

**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-биогеохимическая оценка территории г. Тобольска по данным изучения листьев тополя</b>

УДК 581.45.582.681.81.504.550.4(571.12)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г41	Першин Николай Юрьевич		

Руководитель ВКР

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Вершкова Елена Михайловна	К.Э.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Томск – 2018 г.

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

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 0.5 0.3 0.6 – Экология и природопользование

Отделение школы (НОЦ) геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/ Азарова С.В  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Г41	Першину Николаю Юрьевичу

Тема работы:

<b>Эколого-биогеохимическая оценка территории г. Тобольска по данным изучения листьев тополя</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	15.03.18. №1768/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p align="center">Материалы научно-исследовательской работы</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Введение</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физико-географическая характеристика территории г. Тобольска</li> <li>2. Геоэкологическая характеристика г. Тобольска</li> <li>3. Методика исследований</li> <li>4. Эколого-биогеохимическая оценка территории г. Тобольска</li> <li>5. Финансовый менеджмент</li> <li>6. Социальная ответственность</li> </ol> <p>Заключение                  Список использованной литературы</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>  <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p align="center"><b>Раздел</b></p>	<p align="center"><b>Консультант</b></p>

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Вершкова Елена Михайловна
Социальная ответственность	Кырмакова Ольга Сергеевна

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.г.-м.н., доцент	Юсупов Дмитрий Валерьевич	к.г.-м.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г41	Першин Николай Юрьевич		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Г41	Першину Николаю Юрьевичу

<b>Инженерная школа</b>	Природных ресурсов	<b>Отделение</b>	Геологии
<b>Уровень образования</b>	бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Экология и природопользование

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и</i>	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемой техники и технологии
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов согласно сборнику сметных норм на геолого-разведочные работы, выпуск 2 «Геолого-экологические работы»
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и</i>	Страховые взносы - 30%; Налог на добавочную стоимость (НДС) - 18%
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Технико-экономическое обоснование. Линейный график выполнения работ.
2. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Расчет затрат на проведение научного исследования
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных</b>	
Карта расположения точек опробования	

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
ст. преп.	Вершкова Е. М.			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2Г41	Першин Николай Юрьевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Г41	Першину Николаю Юрьевичу

<b>Институт</b>	Инженерная школа природных ресурсов	<b>Отделение</b>	Геологии
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление / специальность</b>	Экология и природопользование

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

<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p>Объектом исследования явились данные ИНАА и анализа ртuti атомно-абсорбционным методом, полученные в результате анализа тополя бальзамического (<i>Populus balsamifera L.</i>). На территории г. Тобольска отобраны 21 проба оп равномерной сети 2x2 км.</p> <p>Рабочее место расположено в учебном компьютерном классе (541 ауд.) кафедре геоэкологии и геохимии ИПР на пятом этаже 20 корпуса ТПУ, имеет естественное и искусственное освещение. Размер помещения 8,5×9,5×3,1. В аудитории имеется 12 персональных компьютеров, на которых производится обработка информации (обработка баз данных, набор текста и т.д.).</p>
<p>2. <i>Перечень законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p>ГОСТы, СанПиНы, Конституция РФ, трудовой кодекс РФ, Федеральные законы</p>
<p><b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b></p>	
<p>1. <i>Анализ выявленных вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.</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 (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p>Рассматриваются вредные факторы, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.</p> <p>Рассмотрены и проанализированы следующие вредные факторы: показатели микроклимата в помещении, недостаточная освещенность рабочего места, шум, ЭМП и психофизические факторы.</p>
<p>2. <i>Анализ выявленных опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.</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> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<p>Рассматриваются опасные факторы, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.</p> <p>Рассмотрены и проанализированы следующие опасные факторы производственной среды: электрический ток, пожароопасность, механические опасности.</p>

<p>3. <i>Охрана окружающей среды</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</li> </ul>	<p>Негативного влияния на окружающую среду не происходит</p> <p>В результате образуются отходы V класса опасности (мусор от уборки помещений и бумага), которые необходимо утилизировать.</p>
<p>4. <i>Защита в чрезвычайных ситуациях</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>- выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>Основной и наиболее вероятный вид ЧС - пожар на рабочем месте. Предотвращение распространения пожара достигается следующими мероприятиями: наличием конструктивных и объёмно-планировочных решений, препятствующих распространению опасных факторов пожара по помещению; ограничения пожарной опасности строительных материалов используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделки и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации; наличием первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения; сигнализация и оповещение о пожаре.</p>
<p>5. <i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>-организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны проводятся в соответствии с планом проведения этапов исследовательской работы, с учетом требований и стандартов к организации рабочего места.</p> <p>Рассматриваются требования СанПиН, Трудового кодекса РФ и других нормативных документов по организации условий труда.</p>

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

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г41	Першин Николай Юрьевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объемом 83 страницы машинописного текста, состоит из введения, 6 глав и заключения; работа проиллюстрирована 19 таблицами и 11 рисунками. Список литературы насчитывает 52 наименования.

Ключевые слова: биогеохимическая индикация, микроэлементы, г. Тобольск, Тобольский Нефтехимический комбинат, Западно-Сибирский нефтехимический комбинат.

Объект исследования – листья тополя (*Populus balsamifera L.*), отобранные в городе Тобольск Тюменской области.

Предметом исследования являлся химический состав листьев на территории г. Тобольск.

Цель работы: оценить состояние окружающей среды в г. Тобольск (Тюменская область) посредством изучения химических элементов в составе листьев тополя, установить влияние на окружающую среду промышленных предприятий расположенных на территории города при помощи биогеохимических исследований.

Впервые на территории г. Тобольск проведены биогеохимические исследования, определены содержания химических элементов в листьях тополя. Выявлены биогеохимические ореолы химических элементов в районе промышленной зоны города.

В результате исследования удалось выявить два полиэлементных биогеохимических ореола, один из них техногенного, другой – природного генезиса.

В 2016 г. на территории г. Тобольска отобрана 21 проба листьев тополя бальзамического по сети 2×2 км. В период 2016-2018 г. они проанализированы инструментальным нейтронно-активационным и атомно-абсорбционным методами.

Результаты лабораторных анализов обработаны с помощью программ: Microsoft Excel, Statistica, Microsoft Word, Corel Draw и Surfer.

Область применения: результаты работы могут быть использованы заинтересованными организациями для составления работ по проведению биогеохимического мониторинга состояния окружающей среды г. Тобольск.



## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АБЗ – асфальтобетонный завод;
- БОС – биологические очистные сооружения;
- ГОСТ – государственный стандарт;
- ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство;
- ЗАО МРЭС – закрытое акционерное общество Межрегионэлектросетьстрой;
- ЗапСибНефтехим – Западно-Сибирский нефтехимический комбинат;
- ЗЖБИ – завод железобетонных изделий;
- ИНАА – инструментальный нейтронно-активационный анализ;
- МТБЭ – метилтретбутиловый эфир;
- МУП – муниципальное унитарное предприятие;
- НХК – нефтехимический комбинат;
- ПДВ – предельно допустимые выбросы;
- ПДК – предельно допустимые концентрации;
- ПК – персональный компьютер;
- ПК – персональный компьютер;
- ППУ – пенополиуретан;
- ПТУ – профессиональное техническое училище
- РЭБ – ремонтно-эксплуатационная база;
- РЭМ – растровая электронная микроскопия;
- СанПин – санитарные правила и нормы;
- СНиП – строительные нормы и правила;
- ТПУ – Национальный исследовательский Томский политехнический университет;
- ТЭЦ – теплоэлектроцентраль;
- ХПК – химическое потребление кислорода;
- ЭВМ – электронно-вычислительная машина;
- ЭМП – электромагнитное поле.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ .....	7
ВВЕДЕНИЕ.....	12
1 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ Г. ТОБОЛЬСКА.....	14
1.1 Географическое положение .....	14
1.2 Геологическое строение и рельеф.....	14
1.3 Климат.....	15
1.4 Поверхностные воды .....	18
1.5 Почвенно-растительный покров.....	20
2 ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА Г. ТОБОЛЬСКА .....	22
2.1 Важнейшие промышленные предприятия – источники воздействия на окружающую среду.....	22
2.2 Состояние атмосферного воздуха .....	26
2.4 Состояние почвенно-растительного покрова.....	30
2.5 Функциональное зонирование территории города .....	31
3 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	35
3.1 Опробование листьев тополя.....	35
3.2 Лабораторно-аналитические исследования.....	36
3.2.1 Инструментальный нейтронно-активационный анализ .....	36
3.2.2 Атомно-абсорбционный анализ ртути.....	38
3.3 Методика обработки аналитической информации.....	39
4 ЭКОЛОГО-БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ Г. ТОБОЛЬСКА .....	41
4.1 Особенности элементного состава листьев тополя.....	41
4.2 Биогеохимические ореолы ртути .....	45
4.3 Интегральная эколого-биогеохимическая оценка территории города.....	48
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	55
5.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности работ по проекту и объемы проектируемых работ .....	55
5.2 Расчет затрат времени и труда на научно-исследовательскую работу .....	57
5.3 Расчет затрат на материалы для научно-исследовательской работы.....	59

5.4 Расчет затрат на оплату труда .....	59
5.5 Расчет амортизационных отчислений .....	60
5.6 Расчет затрат на подрядные работы.....	60
5.7 Общий расчет сметной стоимости научно-исследовательской работы.....	61
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	63
6.1 Производственная безопасность .....	63
6.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований .....	63
6.2 Экологическая безопасность .....	69
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	70
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	71
6.4.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства .....	71
6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя (требования к организации рабочих мест пользователей ПК) .....	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	75
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	78

## ВВЕДЕНИЕ

Данная выпускная квалификационная работа – это научно-исследовательская работа, в которой рассматриваются результаты биогеохимического анализа листьев тополя на территории г. Тобольск (Тюменская область). Техногенную нагрузку на окружающую среду города оказывают предприятия энергетики, нефтехимической промышленности, промышленности строительных материалов, ж/д и автотранспорт.

Вследствие расположения в зоне высокого потенциала загрязнения атмосферы и неблагоприятных для рассеивания примесей метеорологических условий, в отдельные периоды происходит интенсивное накопление вредных веществ в атмосфере и формирование высокого уровня загрязнения [1].

Цель работы: оценить состояние окружающей среды г. Тобольск (Тюменской области) посредством изучения элементного состава листьев тополя (*Populus balsamifera L.*).

Для достижения этой цели решены следующие задачи:

- изучена научная и методическая литература;
- подготовлено техническое задание и проект на проведение работ;
- проведен отбор и произведена подготовка проб листьев тополя для лабораторных и аналитических исследований;
- определен химический состав проб листьев тополя;
- проведена обработка аналитических данных;
- сделаны выводы о проведенных исследованиях;

Объектом исследования являются листья тополя (*Populus balsamifera L.*), отобранные на территории г. Тобольск Тюменской области.

Предметом исследования является элементный состав листьев тополя в г. Тобольск.

Впервые на территории г. Тобольск проведены биогеохимические исследования, определен содержания микроэлементный состав листьев тополя, выявлены биогеохимические ореолы химических элементов.

Выявлено избирательное накопление концентрации некоторых микроэлементов в листьях тополя, которые возможно использовать как индикаторы экологического состояния урбанизированных территорий.

В основу работы положены материалы, полученные в 2016-2018 гг. На территории Тобольска отобрано 21 проба листьев тополя (*Populus balsamifera L.*). Отбор проб производился по радиальной сети с шагом опробования 150-200 метров.

Обработка проб производилась в соответствии с методическими указаниями и рекомендациями.

