации, проводящему специальную оценку условий труда, за получением разъяснений по вопросам проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте; обжаловать результаты проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте. Работник обязан ознакомиться с результатами проведенной на его рабочем месте специальной оценки условий труда [41].

При организации и оборудовании рабочих мест с ЭВМ необходимо строго выполнять как общие, так и специальные требования, установленные СанПиНом 2.2.2.542-96 [36].

Общие требования к организации рабочего места оператора:

- 1) Рабочее место должно располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева.
- 2) Окна в помещениях с ПК должны быть оборудованы регулируемыми устройствами (жалюзи, занавески, внешние козырьки и т. д.).
- 3) Расстояние между рабочими столами с видеомониторами должны быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов не менее 1,2 м.
- 4) При выполнении творческой работы рабочие места следует изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5-2,0 м.
- 5) Монитор, клавиатура и корпус компьютера должны находиться прямо перед пользователем и не требовать поворота головы или корпуса тела.

б) Рабочий стол и посадочное место должны иметь такую высоту, чтобы уровень глаз пользователя находился чуть выше центра монитора. На экран монитора следует смотреть сверху вниз, а не наоборот. Даже кратковременная работа с монитором, установленным слишком высоко, приводит к утомлению шейных отделов позвоночника, высота рабочего стола с клавиатурой должна составлять 650-850 мм над уровнем пола; а высота экрана над полом – 900-1280 см.

7) Монитор должен находиться от оператора на расстоянии 50–70 см, на 20° ниже уровня глаз; клавиатура должна быть расположена на такой высоте, чтобы пальцы рук располагались на ней свободно, без напряжения, а угол между плечом и предплечьем составлял 100-110°.

8) Рабочий стул (кресло) должно быть подъемно – поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сидений и спинки, с надежной фиксацией стула и полумягким воздухопроницаемым покрытием.

Конструкция его должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400-550 мм и углам наклона вперед до 15 град. и назад до 5 град.;
- высоту опорной поверхности спинки  $300 \pm 20$  мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости – 400 мм;
- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах  $\pm 30$  градусов;
- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260 - 400 мм;
- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной - 50-70 мм;
- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах  $230 \pm 30$  мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350-500 мм.

9) Пространство для ног должно быть высотой не менее 600 мм, шириной не менее 500 мм, глубиной не менее 450 мм. Должна быть предусмотрена подставка для ног работающего шириной не менее 300 мм с регулировкой угла наклона. Ноги при этом должны быть согнуты под прямым углом.

## Заключение

Город Чита - административный центр Забайкальского края, является крупным железнодорожным узлом Транссибирской железнодорожной магистрали с развитой сетью автомобильных дорог. Город располагается в юго-восточной части Забайкальского края (Восточное Забайкалье) в Читино-Ингодинской впадине, у места впадения р. Читинка в р. Ингода. Территория находится в пределах Байкальской складчатой в Хилок-Витимской цеолитово-вольфрамо-молибденоворудной зоны Селенгино-Витимской субпровинции Алдано-Становой минерагенической провинции с развитием разнотипных гранитоидных комплексов, различающихся набором и геохимической спецификой пород.

Тип климата на территории Забайкальского края – умеренно холодный, резко континентальный. Климатические показатели большей части года определяются сибирским антициклоном, характеризуются минимальным количеством осадков в холодный период, низкой скоростью ветра, максимальным числом штилей, низкими температурами с резкими суточными перепадами. Горно-котловинный рельеф местности приводит к формированию температурных инверсий, нарушающих циркуляцию атмосферных масс и препятствующих рассеиванию загрязнений. В течение всего года преобладают ветры северного, северо-западного направления, а в летний период - юго-восточного, северного и северо-западного.

Территория города Чита подразделяется на 4 административных района: Ингодинский, Железнодорожный, Центральный и Черновский. В пределах каждого района выделяются промышленные, рекреационные и жилые функциональные зоны.