В ходе работы выполнены определения элементов инструментальным нейтронно-активационным анализом на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т ТПУ (аналитики Богутская Л.В. и Судыко А.Ф.).

Определение содержания ртути в листьях тополя проведено в МИНОЦ «Урановая геология, в Инженерной школе природных ресурсов Томского политехнического университета, в лаборатории микроэлементного анализа на анализаторе ртути РА-915+ с пиролитической приставкой ПИРО-915.

В программах Microsoft Excel обрабатывались данные лабораторных анализов, роза ветров построена в программе Original lab, карты-схемы, ореолы построены в программах Corel Draw и Surfer.

Благодарности. Автор благодарит за организацию, проведение экспедиционных работ, подготовку проб к анализу и обсуждение результатов исследования научного руководителя к.г.-м.н Юсупова Д.В., студента Березовского И.А., аспиранта Турсуналиеву Е.М.

# **1 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ Г. ТОБОЛЬСКА**

## **1.1 Географическое положение**

Тобольск – основной транспортный узел в южной части Тюменской области, административно-экономический центр для трёх районов – Тобольского, Уватского и Вагайского, второй по численности город этого региона. Население города составляет - 98 434 чел, площадь – 222 км<sup>2</sup> [50].

Город расположен в природной зоне южной тайги, около границы подтаёжной подзоны, в месте слияния двух крупных рек – Иртыша и Тобола, где характер течения Иртыша отчетливо меняет своё направление – с субширотного (с востока на запад), на субмеридиональное (с юга на север). С момента основания и по середину XVIII века это ставило город в узле важнейших речных магистралей Сибири. Вследствие роста значения сухопутных видов транспорта и постепенным освоением более благоприятных для сельского хозяйства сибирских территорий, город оказался на северной периферии заселённого района, на пороге обширного, заболоченного и малоосвоенного района Нижнего и Среднего Приобья. С началом освоения нефтяных и газовых месторождений данной территории Тобольск оказался одним из промежуточных транспортных центров связывающих Тюмень и города Приобья автодорожной и железнодорожной магистралях. Также в районе Тобольска по направлению к Европейской России проходит ряд магистральных газо- и нефтепроводов [50].

## **1.2 Геологическое строение и рельеф**

В геологическом строении данной территории участвуют четвертичные образования и породы палеогена. Самыми древними отложениями являются водоупорные глины морского происхождения чеганской свиты палеогена (верхний эоцен – нижний олигоцен). Глубина залегания кровли глин составляет на водоразделе 230-260 м, в долине р. Иртыш – 160-190 м. Вскрытая мощность свиты составляет порядка 15,0 м [50].

Окрестности Тобольска разделяются рекой Иртыш на две, резко отличающиеся друг от друга, части: низменную западную и восточную, представляющую собой возвышенную равнину, на которой развита сравнительно густая эрозионная сеть. Оврагами равнина в придолинном участке разделяется на несколько гор, сохранивших общее название Алфеевых – Панин бугор, Киселевская гора.

Панин бугор со стороны реки имеет довольно крутые, частью задернованные, склоны. С южной стороны начинается Жуковский лог, представляющий собой овраг с многочисленными отрогами. По дну оврага протекает речка Тырковка. Панин бугор включает как типичные для правого берега биогеоценозы, так и созданные человеком.

Киселевская гора расположена в юго-западной части возвышенности, имеющей высотные отметки в северо-восточной части до 115-133 м, значения высот уменьшаются в южном направлении. Наиболее высокая отметка горы 96,4 м расположена на Чувашском мысу. Площадь Киселевской горы с Чувашским мысом составляет около 60 га.

Южная часть описываемой территории – Чувашский мыс – археологический памятник. Здесь произрастает редкий березовый лес.

Панин бугор и Киселевская гора с Чувашским мысом являются памятниками природы [50].

### **1.3 Климат**

Климат города – континентальный, с коротким, сравнительно теплым и влажным летом и суровой продолжительной зимой, с непродолжительными переходными сезонами (весна и осень) [50].

Климат рассматриваемого района формируется под влиянием сибирского антициклона и арктических воздушных масс. Открытость территории с севера благоприятна для проникновения холодных арктических масс воздуха со стороны Карского моря. С юга, со стороны Казахстана вторгаются теплые и сухие воздушные массы, это приводит к большой неустойчивости погоды.

Как следствие, рассматриваемая территория подвержена сильному влиянию внешних воздействий и характеризуется резкими колебаниями температуры воздуха от сезона к сезону, от месяца к месяцу и даже в течение суток [50].

Среднегодовая температура воздуха составляет 0 °С. Среднемесячная температура воздуха колеблется от -19 °С в январе до +23 °С в июле. Абсолютный минимум достигает -46 °С, абсолютный максимум – +38 °С. Безморозный период колеблется от 99 до 157 дней (рисунок 1) [51].

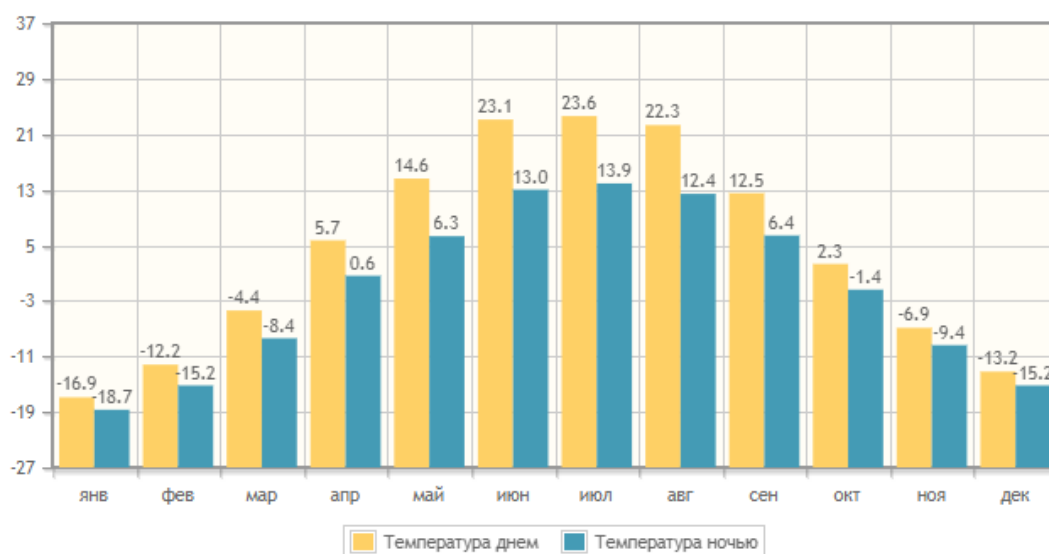


Рисунок 1 – Динамика температур в г. Тобольск за 2017 г [51].

Из годового количества осадков на холодный период приходится около 20 %, это определяет относительную сухость зимнего сезона. Наименьшее количество осадков выпадает в январе, наибольшее – в июле. В летний период осадки часто выпадают в виде ливневых дождей. Запас воды в снежном покрове колеблется от 74 до 178 мм. Снежный покров стоит в среднем 178 дней (рисунок 2) [52].



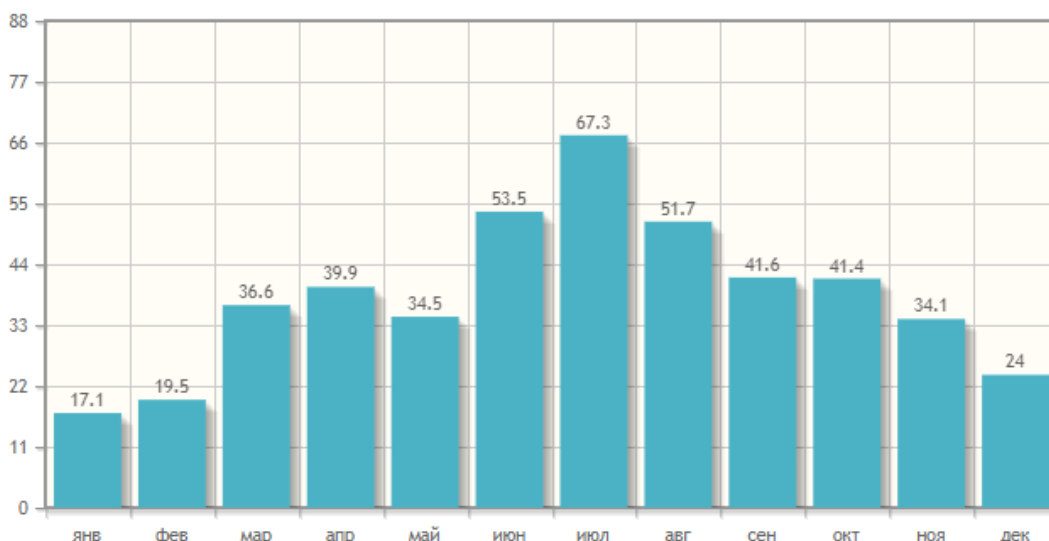


Рисунок 2 - Динамика осадков в г. Тобольск за 2017 г [52].

В течение года распределение ветра формируется в зависимости от ведущих циркуляционных атмосферных факторов, которые приурочены к сезонам года. Зимой преобладают ветры юго-восточного направления, весной к концу сезона направление меняется на северо-западное, которое преобладает весь летний период, осенью преобладают ветры западного и юго-западного направлений. Для рассматриваемого района не характерны ветры северного и северо-западного направлений (рисунок 3).

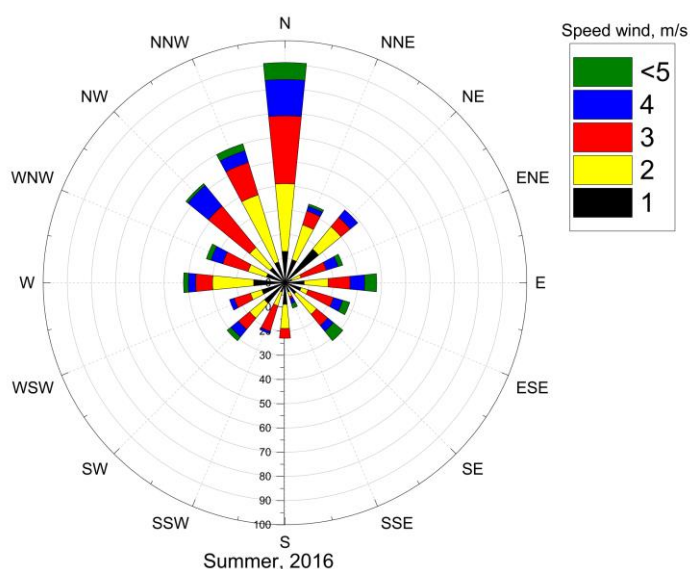


Рисунок 3 – Роза ветров города Тобольска построена в программе OriginLab [52]

#### 1.4 Поверхностные воды

Тобольск располагается на высоком правом берегу реки Иртыш, ниже устья реки Тобол.

Река Иртыш – крупнейший приток реки Обь, берет свое начало из ледников на южных склонах Алтая на территории Китая и впадает в р. Обь на 1161 км от устья.

В современных условиях гидрологический режим р. Иртыш в районе Тобольска, кроме естественной водности бассейна, определяется условиями работы, расположенных в верхнем течении реки водохранилищ Усть-Каменогорского, Бухтарминского и Шульбинского гидроузлов, которые собирают сток наиболее полноводных притоков и осуществляют суточное, недельное, сезонное и многолетнее регулирование стока [50].

Годовая амплитуда колебания уровня воды варьируется от 292 см (1967) до 1041 см (1941).

Скоростной режим Иртыша характеризуется резким возрастанием скоростей течения воды с 0,2-0,3 м/с в зимний период вплоть до 1,0-1,8 м/с в пик половодья. При уровнях воды до выхода на пойму и при небольшом выходе (не более 0,5 м) скорости течения наблюдаются в пределах 0,86-0,96 м/с, при этом наибольшие скорости не превышают 1,42 м/с.

Река Тобол – наиболее большой и полноводный приток Иртыша, ее длина составляет 1591 км, общая площадь водосбора составляет 426000 км<sup>2</sup>, если включать бессточные области, то – 362000 км<sup>2</sup>.

В нижнем течении река Тобол протекает по равнине, местами заболоченной, покрытой смешанным лесом. Долина реки в ширину достигает 5-6 км, имеет трапецеидальную форму. Склоны облесены, в высоту 10-15 м, сложены суглинком, левый пологий, а правый крутой, рассечен оврагами. Пойма двусторонняя, луговая, заболочена, изрезана старицами, поросла кустарником, в ширину достигает 5-5 км. Русло шириной 400 м, песчаное, извилистое, деформирующееся. Скорости в межень 0,15-0,50 м/с, в паводок – до 1,2 м/с, средняя глубина в межень 3-6 м [50].

## Малые водотоки

По Подгорной части Тобольска протекают река Курдюмка с левым притоком – река Слесарная, река Покровская, река Абрамка.

Река Курдюмка берет свое начало вблизи села Анисимово в логу Мостовой, впадает в реку Иртыш на расстоянии – 637 км от устья. Площадь водосбора реки 32 км<sup>2</sup>, длина 6,9 км.

При выходе реки на пойму имеется 8 переходов, в том числе 5 пешеходных переходов, два трубчатых переезда и один автодорожный мост. На данном участке отмечается низкое качество воды: неприятный запах, вид, цвет, это вызвано сбросом плохо очищенных хозяйственных стоков с застроенных территорий (тюрьма, конфетная фабрика и др.) и застаиванием воды из-за низкой пропускной способности переходов.

Река Слесарная – левый приток Курдюмки, впадает в Курдюмку с левого берега на расстоянии – 900 м от устья, берет начало в верховьях лога Жуковского и до выхода на пойму реки Иртыша имеет вид ручья шириной 1 м и глубиной 0,2-0,5 м, с заросшими травой и кустарником берегами. Площадь водосбора реки 10 км<sup>2</sup>, длина 5 км [50].

Река Абрамка берет начало и протекает по застроенной территории в веерообразном межгрядном понижении поймы реки Иртыша, впадает в реку Иртыш в 850 м выше устья реки Курдюмки. Длина реки 3,1 км, водосборная площадь 5 км<sup>2</sup>.

Река Покровка так же, как и река Абрамовская протекает по веерообразной ложбине, ее склоны пологие, низкие, заболоченные. Длина реки 2,4 км, площадь водосбора 6,25 км<sup>2</sup>. Пропуск рек Покровки и Абрамки через дамбу обвалования осуществляется водопропускными трубчатыми сооружениями из стальных труб с установкой в верхнем бьефе задвижек.

Русла малых рек за последние десятилетия сильно заилены, захламлены бытовым и строительным мусором. По данным инженерно-геологических изысканий заиление русел составляет от 1,5 до 4,9 м. В связи с

этим все переходные сооружения построены высоко, часто с недостаточной пропускной способностью, во время паводков создают подпор [50].

По водообеспеченности территория района относится к обеспеченным полностью за счет местных ресурсов подземных вод. Территория района характеризуется наличием значительного количества озер глубиной от 1,5-2 метров до 8 метров. Общая площадь озерного массива более 130 тыс. га. Большинство озер изолированы, но имеются водоемы, соединенные между собой в весеннее половодье протоками. Фактор проточности (соединение рек и озер между собой) является решающим при рыбохозяйственном использовании большинства озер этой зоны.

### **1.5 Почвенно-растительный покров**

Почвенный покров городских территорий довольно пестрый. В пойме реки под луговой растительностью сформировались пойменные слоистые и дерновые почвы супесчаного механического состава. Местами они заболочены. Это плодородные почвы, однако, в большей части нуждающиеся в предварительном осушении [50].

На территории водораздельного плато преобладают гумусированные суглинки, местами оторфованные, с высоким стоянием грунтовых вод. Эти почвы нуждаются в понижении уровня грунтовых вод и добавлении плодородной земли при посадочных работах.

В северной части города под лесом сформировались преимущественно дерновоподзолистые и серые лесные почвы. Почвенный покров здесь имеет мощность, в среднем, 0,3-0,4 м. Местами встречаются участки верховых и низинных болот с торфяными и торфяно-перегнойными почвами. Здесь необходимо осушение заболоченных участков и болот, известкование и удобрение почв.

Ботанический пояс Тобольского района включает южную тайгу, подзону мелколиственных лесостепь и лесов. В общей сложности здесь произрастает 1023 вида (96 семейств, 430 видов). В состав флоры входят различные группы полезных растений: декоративные, лекарственные,

медоносные, кормовые, пищевые, фитомелиоративные, инсектицидные и другие [50].

Облик растительности во многом определяет климат, но, кроме того, многообразие экотопов определяет многообразность частных условий. Сочетание общеклиматических и топографических условий определяют многообразие растительности в окрестностях города [50].

Темнохвойные леса сложены вечнозелеными древесными породами, сибирской елью, пихтой и сосной, а также лесной сосной. Темнохвойным породам свойственны теневыносливость и ксероморфизм. Благодаря мощной поверхности корневой системы и большой массе опавшей хвои, эти виды, будучи эдификаторами сообществ, создают особую фитосреду. К таким особенностям следует отнести значительную выравненность климатических условий под пологом леса: ровный ход суточных температур, постоянную влажность воздуха, сохранение зимой ровного снежного покрова и ослабленное поступление света внутрь леса. Почвы в темнохвойных лесах кислые и обычно подзолистые [50].

Сосновые леса сформированы лесной сосной. Сосна произрастает на почвах разного механического состава (пески, суглинки, торфянистые и др.) в условиях разной увлажненности, что обуславливается большой пластичностью ее корневой системы. Климатические условия в сосняках иные по сравнению с темнохвойными лесами, эти леса, более осветленные со значительными колебаниями атмосферной и почвенной влажности. Почвы сосновых лесов бедны органическими и минеральными веществами [50].

Также в Тобольском районе присутствуют мелколиственные леса сформированные березами, липой сердцелистной, ольхой серой, осиной, и ивой белой. Мелколиственные леса более требовательны к почвенному плодородию и поселяются на гумусированных и аэрируемых почвах. Экологическая амплитуда колебания влажности весьма велика, что накладывает отпечаток на набор травянистых спутников древесных пород [50].

## 2 ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА Г. ТОБОЛЬСКА

Для сложившегося масштаба города и его промышленной специализации Тобольск в целом характеризуется сравнительно благоприятной геоэкологической обстановкой, это определяется значительным территориальным разрывом восточной промзоны и основной селитебной зоны, прохождением транзитной автомагистрали вне селитебных частей города, а также высокой степенью развития озелененных территорий (городские леса) [50].

### 2.1 Важнейшие промышленные предприятия – источники воздействия на окружающую среду

**Нефтехимическая промышленность.** Тобольский нефтехимический комплекс считается основным градообразующим предприятием города, он обеспечивает занятость приблизительно половины сотрудников промышленности города (5 тысяч человек), на нефтехимическую отрасль приходится больше 60 процентов годового объема промышленного производства [50].

Основными видами выпускаемой продукции Тобольского НХК являются: сжиженные углеводородные газы, метилтретбутиловый эфир (МТБЭ), изобутилен, бутадиев, индивидуальные углеводородные фракции, успешно конкурирующие как на внутреннем, так и на внешнем рынках, прочем готовой продукцией является только МТБЭ. Остальные продукты представляют исходное сырье для нефтехимических и химических производств и поставляются на другие заводы для дальнейшей переработки, при этом транспортные затраты составляют до 60 процентов всех расходов на производство.

В настоящее время производственные мощности Тобольского НХК дают возможность создавать новые производства без их реконструкции и расширения, технический уровень их состояния соответствует современному уровню, имеются значительные резервы по тепло-, паро-, энергоснабжению,

обеспечению азотом, сжатым воздухом, водой, отгрузки и хранению продукции.

Основные источники воздействия на атмосферу и ее загрязнения связаны с производством формалина, метанола, карбамидных смол, этилена, полипропилена, катализаторов, товаров народного потребления. Загрязняют атмосферу: автомобильный и ж/д транспорт, товаро-сырьевая база, котельная.

В загрязнение системы «почва – растения – вода» ТНХК вносит определенное количество органических соединений, тяжелых металлов, а также редкоземельных и редких элементов. В почвах происходит накопление следующих химических элементов – хром, медь, стронций, литий, тантал титан, никель, ванадий. При помощи дождей и ветров отходы данного производства разносятся на большие расстояния, включаются и накапливаются в биологических системах [48].

**Электроэнергетика.** В Тобольске данную отрасль промышленности представляют следующие предприятия: ТЭЦ, «Тобольские электросети», «Тобольск-энерго», ЗАО МРЭС, которые осуществляют производство и доставку электроэнергии потребителям. Общая численность кадров в настоящее время составляет 2260 человек.

В ближайшее время в составе Тобольского НХК в перспективе предлагается строительство мини ТЭС за счет утилизации сбросного пара, образующегося на производстве изобутиена и бутадиена, это увеличит ресурсоэффективность и надежность работы нефтехимического комбината. Количество сотрудников на перспективу – 2,5 тысячи человек.

Основной фактор загрязнения атмосферы это выбросы различных загрязняющих веществ, негативно влияющих на здоровье человека. Основные загрязняющие вещества от предприятий электроэнергетики – это диоксид серы, оксиды азота, углерода, в частности, угарный газ (СО), сажа, канцерогенный бенз(а)пирен (С<sub>2</sub>ОН<sub>12</sub>), соединения тяжёлых металлов. Состав выбросов варьируется в зависимости от вида сжигаемого топлива и типов

применяемых котлов. Вдобавок, вблизи действующей ТЭЦ уменьшается процентное соотношение кислорода в воздухе [11].

Диоксид серы, оксид азота и сернистый ангидрид переносятся на большие расстояния и осаждаются с осадками, загрязняя систему «почва – растения – вода». Одно из следствий этих выбросов – кислотные дожди [5].

**Машиностроение и металлообработка.** ЗАО «Судоверфь»- одно из старейших предприятий города, занимается строительством паромов и барж, самоходных и несамоходных судов, средств лова и др.

ОАО «Тобольск–ТВЭЛ» выполняет по методу «труба в трубе» тепло- и гидроизоляцию пенополиуретаном (ППУ) стальных труб и фасонных деталей (тройники, переходники, отводы, неподвижные щитовые опоры) в оцинкованной оболочке для наземной прокладки и в полиэтиленовой оболочке для подземной бесканальной прокладки.

Данная продукция применяется при прокладке теплотрасс для систем горячего водоснабжения и отопления объектов промышленного и городского строительства. Основными преимуществами ППУ изоляции считаются снижение затрат на прокладку трубопроводов, увеличение сроков службы более чем в 2 раза и уменьшение теплопотерь на 50 процентов [22]. Предприятия машиностроения и металлообработки г. Тобольска загрязняют атмосферу такими вредными веществами как диоксид серы и оксид углерода, а также очень опасный шестивалентный хром.

Важной проблемой при работе машиностроительных предприятий является загрязнение системы «почва – растения – вода». Это связано, в основном, со сточными водами, в которых содержатся различные тяжелые металлы [49].