Состояние атмосферного воздуха г. Чита оценивается наибольшей степенью загрязнения среди городов Забайкальского края. На экологическое состояние воздушного бассейна города влияют более 50 промышленно-

энергетических предприятий, имеющих около 800 стационарных источников организованных выбросов.

Биогеохимическая оценка территории г. Чита включала отбор 30 проб листьев тополя бальзамического, проведение лабораторно-аналитических исследований с помощью инструментального нейтронно-активационного и атомно-абсорбционного анализов, статистическую обработку данных, а также интегральную оценку территории.

Выявлены различия в пространственном распределении элементов-загрязнителей в листьях тополя бальзамического. Вблизи ТЭЦ-1 в промышленной зоне Черновского района отмечаются повышенные концентрации Sc, Fe, Na, Sb, Eu, Lu, Ca, Zn, La, Ce, Sm, Th, Yb, Hf, Cs, вблизи ТЭЦ-2 в промышленной и жилой зонах Ингондинского района – Ba, Ce, Eu, La, Rb, Sb, Sm, Zn, Ca, в восточной части города в рекреационной зоне Ингондинского района – Co, Br, Sm, Eu, La, Lu, Sb, Ce

На элементный состав листьев тополя оказали влияние природные и техногенные факторы.

Особенности геологического строения и минерогенической специализации территории определяют накопление в листьях тополя Ca, Zn, Ce, Cs, Sr, U и Th.

Климато-географические показатели в условиях Восточного Забайкалья, усиливают техногенное влияние на качество атмосферного воздуха в г. Чита. Наибольшую опасность для ухудшения состояния атмосферного воздуха города представляют ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2. Помимо этого, ТЭЦ-1 неудачно размещена по розе ветров относительно жилых и рекреационных зон. Предприятия топливно-энергетического комплекса являются основными источниками накопления Sc, Lu, La, Sm, Yb, Sr, Rb в листьях тополя.

Основными источниками Hg являются городская свалка и промышленные предприятия, рассредоточенные по всему городу. Однако

среднее содержание ртути в городе не превышает регионального фона урбанизированных территорий.

Природные особенности территории (рельеф, климат), сложная планировочная структура обусловили низкий потенциал самоочищения окружающей среды. Рассредоточенность промышленных предприятий и объектов энергетики в сочетании со значительной протяженностью города в направлении господствующих ветров создают эффект многократного наложения зон загрязнения.

Проведённый расчёт стоимости работ по оценке экологического состояния территории г. Чита по элементному составу листьев тополя бальзамического составил 97 139, 3 рубля с учетом НДС.

Вредные факторы, возникающие при выполнении камеральных работ, могут быть обусловлены недостаточной освещенностью рабочей зоны, превышением уровнем электромагнитных излучений и монотонным режимом работы, а также потенциальной пожарной опасностью и воздействием электрического тока.

## Список использованных источников

### Опубликованная

1. Алексеенко В.А. Эколого-геохимические изменения в биосфере. Развитие, оценка. – М.: Универ. Книга Логос, 2006. – 520 с.
2. Бакулин В.Т. Использование тополя в озеленении промышленных городов Сибири: краткий анализ проблемы // Сибирский экологический журнал. – 2005. – №4. – С. 563-571.
3. Войтюк Е.А. Аккумуляция тяжелых металлов в почве и растениях в условиях городской среды: на примере г. Чита: автореф. дис... канд. биол. наук / Бурятский государственный университет. – Чита, 2011. – 33 с.
4. Гениатулин Р.Ф. Энциклопедия Забайкалья. Читинская область. – Новосибирск: Наука, 2000. – 302 с.
5. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий / Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – №6 – С. 25-36.
6. Глухов Г.Г. Нейтронно-активационный анализ с использованием исследовательского ядерного реактора НИИ ЯФ ТПУ. – Известия вузов. – 1998. – №7 – 207 с.
7. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Алдано-Забайкальская. Лист М 49 – Петровск Забайкальский. Объяснительная записка / Пехтерев С. Н., Нечпаев Е. В., Артамонова Н. А., Вологдин М. А. и др. / Гл. ред. Старченко В. В. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. – 438 с.
8. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2015 году». – М.: НИА-Природа, 2016. – 270 с.
9. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2014 год. – Чита, 2015. – 215 с.

10. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2015 год. – Чита, 2016. – 210 с.
11. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2016 год. – Чита, 2017. – 210 с.
12. Зайцев В.А. Промышленная экология: учеб. пособие – М.: Изд-во: «Лаборатория знаний», 2015. – 385 с.
13. Звягинцева О.Ю. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения г. Чита (Забайкальский край): автореф. дис...канд. биол. наук / Бурятский государственный университет. – Улан-Удэ, 2014. – 131 с.
14. Зырин Н.Г., Малахов С.Г. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / под ред. Н.Г. Зырина. – М.: Московское отделение гидрометеоздата, 1981. – 110 с.
15. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: справочник / Под ред. Э.К. Буренкова. – М.: Экология, 1996. – 576 с.
16. Исследования техногенных образований ТЭК Забайкалья как сложных геосистем и нетрадиционных источников минерального сырья / Мязин В.П, Мязина В.И, Размахин К.К, Шумилова Л.В. // Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов. – 2017. – С. 152-159.
17. Литвинцев С.А, Чернышева В.И. Золошлаковые отходы как перспективное сырье для получения редких и редкоземельных элементов // Аспирант. Приложение к журналу «Вестник Забайкальского государственного университета». – Чита: Изд-во Забайкальского государственного университета, 2014. – С. 181-185 с.
18. Комплексная оценка влияния экологических факторов на здоровье забайкальцев // Состояние здоровья: медицинские, социальные и психолого-педагогические аспекты / Жилиева М.С. Кривошеева Е.М., Лещева Л.В., Фефелова Е.В. – Чита: Забайкальский государственный университет, 2017. – С. 120-131.

19. Объяснительная записка «Государственная геологическая карта РФ». Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). – СПб: изд-во СПб картографической фабрики ВСЕГЕИ, 2002. – 438 с.
20. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: Разработка программы по сохранению экосистемы озера Кенон (II этап). – Чита: АНО «Центр исследований и разработок», 2013 – 541 с.
21. Попова О.С., Попов В.П, Харахонова Г.У. Древесные растения лесных, защитных, зеленых насаждений: учеб. пособие. – Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. аграр. ун-та, 2005. – 159 с.
22. Раковская, Э.М, Давыдова М.И. Физическая география России: 2 часть. – М.: ООО «Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС», 2001. – 300 с.
23. Соктоев Б. Р. Геохимия карбонатной составляющей природных пресных вод и ее индикаторное значение в эколого-геохимических и прогнозно-металлогенических исследованиях (на примере Байкальского региона): автореферат дис...канд. геол.-мин. Наук / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск, 2015. – 41 с.
24. Стратегия территориального планирования и градостроительного развития Забайкальского края с учетом условий особого периода 2009-2012 гг. Этап 4. Генеральный план городского округа «Город Чита». – Чита-Москва, 2010. – 256 с.
25. Турсуналиева Е.М. Наблюдение за содержанием ртути в листьях тополя бальзамического в зоне влияния новосибирского завода химконцентратов // Сборник МЭСК – 2017. – №40 – С. 31-32.
26. Цыганков А.А. Позднепалеозойские гранитоиды Западного Забайкалья: последовательность формирования, источники магм, геодинамика // Геология и геофизика. – 2014. – № 3 – С. 29-30.
27. Швер Ц.А., Зибельрштейна И.А. Климат Читы – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 247 с.

28. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем / Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. // Экология и промышленность России. – 2015. – №45 – С. 58-63.
29. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения / Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Сухих Ю.И., Барановская Н.В. и др. – Томск: Изд-во Курсив, 2006. – 216 с.
30. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг: учеб. пособие для вузов. – Томск: Изд-во: НИ ТПУ, 2003. – 336 с.
31. Ялалатдинова А.Р. Элементный состав растительности как индикатор техногенного воздействия на территории г. Усть-Каменогорска: дис...канд. геол.-мин. наук / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск, 2015. – 172 с.