**Промышленность строительных материалов.** ООО «Железобетон». Предприятие осуществляет свою деятельность на базе ЖБИ-2, его мощность составляет 120 тыс. м<sup>3</sup> сборного железобетона в год. Завод выпускает любую номенклатуру сборного железобетона от перекрытия до фундамента. Количество сотрудников 240 человек [50].



ООО ЗЖБИ № 4. Завод работает на базе ЖБИ-1. Мощность 10,0 тыс.м<sup>3</sup> железобетонных и бетонных изделий, 10,0 тыс.м<sup>3</sup> товарного бетона в год. Количество сотрудников 70 человек. В перспективе планируется модернизация производства с сохранением численности кадров, которая предусматривает увеличение выпуска сборного железобетона на 6,0 тыс. м<sup>3</sup> в год.

Основным вредным воздействием, которое оказывают предприятия строительных материалов г. Тобольска на окружающую среду является пылевыведение. Больше всего пыли выделяется из вращающихся печей отходящими газами. Наряду с этим пыль выделяется в больших количествах при помоле, дроблении и сушке сырья, при охлаждении клинкера, при упаковке, а процессе разгрузочно-погрузочных работ на складах клинкера, сырья, угля и различных добавок.

Также предприятия строительной индустрии потребляют значительно количество воды. В результате в водоемы поступают высокотоксичные соединения шестивалентного хрома, фенолов, щелочей и нефтепродуктов, солей, минеральных и органических веществ. Данные загрязнители сбрасываемые со сточными водами предприятиями строительной индустрии Тобольска, это объясняется нерациональными схемами водного хозяйства и недостаточно высокой эффективностью применяемых очистных сооружений [5].

**Железнодорожная станция.** Ж/Д станция Тобольск относится к магистрали Тюмень-Сургут и находится в п. Менделеево, магистраль не электрифицирована и функционирует на тепловозной тяге. Общая численность сотрудников ж/д транспорта составляет в настоящее время 1,2 тысяч человек [50].

Основное вредное воздействие на окружающую среду происходит от выбросов тепловозов, работающих на дизельном топливе. Железнодорожная станция и ж.д транспорт оказывают следующие виды вредного воздействия на окружающую среду г. Тобольска: - физическое (тепловое излучение,

электромагнитные поля, ультра и инфразвук, вибрация, радиация); - механическое воздействие (твердые отходы, воздействие дорожной техники на почву); - эстетическое (нарушение ландшафтов, осушение, заболачивание); - химическое (кислоты, щелочи, соли металлов, углеводороды, краски и растворители, пестициды); - биологическое (макро и микроорганизмы, бактерии, вирусы). Данные факторы могут воздействовать на природу как долговременно, так и сравнительно недолго, мгновенно, кратковременно [5].

## **2.2 Состояние атмосферного воздуха**

Регулярный контроль за качеством атмосферного воздуха показывает, что в целом выбросы от передвижных и стационарных источников загрязнения значительно ниже нормативных предельно допустимых выбросов (ПДВ), это свидетельствует об относительном благополучии в плане загрязнения природной среды Тобольска.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в городе являются стационарные (коммунально-складские, промышленные и другие предприятия) и передвижные (автомобильный и железнодорожный транспорт), общие выбросы от которых превышают 11000 т в год [50].

Стационарные источники загрязнения. Основными загрязнителями воздуха по наиболее опасным веществам являются следующие предприятия: комбинат «Тобольск-Нефтехим» - 6451,8 т/год, Тобольская ТЭЦ – 2714 т/год, Тобольское эксплуатационное подразделение Тюменских тепловых сетей ОАО «ТГК-10» - 192,9 т/год, Тобольский филиал по транспорту газа ОАО «СГ-Транс» - 406,6 т/год. Из этого можно сделать вывод, что суммарное загрязнение атмосферного воздуха составляет примерно 9865 т/год, основная масса загрязняющих веществ сосредоточена в Восточном промрайоне.

Без очистки, по-прежнему, функционирует более 80 процентов источников выбросов загрязняющих веществ. Очистными сооружениями оборудованы, в основном, АБЗ и лесопилки, но основная масса улавливаемых веществ приходится на комбинат «Тобольск-Нефтехим»[50].

По качественному составу в выбросах от стационарных источников преобладают оксиды азота (28,5 %), оксид углерода (26,5 %), углеводороды (20,0 %), твердые взвешенные вещества (10,0 %), диоксид серы (9,0 %). На долю остальных загрязняющих веществ приходится всего 4 %, но среди них присутствуют токсичные, канцерогенные и мутагенные вещества, что даже при очень малых концентрациях их опасность намного выше, чем у составляющих основную массу выбросов [21].

Передвижные источники загрязнения. Выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников составляют 1123,3 т/год. Подавляющая доля данных выбросов приходится на автомобильный транспорт, в ходе эксплуатации которого в атмосферный воздух выделяется порядка 200 загрязняющих веществ, что составляет 10 % от общей массы выбросов вредных веществ. Опасность выбросов от автотранспорта для здоровья населения выше, чем от стационарных источников, так как загрязнители поступают в приземные слои атмосферы, т.е. в зону дыхания человека [10].

Индекс загрязнения атмосферы г. Тобольска был равен 3 (Таблица 1). С 2008 года уровень загрязнения воздуха большинством веществ снизился. Среднегодовые концентрации взвешенных веществ, оксида углерода, оксида и диоксида азота, диоксида серы, фенола стабильно сохранялись на уровне, не превышающем 0,5 ПДК с.с.; только по формальдегиду наблюдается превышение среднесуточной допустимой нормы в 1,7 раза; превышение максимальных разовых ПДК зафиксировано лишь по диоксиду азота (1,2 ПДК м.р.) и оксиду углерода (1,6 ПДК м.р.).

Было низким и содержание в воздухе тяжелых металлов (железо, медь, хром, цинк, свинец, магний, марганец), их среднегодовые концентрации не превышали сотых долей ПДК с.с. Наличие в воздухе никеля и кадмия не зафиксировано [46].

Таблица 1 - Динамика загрязнения атмосферного воздуха г. Тобольска [52]

Примесь	Характеристика	Годы					Т, %
		2013	2014	2015	2016	2017	
Взвешенные вещества	q <sub>ср</sub>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
	СИ	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	
	НП	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Диоксид серы	q <sub>ср</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
	СИ	0,2	0,1	0,8	0,9	0,5	
	НП	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Оксид углерода	q <sub>ср</sub>	1	1	1	1	1	0
	СИ	2,6	1,6	1,6	1,0	1,6	
	НП	0,8	0,6	0,5	0,0	0,3	
Диоксид азота	q <sub>ср</sub>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	+100
	СИ	0,8	1,0	1,0	1,4	1,2	
	НП	0,0	0,0	0,0	0,8	0,1	
Оксид азота	q <sub>ср</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
	СИ	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
	НП	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Фенол	q <sub>ср</sub>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0
	СИ	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	НП	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Формальдегид	q <sub>ср</sub>	0,006	0,005	0,004	0,004	0,005	-17
	СИ	1,0	0,9	0,9	1,5	0,7	
	НП	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	
В среднем по всем веществам	СИ	2,6	1,6	1,6	1,5	1,6	
	НП	0,8	0,6	0,5	0,8	0,3	
	ИЗА	3	3	2	2	3	

Примечания: q<sub>ср</sub> – средняя концентрация примеси в воздухе, мг/м<sup>3</sup>; ИЗА – комплексный индекс загрязнения атмосферы; СИ – наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, доли ПДК м.р.; НП – наибольшая повторяемость превышения ПДК, %; Т – тенденция измерения уровня загрязнения, %; \* – значения q<sub>ср</sub> приводятся в мг/м<sup>3</sup>\*10<sup>-6</sup>.

Существенное влияние на качественные показатели вод озер и рек оказывает хозяйственная деятельность в пределах их водосборов. Качество воды р. Иртыш формируется за пределами города и зависит от характера и интенсивности хозяйственной деятельности на ее водосборе на территории Тюменской области и республики Казахстан, а также периодических

аварийных сбросов с очистных сооружений г. Омск и природных факторов. В р. Тобол уровень загрязнений очень высок из-за сброса стоков машиностроительным и металлургическим комбинатами Свердловской, Челябинской и Курганской областей.

В устье реки Тобол и в р. Иртыш выше городской черты качество воды характеризуется IV и V категориями (грязная и очень грязная). Уже в фоновом створе состав воды реки не соответствует требованиям, предъявляемым к источникам хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного значения - отмечается превышение нормативных показателей по фенолам, нефтепродуктам, ХПК, железу, меди, марганцу, свинцу [46].

Основную антропогенную нагрузку в пределах Тюменской области р. Иртыш испытывает в черте Тобольска. В границах водоохраных зон р. Иртыш и ее притоков, а также территорий, прилегающих к ним, расположены различные предприятия и селитебная застройка, в основном - неканализованная.

Ежесуточно в городе от стационарных источников загрязнения образуется порядка 20 тыс. куб. м сточных вод, из которых 85 % составляют хозяйственно-бытовые стоки, 15 % – промышленные стоки.

Сточные воды проходят очистку на БОС г. Тобольск и оттуда сбрасываются в реку Иртыш. Более 90 % объема загрязнений поступает в р. Иртыш от МУП ТВК из-за неэффективной работы городских очистных сооружений, которые морально и физически устарели.

По данным ведомственной лаборатории, негативное влияние стоков БОС на качество воды р. Иртыш наблюдается по взвешенным, органическим и биогенным веществам, концентрация которых в реке ниже сброса сточных вод увеличивается в 1,2-8 раз – тяжелым металлам, нефтепродуктам [50].

Большая доля загрязняющих веществ поступает во внутригородские водные объекты с дождевыми и талыми водами с прилегающих неблагоустроенных территорий селитебной застройки города и

промпредприятий, несанкционированных свалок производственного мусора и металлолома, расположенных нередко в прибрежной части рек Иртыш, Курдюмка, Слесарная и других [50].

Большинство предприятий города не имеют ливневой канализации, поэтому со сточными поверхностными водами в реки и озера города поступают взвешенные вещества, нефтепродукты, органические и биогенные вещества, патогенная микрофлора, ионы тяжелых металлов.

Таким образом, к приоритетным источникам загрязнения водных объектов города относятся: территория города, с которой стекают загрязненные атмосферные воды, нечистоты из негерметичных выгребных ям неканализованного жилого сектора, в основном, в Подгорной части города, недоочищенные хозяйственно-бытовые канализационные воды сбрасываются с очистных сооружений сточных вод города, а также речной транспорт.

Под воздействием вышеперечисленных факторов качество воды р. Иртыш в верхнем (фоновом створе) оценивается 4 классом «загрязненные», ниже города в районе сброса сточных вод 5 классом «грязные» [50].

#### **2.4 Состояние почвенно-растительного покрова**

В г. Тобольск основными источниками загрязнения почв являются твердые и жидкие бытовые отходы, преимущественно в районах города где отсутствует централизованная канализация [50].

Только на предприятиях в среднем за год накапливается около 50-60 тысяч тонн промышленных отходов, около 50 % из которых – токсичные отходы, которые представляют особую опасность для окружающей среды и здоровья людей.

Существующие санкционированные свалки не соответствуют экологическим и санитарно-гигиеническим нормам. В ходе их эксплуатации происходит захламление близлежащих территорий, образование стихийных свалок в лесах и оврагах вблизи населенных пунктов, а утилизация такого гигантского объема мусора практически не ведется.

Также основательное загрязнение Тобольского района, помимо промышленных и бытовых отходов, производится ядохимикатами, используемыми в сельском хозяйстве. Из-за неудовлетворительного состояния действующих свалок и канализационных сетей город характеризуется высоким микробным загрязнением.

Захламление лесов производят дачники, жители близлежащих населенных пунктов и отдыхающие, которые организуют там несанкционированные свалки. Данное загрязнение приводит к росту числа пожаров и уничтожению огромных площадей лесов.

Ситуация усугубляется тем, что леса сегодня практически являются бесхозными. Когда-то они были переданы в ведение сельскохозяйственным организациям. Но колхозы, совхозы и подсобные хозяйства ушли в небытие и теперь некому заняться охраной огромных участков областного лесного фонда. Отсюда и варварское отношение к зеленому богатству.

Возросла общая смертность населения. Основные причины смертности – несчастные случаи, травмы и отравления; онкологические заболевания и болезни системы кровообращения. Рост числа онкологических заболеваний напрямую зависит от ухудшения состояния окружающей среды [50].

## **2.5 Функциональное зонирование территории города**

Функциональное зонирование территории графически отражено на рисунке 4. Территорию города можно разделить на 3 основные функциональные зоны: селитебная, промышленная и рекреационная зоны.

**Селитебная зона** включает в себя жилую зону и зону преимущественно общественной застройки.

Жилая зона располагается в центральной части города и представлена тремя жилья – многоквартирное секционное, коттеджное (усадебное) и смешанная жилая застройка, сочетающая вышеуказанные типы жилья [50].

Зона преимущественно общественной застройки: зона объектов туризма и паломничества включает в себя объекты познавательного туризма и объекты паломничества к духовным святыням, а также структуры,

обслуживающие потоки туристов и паломников, организующие туристско-паломническую деятельность, занимающиеся пропагандой историко-культурных и духовных ценностей, а также природных достопримечательностей Тобольска и его окрестностей.

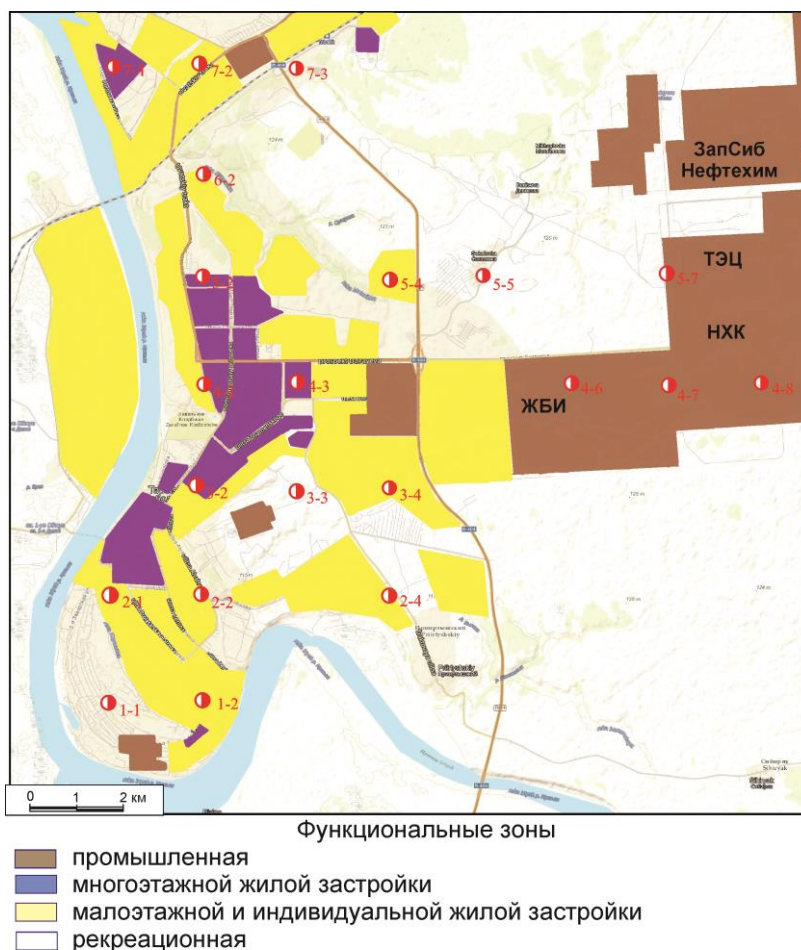


Рисунок 4 – Схема функционального зонирования г. Тобольска.

Эта зона концентрируется, в основном, на территории Кремля и в исторической части города (в Нагорной и Подгорной частях), где расположены основные объекты, привлекательные для паломничества и туризма – действующие храмы, Тобольский музей, станция юных туристов, мемориальная часть Завального кладбища, кабинет-музей Николая I, зона сохранившейся историко-градостроительной среды и наибольшей концентрации памятников XVII, XVIII вв. и т.д [50].



Кроме того, дисперсно по городу расположены туристические агентства, экскурсионные бюро, гостиницы, учреждения питания обслуживающие туристов и паломников.

Зона высших и средних учебных заведений. Зона учебных заведений в г. Тобольск формируется в Нагорной части на территории «Вуз-городка», где в настоящее время концентрируются корпуса Индустриального института. Остальные учебные заведения – Педагогический институт, педагогический колледж, медицинское училище, рыбопромышленный техникум, ПТУ-3, училище Искусств и Культуры им. Алябьева – расположены дисперсно на разных площадках Нагорного района.

Сельскохозяйственный колледж расположен в Подгорной части по ул.Лермонтова, профессиональное училище № 27 в д.Соколовка, ПТУ-23 – находится в пос. Сумкино. Кроме того, в городе имеется Духовная семинария Тобольско-Тюменской епархии, которая размещается на территории Кремля (Красная площадь).

Зона спортивных и рекреационных учреждений. В городе имеются 2 открытых стадиона – «Нефтехимик» и стадион на территории Тобольского Кремля, а также ряд крытых спортивных сооружений, расположенных в Нагорной части города [50].

**Промышленная зона.** Основные промышленные и коммунальные предприятия города сосредоточены в Восточном промышленном районе города, который расположен в пяти километрах к востоку от Нагорной части. Здесь расположены производственные, обслуживающие, складские и административные площадки Тобольского нефтехимического комбината. В этой же зоне находятся площадка ТЭЦ, а к западу от территории НХК - площадки многочисленных предприятий стройиндустрии [50].

Вторая по величине промышленно-коммунальная зона сложилась в северной части города, в районе речпорта и Пионерной базы. Часть производств и площадок расположены дисперсно в Нагорной и Подгорной

частях города. Собственные промышленно-коммунальные зоны имеются в Левобережье и п.Сумкино (РЭБ флота).

**Рекреационная зона.** К особо охраняемым ландшафтными территориям в городе относятся памятники природы «Панин бугор», «Киселёвская гора» «Роща Журавских», памятник природы в районе Дома отдыха. Все они имеют паспорт с описанием границ и установленным регламентом использования территории. Однако, в их содержании имеются серьёзные несоответствия: на Панином бугре расположена жилая застройка и захлапленные территории, а на Киселёвской горе расположены свинарник и участки огородов [50].

Территории не занятые градостроительной деятельностью. Это свободные территории в черте города. К их числу относятся: городские леса, овраги, заболоченные уголья, залежи, пашни и огороды.

По инженерно-строительным условиям овраги и заболоченные уголья нецелесообразно осваивать под градостроительные нужды. Разветвленная сеть оврагов с идущими по их дну водотоками, а также заболоченные уголья сохраняются в черте города в качестве природных ландшафтов с поэтапным выносом расположенной на склонах оврагов ветхой застройки [50].

Городские леса также входят в систему зеленых насаждений города в качестве природных ландшафтов, однако, при особых условиях могут быть использованы, как резервные для градостроительного освоения. Сенокосы, залежи, пахотные земли и огороды в черте города также являются резервом для градостроительного освоения [50].

### 3 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1 Опробование листьев тополя

В качестве объекта исследования выбран тополь бальзамический (*Populus balsamifera L.*) имеющий обширные ореолы произрастания и использования в озеленении городских территорий [24].

Отбор проб листьев в городе Тобольске проводили в конце августа 2016 года. Всего на территории города отобрана 21 проба листьев тополя по относительно равномерной сети 2×2 км (рисунок 5). Территория отбора проб включала селитебную, промышленную и рекреационные зоны города.

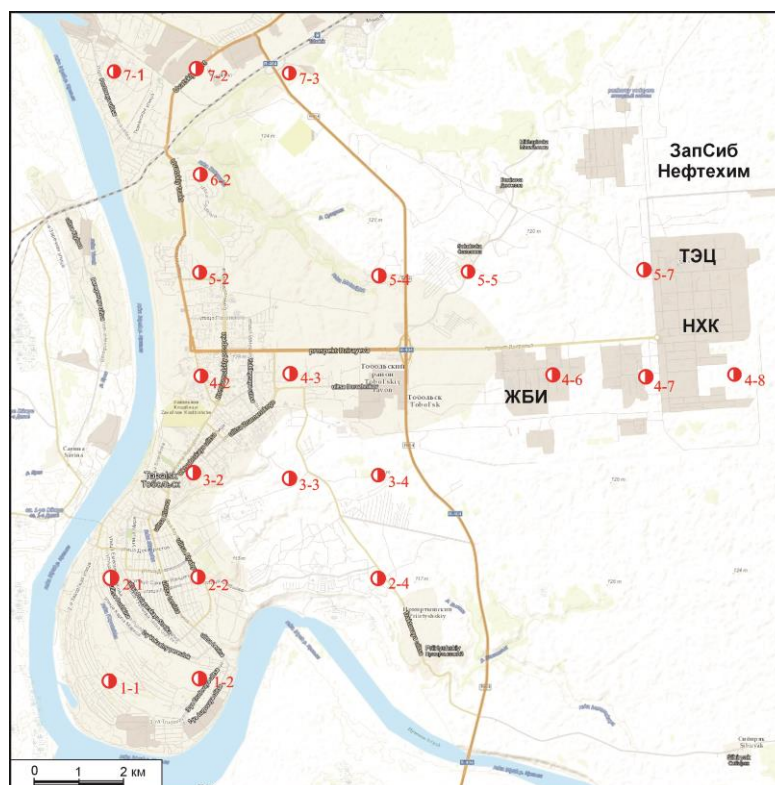


Рисунок 5 – Карта-схема отбора проб листьев тополя на территории г. Тобольска

В селитебной зоне отобрано 11 проб; в промышленной зоне 6 проб, а в рекреационной 4 пробы.

Листья отбирались методом средней пробы в нижней части кроны по окружности на высоте 1,5-2 м от поверхности земли с примерно одновозрастных взрослых деревьев стараясь задействовать ветки разных

направлений [25]. При отборе проб важно учитывать точность определения принадлежности растения к исследуемому виду. Для упаковки проб использовались специальные крафт пакеты «Стерит», размером 150×250 мм. Упакованным пробам присваивался номер, который указывается на крафт пакете и регистрируется в журнале и на карте с построенным маршрутом. Так же указываются следующие данные: место (адрес, координаты) дата отбора проб и фамилия исследователя.

Надземная часть растений, листва и ветви деревьев в местах интенсивного загрязнения из атмосферы несут осевший из воздуха аэрозоль и пыль, содержащие тяжелые металлы. Количество пыли меняется в зависимости от времени года и дождей, смывающих частицы дыма и пыли. Поэтому, согласно методике [25], чтобы определить задержанные на поверхности листьев загрязняющие вещества, пробы не промывают а сразу сушат при комнатной температуре в закрытом с вентиляцией помещении. Затем пробы измельчались вручную и упаковывались.