#### Нормативная

- 32.ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 20 с.
- 33.ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 23 с.
- 34.ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 19 с.
- 35.ГОСТ 12.4.009-83 ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 13 с.
- 36.СанПин 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996 – 96 с.

37. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Издательство стандартов, 2003. – 14 с.
38. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996 – 24 с.
39. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996 – 24 с.
40. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 1995 – 23 с.
41. Федеральный закон от 28.12.2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда». – М.: Издательство стандартов, 2003. – 43 с.

#### Ресурсы Интернет

42. Анализатор ртути [Электронный ресурс] // «РА-915М»: [сайт]. URL: [http://www.lumex.ru/files/17BRU08.02.01-1\\_web.pdf](http://www.lumex.ru/files/17BRU08.02.01-1_web.pdf) (дата обращения: 25.03.2018).
43. Влияние предприятий машиностроения на экологию [Электронный ресурс] // Greenologia.ru: [сайт]. URL: <http://greenologia.ru/eko-problemy/mashinostroenie> (дата обращения: 26.04.2018).
44. Животный мир Забайкалья [Электронный ресурс] // Энциклопедия Забайкалья: [сайт]. URL: <http://ez.chita.ru/encycl/person/?id=2160> (дата обращения: 04.04.2018).
45. Карта Забайкальского края [Электронный ресурс] // MAPDAT.RU: [сайт]. URL: <http://mapdata.ru/zabaykalskiy-kray/> (дата обращения: 02.03.2018).
46. Прямое определение содержания ртути в пищевых продуктах, продовольственном сырье, кормах, комбикормах и сырье для их производства [Электронный ресурс] // Анализатор ртути «РА-915М»: [сайт]. URL: <http://www.lumex.ru/metodics/12AR08.05.02-2.pdf> (дата обращения: 25.03.2018).

- 47.Разнообразие ландшафтов [Электронный ресурс] // Энциклопедия Забайкалья: [сайт]. URL: <http://encycl.chita.ru/encycl/person/?id=8021> (дата обращения: 29.03.2018).
- 48.Районы города [Электронный ресурс] // Администрация городского округа // Город Чита: [сайт]. URL: [http://www.admin.chita.ru/city\\_today/?id=1705](http://www.admin.chita.ru/city_today/?id=1705) (дата обращения: 22.04.2018).
- 49.Топливообеспечение [Электронный ресурс] // Территориальная генерирующая компания №14: [сайт]. URL: <http://www.tgk-14.com/production/ar10074> (дата обращения: 15.05.2018).
- 50.Энциклопедия Кольера [Электронный ресурс] // Академик: [сайт]. URL: [https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_colier/6916/%D0%A2%D0%9E%D0%9F%D0%9E%D0%9B%D0%AC](https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_colier/6916/%D0%A2%D0%9E%D0%9F%D0%9E%D0%9B%D0%AC) (дата обращения: 08.04.2018)
- 51.Google maps [Электронный ресурс] // Электронный поисковик: [сайт]. URL: <https://www.google.com/maps/@59.915188,30.437943,15z?hl=ru-RU> (дата обращения: 04.05.2018).

## Приложение А

Таблица - Факторы повышения концентрации химических элементов и соединений\* в листьях тополя бальзамического и в природных средах на территории г.Чита