## **3.2 Лабораторно-аналитические исследования**

### **3.2.1 Инструментальный нейтронно-активационный анализ**

Метод инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) заключается в том, что стабильные изотопы элементов бомбардируются мощным потоком нейтронов и могут превращаться в радиоактивные, которые характеризуются специфическим излучением. При выделении энергии (постоянная величина) распадаются радиоактивные изотопы. Из этого следует что если после того как проба облучилась нейтронами, она начинает излучать  $\gamma$ -лучи с определенной энергией, то это показывает на наличие в какого-либо элемента [8].

Количественное определение наличия определенных химических элементов выполняется с помощью сравнения, в выбранных энергетических интервалах спектрометра, стандартных образцов с интенсивностью излучения проб [9].

Преимущества метода: отсутствует химическая пробоподготовка, что является большим плюсом метода, так как исключает погрешности за счет удаления или привноса элементов или реактивов; возможность выполнения анализа маленьких по массе и объему проб (в данной работе – 100 мг) из-за снятия аналитического сигнала с ядер химических элементов [8].

Пробоподготовка, для нейтронно-активационного анализа, состояла из двух этапов. Высушенные листья измельчали и убирали черешки, взвешивали и помещали в фарфоровые тигли для первичного озоления, на данном этапе из проб извлекают все органические вещества. Фарфоровый тигель с готовой пробой помещали на электроплиту с заданной ранее температурой 250°C и проводили обугливание до состояния черной золы пока выделение дыма не прекращалось. Затем проба помещалась в муфельную печь при температуре 250 °С и каждые 30 минут ее повышали на 50 °С до 450 °С и оставляли пробу на 3 часа. Время озоления каждой партии проб составляло 5 часов. Температурный режим озоления устанавливался согласно ГОСТу 26929-94 [8].

При полном озолении – зола приобретает равномерный белый или серый цвет [2]. Далее озоленные образцы снова взвешиваются и упаковываются в фольгу с массой  $100 \pm 1$  мг (рисунок 6) [25].



Рисунок 6 – Схема обработки и анализа проб растительности [25]

Анализ проводился на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т в аккредитованной лаборатории ядерно-геохимических методов исследования ТПУ.

Облучение проб происходило на протяжении пяти часов. Плотность потока тепловых нейтронов в реакторе –  $2 \cdot 10^{13}$  нейтр./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ . После облучения пробы некоторое время выдерживались и направлялись на гамма-спектрометр с целью измерения интенсивности излучения радиоактивных изотопов. Измерение производилось на многоканальном анализаторе импульсов «Canberra» полупроводниковым Ge детектором GX3518. Сравнивая интенсивность гамма-линий соответствующих радионуклидов с интенсивностью стандартного образца (лист березы ГСО 8923-2007, СО КООМЕТ 0067-2008-RU), рассчитывали содержание определяемых элементов [18].

### **3.2.2 Атомно-абсорбционный анализ ртути**

Для исследования содержания ртути в листе тополя бальзамического использовался атомно-абсорбционный метод. Данный метод широко используется при анализе минерального вещества для определения различных элементов [30].

Пробоподготовка для атомно-абсорбционного анализа включала в себя: высушивание при комнатной температуре листьев, ручное измельчение и упаковка в пакеты «zip lock»  $7 \times 10$  см [32].

Анализ содержания ртути в образцах сухой массы листьев тополя выполняли в лаборатории микроэлементного анализа в международном научно - образовательном центре «Урановая геология» в отделении геологии ТПУ на ртутном анализаторе «РА-915М» с приставкой «ПИРО-915+» методом атомной абсорбции (метод пиролиза), предел обнаружения – 5 нг/г.

Анализатор ртути «РА-915М» в комплекте с пиролитической приставкой «ПИРО-915+» осуществляет (без предварительной химической пробоподготовки) поиск ртути в твердых и жидких образцах самого разного состава. Возможно проводить фоновый контроль почв, контроль пищевых

продуктов на соответствие нормам ПДК благодаря низким пределам обнаружения ртути на уровне единиц мкг/кг[45].

Использование анализатора ртути «РА-915М» с приставкой «ПИРО-915+» позволяет проводить прямое определение содержания ртути. Она предназначена для прямого анализа твердых и жидких проб любого состава, в том числе имеющих сложную матрицу (пищевые продукты, биологические материалы, нефть и т.д.) Низкие пределы обнаружения ртути (уровень единиц – мкг/кг) позволяют проводить контроль как природных, так и технологических объектов, сырь, пищевых продуктов и отходов на соответствие санитарно-гигиеническим и технологическим нормативам [44].

Навеска пробы 0,5г помещается в дозатор, которая, в свою очередь, помещается в атомизатор приставки, где происходит пиролиз твердых проб и каталитическое разрушение соединений матрицы пробы. Нагретый газовый поток после атомизатора поступает в подогреваемую оптическую кювету, здесь происходит измерение аналитического сигнала. Время измерения содержания ртути не должно превышать двух минут [36].

Перед началом работы с прибором проводилось измерение стандартного образца (калибровка) листа березы [17]. Если при трехкратном повторении измерения стандартного образца дает отклонений, то можно продолжать работу [6]. Управление работой анализатора, обработка и регистрация данных осуществлялись с помощью персонального компьютера, на котором установлено специальное программное обеспечение [36].

### **3.3 Методика обработки аналитической информации**

Обобщение результатов аналитических исследований и их дальнейшая обработка проводилась с помощью программного обеспечения: Microsoft Office Excel 2013, Microsoft Office Word 2013, Origin 9 и STATISTICA 10.0. Построение и оформление картосхем распределения элементов Тобольска выполнено с помощью программного обеспечения SURFER 10 и COREL DRAW 16.

На первом этапе работы произведен расчет числовых характеристик содержания элементов в золе листьев тополя на территории Тобольска в программе Statistica 10.0. Среди параметров описательной статистики для выборки по исследуемой территории подсчитаны следующие числовые характеристики: объем выборки, среднее арифметическое, медиана, максимальные и минимальные значения, стандартное отклонение, коэффициент вариации, асимметрия, эксцесс [12]. Для проверки распределения химических элементов на принадлежность к нормальному закону распределения, рассчитано отношение показателей асимметрии и эксцесс к числу проб.

Коэффициент вариации является наиболее распространенным показателем колебания, используемым для оценки типичности средних величин [25]. Коэффициент вариации рассчитался следующим способом (1):

$$V = \frac{\sigma}{C} \times 100\% \quad (1);$$

где  $V$  – коэффициент вариации,  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение  $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$ ,  $C$  – среднее содержание элемента (мг/кг).

Коэффициент концентрации рассчитывается относительно среднего геометрического [18] и медианы. Расчет коэффициента концентрации производится по формуле (2):

$$K = \frac{C}{C_{\phi}} \quad (2);$$

где  $K$  – коэффициент концентрации,  $C$  – содержание элемента в исследуемой среде, мг/л;  $C_{\phi}$  – фоновое содержание элемента, мг/л.

Для интегральной оценки использован аддитивный подход:

$$Agi = \frac{\sum K_k(>1,0)}{n} \quad (3);$$

где  $K_k$  – коэффициент концентрации элементов  $> 1$ ,  $n$  – число таких элементов.



## 4 ЭКОЛОГО-БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ Г. ТОБОЛЬСКА

### 4.1 Особенности элементного состава листьев тополя

Анализ результатов содержания химических элементов в золе листьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera L.*) на территории Тобольска производился по данным ИНАА. В таблице 2 представлены результаты анализа по городу в целом и по основным функциональным зонам, а именно в числителе: среднее содержание элемента  $\pm$  стандартное отклонение, в знаменателе: минимум : максимум.

Таблица 2 – Вариационно-статистические показатели валовых содержаний химических элементов (в мг/кг) в золе листьев тополя г. Тобольска, включая функциональные зоны

Элемент	Город	Промышленная зона	Рекреационная зона	Селитебная зона
Na, %	$\frac{0,09 \pm 0,06}{0,02 : 0,22}$	$\frac{0,13 \pm 0,06}{0,04 : 0,22}$	$\frac{0,12 \pm 0,08}{0,06 : 0,22}$	$\frac{0,06 \pm 0,06}{0,02 : 0,18}$
Ca, %	$\frac{12,3 \pm 2,52}{7,57:15,1}$	$\frac{12,4 \pm 2,52}{7,57:14,2}$	$\frac{11,8 \pm 0,70}{11,2:12,6}$	$\frac{12,4 \pm 2,16}{8,72 : 15,1}$
Sc	$\frac{0,78 \pm 0,8}{0,11:2,41}$	$\frac{1,14 \pm 0,8}{0,4 : 2,41}$	$\frac{1,04 \pm 1,04}{0,40 : 2,25}$	$\frac{0,53 \pm 0,48}{0,11 : 1,5}$
Cr	$\frac{20,5 \pm 16,2}{3,56 : 57,5}$	$\frac{28,5 \pm 16,2}{11,9 : 57,5}$	$\frac{28,6 \pm 22,8}{10,1 : 54,0}$	$\frac{14,4 \pm 13,6}{3,56 : 49,4}$
Fe, %	$\frac{0,25 \pm 0,23}{0,01 : 0,68}$	$\frac{0,30 \pm 0,23}{0,01 : 0,68}$	$\frac{0,31 \pm 0,31}{0,01 : 0,64}$	$\frac{0,20 \pm 0,16}{0,04 : 0,54}$
Co	$\frac{10,4 \pm 4,11}{3,88 : 17,4}$	$\frac{10,6 \pm 4,11}{5,14 : 17,4}$	$\frac{9,90 \pm 2,99}{6,89 : 12,9}$	$\frac{10,4 \pm 3,96}{3,88 : 15,7}$
Zn, %	$\frac{0,13 \pm 0,06}{0,04 : 0,22}$	$\frac{0,13 \pm 0,06}{0,08 : 0,22}$	$\frac{0,10 \pm 0,05}{0,04 : 0,14}$	$\frac{0,13 \pm 0,06}{0,05 : 0,21}$
As	$\frac{1,16 \pm 1,44}{0,32 : 4,59}$	$\frac{1,80 \pm 1,44}{0,64 : 4,59}$	$\frac{1,39 \pm 0,72}{0,71 : 2,00}$	$\frac{0,89 \pm 0,60}{0,32 : 2,06}$
Br	$\frac{22,4 \pm 13,3}{6,40 : 102}$	$\frac{24,9 \pm 13,3}{13,5 : 48,5}$	$\frac{31,8 \pm 16,3}{17,9 : 50,5}$	$\frac{19,4 \pm 27,4}{6,40 : 102}$
Rb	$\frac{53,0 \pm 20,7}{16,4 : 116}$	$\frac{49,6 \pm 20,7}{16,4 : 74,2}$	$\frac{65,3 \pm 44,6}{33,4 : 116,3}$	$\frac{51,7 \pm 20,5}{23,5 : 80,0}$
Sr	$\frac{838 \pm 204}{490 : 1361}$	$\frac{708 \pm 204}{490 : 990}$	$\frac{870 \pm 425}{619 : 1361}$	$\frac{894 \pm 236}{570 : 1324}$
Au	$\frac{0,01 \pm 0,004}{0,02 : 0,01}$	$\frac{0,004 \pm 0,01}{0,0004 : 0,02}$	$\frac{0,01 \pm 0,01}{0,001 : 0,02}$	$\frac{0,01 \pm 0,01}{0,0004 : 0,02}$

## Продолжение таблицы 2

Элемент	Город	Промышленная зона	Рекреационная зона	Селитебная зона
Sb	$0,43 \pm 0,43$ $0,03 : 1,60$	$0,58 \pm 0,43$ $0,14 : 1,19$	$0,75 \pm 0,76$ $0,17 : 1,60$	$0,28 \pm 0,32$ $0,03 : 0,84$
Cs	$0,21 \pm 0,26$ $0,001 : 0,75$	$0,29 \pm 0,26$ $0,05 : 0,75$	$0,29 \pm 0,39$ $0,05 : 0,75$	$0,15 \pm 0,21$ $0,001 : 0,67$
Ba	$239 \pm 38,7$ $15,0 : 493$	$250 \pm 38,7$ $206 : 497$	$181 \pm 84,9$ $127 : 279$	$248 \pm 159$ $15,0 : 493$
La	$6,06 \pm 1,61$ $0,59 : 22,8$	$3,21 \pm 1,61$ $1,06 : 5,39$	$3,30 \pm 2,35$ $0,59 : 4,85$	$8,17 \pm 8,68$ $1,18 : 22,8$
Ce	$8,21 \pm 3,46$ $1,03 : 21,6$	$7,51 \pm 3,46$ $3,32 : 13,5$	$4,11 \pm 3,67$ $1,03 : 8,18$	$9,59 \pm 6,48$ $1,89 : 21,6$
Nd	$4,20 \pm 5,06$ $0,45 : 15,6$	$3,34 \pm 2,64$ $0,45 : 7,25$	$3,74 \pm 3,35$ $0,45 : 7,16$	$4,99 \pm 6,22$ $0,45 : 15,6$
Sm	$1,42 \pm 0,40$ $0,18 : 5,59$	$0,75 \pm 0,40$ $0,18 : 1,23$	$0,79 \pm 0,55$ $0,22 : 1,33$	$1,92 \pm 1,95$ $0,29 : 5,59$
Eu	$0,19 \pm 0,3$ $0,01 : 1,06$	$0,08 \pm 0,06$ $0,02 : 0,16$	$0,11 \pm 0,09$ $0,01 : 0,16$	$0,27 \pm 0,37$ $0,01 : 1,06$
Tb	$0,18 \pm 0,05$ $0,01 : 0,82$	$0,06 \pm 0,05$ $0,01 : 0,13$	$0,02 \pm 0,02$ $0,01 : 0,04$	$0,28 \pm 0,30$ $0,02 : 0,82$
Yb	$0,28 \pm 0,21$ $0,02 : 0,82$	$0,26 \pm 0,21$ $0,02 : 0,60$	$0,20 \pm 0,18$ $0,03 : 0,39$	$0,30 \pm 0,30$ $0,03 : 0,82$
Lu	$0,04 \pm 0,03$ $0,002 : 0,11$	$0,04 \pm 0,03$ $0,002 : 0,08$	$0,05 \pm 0,03$ $0,01 : 0,07$	$0,05 \pm 0,03$ $0,003 : 0,11$
Hf	$0,25 \pm 0,20$ $0,03 : 0,96$	$0,29 \pm 0,20$ $0,03 : 0,63$	$0,42 \pm 0,47$ $0,14 : 0,96$	$0,19 \pm 0,26$ $0,03 : 0,75$
Ta	$0,03 \pm 0,04$ $0,0004 : 0,12$	$0,02 \pm 0,04$ $0,0004 : 0,1$	$0,06 \pm 0,04$ $0,02 : 0,09$	$0,03 \pm 0,05$ $0,001 : 0,12$
Au	$0,01 \pm 0,004$ $0,02 : 0,01$	$0,004 \pm 0,01$ $0,0004 : 0,02$	$0,01 \pm 0,01$ $0,001 : 0,02$	$0,01 \pm 0,01$ $0,0004 : 0,02$
Th	$0,61 \pm 0,52$ $0,02 : 1,73$	$0,82 \pm 0,52$ $0,28 : 1,73$	$0,74 \pm 0,80$ $0,22 : 1,67$	$0,47 \pm 0,33$ $0,02 : 1,05$
U	$0,16 \pm 0,13$ $0,01 : 0,45$	$0,22 \pm 0,13$ $0,04 : 0,36$	$0,26 \pm 0,19$ $0,08 : 0,45$	$0,10 \pm 0,08$ $0,01 : 0,25$

Примечание: В числителе: среднее  $\pm$  стандартное отклонение, в знаменателе: минимум – максимум. Все элементы были проанализированы методом ИННА. Из таблицы исключены элементы с превышением в 30% числа значений ниже предела обнаружения (Nd, Ag, Ta, Eu, Au).

Анализ результатов содержания химических элементов в золе листьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera L.*) на территории Тобольска показал, что их распределение неравномерно и присутствуют аномальные значения некоторых элементов. Об этом свидетельствуют статистические

показатели: коэффициент вариации, стандартная ошибка, стандартное отклонение, коэффициент концентрации (таблица 3).

Таблица 3 – Статистические параметры валового содержания химических элементов (г/т) в золе листьев тополя бальзамического в г. Тобольск

Элемент	Среднее арифметическое	Стандартная ошибка	Среднее геометрическое	Асимметрия	Экссесс	Коэффициент вариации	Коэффициент концентрации
Na	930	144	701	0,63	-0,83	70,8	0,47
Ca%	12,3	4,45	12,1	-0,71	-0,19	16,73	0,99
Sc	0,78	0,15	0,54	1,29	0,60	89,4	1,53
Cr	20,5	3,60	14,9	1,14	0,41	80,5	2,19
Fe%	0,25	0,04	0,16	0,93	0,02	80,89	1,30
Co	10,4	0,81	9,73	0,15	-0,84	35,7	1,14
Zn%	0,13	0,01	0,11	0,20	-1,14	44,45	1,12
As	1,45	0,22	1,16	1,65	3,78	69,6	1,17
Br	28,7	4,84	22,4	1,96	5,01	77,3	0,46
Rb	53,1	5,18	47,9	0,74	0,96	44,7	1,54
Sr	838	56,2	802	0,58	-0,59	30,7	0,75
Sb	0,43	0,10	0,24	1,29	1,03	102	0,98
Cs	0,21	0,05	0,09	1,41	0,60	119	0,84
Ba	239	27,3	186	0,14	-0,16	52,4	1,58
La	6,06	1,53	3,67	1,74	1,64	115	3,65
Ce	8,21	1,22	6,44	1,02	0,49	68,1	3,49
Sm	1,42	0,35	0,88	1,73	1,90	111	6,91
Tb	0,18	0,05	0,07	1,85	2,38	140	6,10
Yb	0,28	0,06	0,17	1,01	-0,19	92,4	3,18
Lu	0,04	0,01	0,03	0,65	-0,07	68,0	3,24
Hf	0,25	0,06	0,13	1,38	1,00	110	1,85
Th	0,61	0,10	0,43	1,24	0,96	77,7	2,02
U	0,16	0,03	0,11	0,71	-0,47	79,2	0,56

В результате статистического анализа, по показателям асимметрии и эксцесса, был установлен закон распределения содержаний химических элементов в соответствующих пробах на исследуемом участке [15]. В итоге, из 23 анализируемых химических элементов к логарифмически-нормальному закону распределения относятся As и Br, а остальные 21 – подчиняются нормальному закону распределения. В расчетах коэффициента концентрации, в дальнейшем, для элементов с нормальным распределением бралось среднее арифметическое выборки, а для элементов с логнормальным распределением (As, Br) – среднее геометрическое. По результатам

статистической обработки построены геохимические ряды ассоциаций элементов (таблица 6) [18].

Произведена статистическая обработка полученных данных с учетом распределения химических элементов в основных функциональных зонах города: промышленной, селитебной и рекреационной; рассчитан коэффициент концентрации элементов для проб, входящих в каждую зону, как отношение среднего содержания элементов по городу, к среднему содержанию по зоне.

По результатам статистической обработки были построены геохимические ряды ассоциаций элементов входящих в пробы, принадлежащие каждой функциональной зоне города, и построен общий геохимический ряд ассоциаций элементов для города с учетом среднего геометрического (таблица 4) [18].

Таблица 4 – Ранжированные ряды химических элементов по коэффициенту концентрации в золе листьев тополя в г. Тобольск, включая функциональные зоны

Территория	Геохимический ряд											
Город <sup>1</sup>	<b>Sm</b> <b>6,91</b>	<b>Tb</b> <b>6,10</b>	<b>La</b> <b>3,65</b>	<b>Ce</b> <b>3,49</b>	<b>Lu</b> <b>3,24</b>	<b>Yb</b> <b>3,18</b>	<b>Cr</b> <b>2,19</b>	<b>Th</b> <b>2,02</b>	Hf 1,85	Ba 1,58	Rb 1,54	Sc 1,53
	Fe 1,30	As 1,17	Co 1,14	Zn 1,12	Ca 0,99	Sb 0,98	Cs 0,84	Sr 0,75	U 0,56	Na 0,47	Br 0,46	
Промышленная зона <sup>2</sup>	<b>Tb</b> <b>3,05</b>	<b>Sm</b> <b>1,91</b>	<b>La</b> <b>1,89</b>	<b>Lu</b> <b>1,25</b>	<b>Sr</b> <b>1,18</b>	<b>Ce</b> <b>1,09</b>	<b>Rb</b> <b>1,07</b>	<b>Yb</b> <b>1,07</b>	Ca 0,99	Zn 0,99	Co 0,98	Ba 0,96
	Ba 0,96	Br 0,90	Hf 0,88	Fe 0,83	Sb 0,74	Th 0,74	Na 0,73	Cs 0,73	Cr 0,72	Sc 0,68	As 0,64	
Рекреационная зона <sup>2</sup>	<b>Tb</b> <b>8,29</b>	<b>Ce</b> <b>2,00</b>	<b>La</b> <b>1,84</b>	<b>Sm</b> <b>1,79</b>	<b>Yb</b> <b>1,35</b>	<b>Ba</b> <b>1,32</b>	<b>Zn</b> <b>1,26</b>	<b>Co</b> <b>1,05</b>	<b>Ca</b> <b>1,04</b>	Sr 0,96	Lu 0,94	As 0,84
	Th 0,82	Rb 0,81	Fe 0,79	Na 0,77	Sc 0,74	Cr 0,72	Cs 0,71	Br 0,70	U 0,61	Hf 0,60	Sb 0,58	
Селитебная зона <sup>2</sup>	<b>U</b> <b>1,57</b>	<b>Sb</b> <b>1,55</b>	<b>Sc</b> <b>1,47</b>	<b>Cr</b> <b>1,42</b>	<b>Cs</b> <b>1,40</b>	<b>Na</b> <b>1,35</b>	<b>Hf</b> <b>1,31</b>	<b>As</b> <b>1,30</b>	<b>Th</b> <b>1,30</b>	<b>Fe</b> <b>1,20</b>	<b>Br</b> <b>1,15</b>	<b>Rb</b> <b>1,03</b>
	<b>Co</b> <b>1,00</b>	Ca 0,99	Ba 0,96	Zn 0,95	Sr 0,94	Lu 0,92	Yb 0,91	Ce 0,86	La 0,74	Sm 0,74	Tb 0,64	

Примечание: коэффициенты концентрации для города<sup>1</sup> рассчитывались как отношение среднего арифметического или геометрического по городу к среднему геометрическому; коэффициенты концентрации для зон<sup>2</sup> рассчитывались как отношение среднего арифметического или геометрического по городу к среднему арифметическому либо среднему геометрическому по зоне.

Анализ геохимических рядов, построенных по коэффициентам концентрации элементов по городу в целом и по основным функциональным зонам, позволяет сделать вывод о геохимической специализации города. По городу в целом характерны повышенные концентрации и преобладание редкоземельных элементов, распределение элементов в основных функциональных зонах различное, но, также как и по городу, прослеживается преобладание редкоземельных элементов.

#### 4.2 Биогеохимические ореолы ртути

Аномальных значений ртути на территории г. Тобольск не выявлено. На основе экспериментальных данных установлены уровень и особенности концентрации ртути в сухой массе листьев.