Химические элементы и соединения	Техногенный фактор	Природный фактор	Использованная литература
1	2	3	4
Be	ТЭЦ-1 (угли харанорский, тауровский, мазут), ТЭЦ-2 (уголь харанорский, мазут), котельни, золошкатоотвал		[19]
Ca		геохимическая специализация территории Байкальского региона	[23]
Sc	ТЭЦ-1 (угли харанорский, тауровский, мазут), ТЭЦ-2 (уголь харанорский, мазут), котельни, золошкатоотвал	преобладающее направление ветров (роза ветров)	[16,17]
Cr	ТЭЦ-1 (угли харанорский, тауровский, мазут), ТЭЦ-2 (уголь харанорский, мазут), котельни, золошкатоотвал		[19]
Mn	ТЭЦ-1 (угли харанорский, тауровский, мазут), ТЭЦ-2 (уголь харанорский, мазут), котельни, золошкатоотвал		[19]
Fe	ТЭЦ-1 (угли харанорский, тауровский, мазут), ТЭЦ-2 (уголь харанорский, мазут),		[16, 17, 19]
Co	ТЭЦ-1 (угли харанорский, тауровский, мазут), ТЭЦ-2 (уголь харанорский, мазут), котельные,	преобладающее направление ветров (роза ветров)	[16,17]
Zn	ТЭЦ-1 (угли харанорский, тауровский, мазут), ТЭЦ-2 (уголь харанорский, мазут), котельни, золошкатоотвал	геохимическая специализация территории Байкальского региона	[16, 23]
Rb	ТЭЦ-2 (уголь харанорский, мазут), золошлакоотвал		[17]
Sr	ТЭЦ-1(угли харанорский, тауровский), золошлакоотвал	геохимическая специализация Байкальского региона	[16, 23]
Sb		металлогеническая специализация юго-восточной части Восточного Забайкалья	[7]

продолжение таблицы

1	2	3	4
Cs		геохимическая специализация Байкальского региона	[23]
La	ТЭЦ-1(уголь харанорский, татауровский), золошлакоотвал	преобладающее направление ветров(роза ветров)	[16]
Hf	ТЭЦ-1(уголь харанорский, татауровский), золошлакоотвал, силикатный завод		[16]
Hg	городская мусорная свалка	поверхностные и подземные постоянные и временные водотоки	[19]
Pb	ТЭЦ-1 (угли харанорский, тауровский, мазут), ТЭЦ-2 (уголь харанорский, мазут), котельни, золошкатоотвал		[19]
Ce		геохимическая специализация территории Байкальского региона	[23]
Sm	ТЭЦ-1(уголь харанорский, татауровский)	преобладающее направление ветров (роза ветров)	[16]
Eu	ТЭЦ-1(уголь харанорский, татауровский)	преобладающее направление ветров (роза ветров)	[16]
Yb	ТЭЦ-1 (угли харанорский, тауровский, мазут), ТЭЦ-2 (уголь харанорский, мазут), котельни, золошкатоотвал	преобладающее направление ветров (роза ветров)	[16, 17]
Lu	ТЭЦ-1(уголь харанорский, татауровский)	преобладающее направление ветров (роза ветров)	[16]
Th	ТЭЦ-1(уголь харанорский, татауровский)	преобладающее направление (роза ветров), повышенный геохимический фон тория в горных породах в регионе, фактор «петрофонда»	[16, 17, 26]
U	ТЭЦ-1(уголь харанорский, татауровский)	преобладающее направление (роза ветров), Хилок-Витимская цеолитово-вольфрамомолибденоворудная минерагеническая зона (Mo, W, U)	[16, 17, 26]

продолжение таблицы

1	2	3	
взвешенные вещества (пыль)*	ТЭЦ-1 (угли харанорский, тауровский, мазут), ТЭЦ-2 (уголь харанорский, мазут), котельни, золошкатоотвал, силикатный завод	преобладающее направление ветров (роза ветров)	[13]
диоксид серы*	ТЭЦ-1 (угли харанорский, тауровский, мазут), ТЭЦ-2 (уголь харанорский, мазут), котельни, золошкатоотвал, машзавод	преобладающее направление ветров (роза ветров)	[13]
оксид азота*	ТЭЦ-1 (угли харанорский, тауровский, мазут), ТЭЦ-2 (уголь харанорский, мазут), котельни, золошкатоотвал, машзавод	преобладающее направление ветров (роза ветров)	[13]
соединения фтора*	ТЭЦ-1 (угли харанорский, тауровский, мазут), ТЭЦ-2 (уголь харанорский, мазут), котельни, золошкатоотвал, машзавод	преобладающее направление ветров (роза ветров)	[13]
сажа*	ТЭЦ-1 (угли харанорский, тауровский, мазут), ТЭЦ-2 (уголь харанорский, мазут), котельни, золошкатоотвал, машзавод	преобладающее направление ветров (роза ветров)	[13]