По результатам опробования в сухой массе листьев проведено измерение содержания ртути. В таблице 5 представлены статистические расчеты для полной выборки проб.

Таблица 5 – Статистические параметры содержания ртути (нг/г) в сухой массе листьев тополя на территории г. Тобольск

Показатель	Значение	Показатель	Значение
Среднее	19,4	Стандартное	4,98
Минимум	12,3	Эксцесс	- 0,69
Максимум	29,6	Асимметрия	0,46
Медиана	18,6	Коэффициент вариации, %	25,6

Анализ статистических данных демонстрирует, что в среднем по городу концентрация ртути достигает значения 19,15 нг/г с разбросом от 12,3

нг/г до 29,6 нг/г, коэффициент вариации указывает на однородность выборки (< 50%).

На рисунке 7 представлена карта-схема концентрации ртути в сухой массе листвы тополя бальзамического с учетом направления и силы ветра.

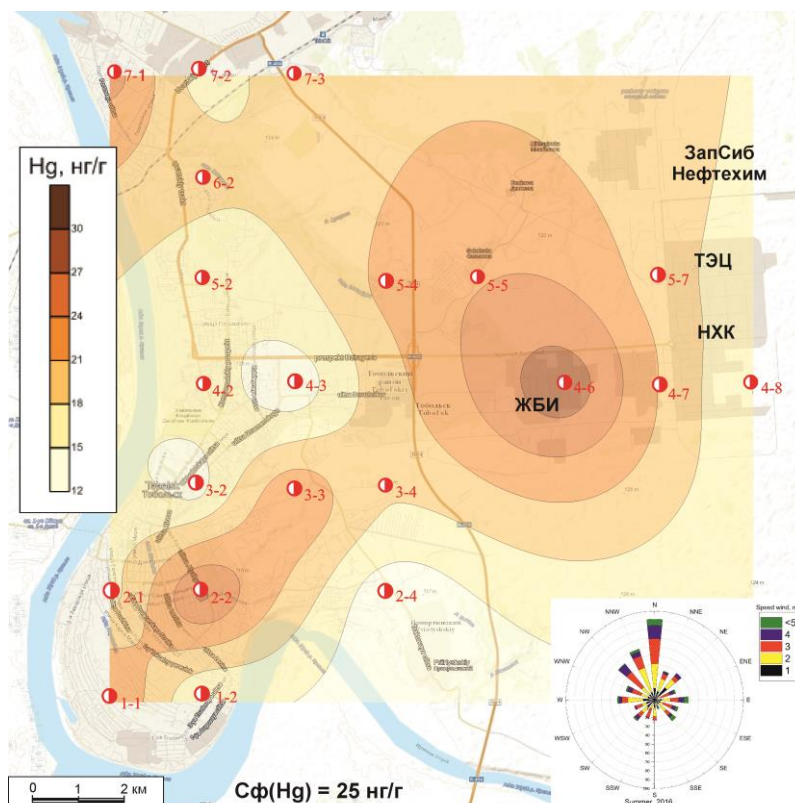


Рисунок 7 – Распределение концентраций Hg в сухой массе листьев тополя черного на территории г. Тобольска, нг/г

Как можно заметить, наибольшие концентрации наблюдаются в зоне отбора проб 4-6 и 2-2. Увеличение концентраций ртути в данных точках можно объяснить тем, что они находятся в промышленных зонах города, в пределах которых расположены предприятия строительной отрасли города: в точке 4-6 – завод железобетонных изделий «ЖБИ», в точке 2-2 завод строительных материалов «Иртыш-Базальт».

Основным вредным воздействием, которое оказывают данные предприятия – является пылевыделение, в составе которого и возможно нахождение ртути. Больше всего пыли выделяется с отходящими газами из

вращающихся печей. Наряду с этим в больших количествах пыль выделяется при дроблении, сушке и помоле сырья, при охлаждении клинкера, при упаковке, а процессе разгрузочно-погрузочных работ на складах сырья, угля, клинкера и различных добавок [5].

Минимальные значения были получены в районах, удалённых от промышленной зоны города, а максимальные – в зоне сосредоточения промышленных предприятий Тобольска. В целом, в городе наблюдается два выраженных ореола повышенных концентраций ртути, на такое распределение влияет ряд следующих факторов [16]:

- наличие в городе промышленных предприятий: завод железобетонных изделий «ЖБИ», завод строительных материалов «Иртыш-Базальт» Тобольская ТЭЦ, Тобольский нефтехимический комбинат.
- наличие удалённых от промышленной зоны спальных районов;
- наличие большого количества древесных и кустарниковых насаждений, которые накапливают в себе поступающие извне загрязняющие вещества.

Необходимо отметить, что средняя концентрация ртути по г. Тобольску составляет 19,2 нг/г, а средняя концентрация ртути по России в листьях тополя составляет 25 нг/г [4], лишь несколько точек не на много превышает это значение. Отсюда, следует сделать вывод, что аномальных значений и мощных источников ртути на территории г. Тобольска не выявлено.

По результатам эколого-биогеохимической оценки территории города, можно сделать вывод, что для сложившегося масштаба города и его промышленной специализации Тобольск, в целом, характеризуется сравнительно благоприятной геоэкологической обстановкой, это определяется значительным территориальным разрывом Восточной промзоны и основной селитебной зоны, прохождением транзитной автомагистрали вне селитебных частей города, а также высокой степенью развития озелененных территорий (городские леса).

### 4.3 Интегральная эколого-биогеохимическая оценка территории города

По результатам статистической обработки построены геохимические ряды ассоциаций элементов (таблица 6) [18]. Геохимические ряды построены в соответствии с коэффициентами концентрации элементов в каждой точке отбора и оставлены элементы с коэффициентом концентрации  $\geq 1$ .

Таблица 6 – Геохимический ряд ассоциаций элементов

Номер пробы	Геохимический ряд										
Тоб-1/1	Rb 1,27	Sr 1,02	Zn 1,01								
Тоб-1/2	As 1,26	Rb 1,18	Co 1,10	Ca 1,06							
Тоб-2/1	Sb 1,91	Rb 1,51	Sr 1,14	Br 1,06							
Тоб-2/2	Br 3,55	Na 1,70	Sb 1,66	Zn 1,64	Ba 1,39	Lu 1,36	Sr 1,36	Th 1,36	Fe 1,33	As 1,16	Sc 1,13
	Cr 1,12	Hf 1,11	Ce 1,11								
Тоб-2/4	Tb 4,48	La 3,76	Sm 2,99	Ce 2,34	Yb 1,99	Lu 1,95	Sr 1,58	Co 1,47	Zn 1,29	Ca 1,18	
Тоб-3/2	Hf 3,84	Cs 3,55	Sc 2,88	U 2,81	Th 2,73	Cr 2,64	Fe 2,60	Na 2,30	Lu 1,58	Yb 1,40	As 1,38
	Br 1,24	Ba 1,17	Sb 1,08	Ce 1,00							
Тоб-3/3	Rb 1,37	Co 1,23	Zn 1,20								
Тоб-3/4	La 3,48	Tb 3,11	Sm 3,09	Ce 2,64	Yb 2,17	Ba 2,07	Zn 1,37	Sr 1,36	Co 1,35	Ca 1,14	Lu 1,13
Тоб-4/2	Sb 1,95	U 1,44	Cr 1,38	Zn 1,26	Ca 1,20	Hf 1,09					
Тоб-4/3	Sb 3,73	Br 1,76	Sr 1,62	As 1,30	Cr 1,06	Ca 1,02					
Тоб-4/6	Cr 1,76	U 1,76	Co 1,67	Fe 1,36	Sc 1,28	As 1,26	Na 1,25	Ba 1,23	Th 1,18	Ca 1,14	Ce 1,01
Тоб-4/7	Sb 2,76	Zn 1,74	U 1,69	Rb 1,40	Br 1,32	Sr 1,18	Co 1,17	Cr 1,14	Ca 1,11	Na 1,06	
Тоб-4/8	As 3,16	Fe 2,78	Sc 2,30	Cs 2,04	Th 1,80	Br 1,69	Hf 1,43	Lu 1,41	Yb 1,35	Na 1,25	Rb 1,25
	Cr 1,12	Ba 1,05									



Номер пробы	Геохимический ряд										
Тоб-5/2	<b>Rb</b> <b>2,19</b>	<b>Lu</b> <b>1,63</b>	<b>U</b> <b>1,59</b>	<b>Co</b> <b>1,24</b>	<b>Fe</b> <b>1,15</b>	<b>Zn</b> <b>1,09</b>					
Тоб-5/4	<b>Cs</b> <b>3,21</b>	<b>Yb</b> <b>2,94</b>	<b>Lu</b> <b>2,84</b>	<b>Hf</b> <b>2,75</b>	<b>Sm</b> <b>2,43</b>	<b>Tb</b> <b>2,21</b>	<b>La</b> <b>2,21</b>	<b>Sc</b> <b>1,99</b>	<b>Fe</b> <b>1,94</b>	<b>Ce</b> <b>1,82</b>	<b>Ba</b> <b>1,73</b>
	<b>Th</b> <b>1,73</b>	<b>Na</b> <b>1,45</b>	<b>Rb</b> <b>1,14</b>	<b>Br</b> <b>1,09</b>	<b>Ca</b> <b>1,04</b>						
Тоб-5/5	<b>Tb</b> <b>4,56</b>	<b>Sm</b> <b>4,01</b>	<b>La</b> <b>3,42</b>	<b>Yb</b> <b>2,82</b>	<b>Lu</b> <b>2,43</b>	<b>Br</b> <b>2,03</b>	<b>Ba</b> <b>1,73</b>	<b>Ce</b> <b>1,66</b>	<b>Ca</b> <b>1,22</b>	<b>Sr</b> <b>1,15</b>	<b>Zn</b> <b>1,05</b>
Тоб-5/7	<b>Cs</b> <b>3,57</b>	<b>Sc</b> <b>3,09</b>	<b>Th</b> <b>2,84</b>	<b>Cr</b> <b>2,81</b>	<b>Hf</b> <b>2,53</b>	<b>Sb</b> <b>2,40</b>	<b>Na</b> <b>2,37</b>	<b>U</b> <b>2,24</b>	<b>As</b> <b>2,19</b>	<b>Yb</b> <b>2,15</b>	<b>Lu</b> <b>1,90</b>
	<b>Ce</b> <b>1,65</b>	<b>Ba</b> <b>1,00</b>									
Тоб-6/2	<b>Tb</b> <b>1,47</b>	<b>As</b> <b>1,42</b>	<b>Co</b> <b>1,37</b>								
Тоб-7/1	<b>Ba</b> <b>1,24</b>	<b>Ca</b> <b>1,15</b>									
Тоб-7/2	<b>U</b> <b>1,90</b>	<b>Na</b> <b>1,85</b>	<b>Zn</b> <b>1,57</b>	<b>Fe</b> <b>1,41</b>	<b>Sb</b> <b>1,11</b>	<b>Ca</b> <b>1,07</b>	<b>Cs</b> <b>1,06</b>	<b>As</b> <b>1,05</b>	<b>Sr</b> <b>1,03</b>	<b>Sc</b> <b>1,01</b>	
Тоб-7/3	<b>Hf</b> <b>2,98</b>	<b>Cr</b> <b>2,41</b>	<b>Cs</b> <b>2,28</b>	<b>Fe</b> <b>2,19</b>	<b>Na</b> <b>1,97</b>	<b>Sc</b> <b>1,72</b>	<b>Zn</b> <b>1,68</b>	<b>Th</b> <b>1,68</b>	<b>Ba</b> <b>1,64</b>	<b>U</b> <b>1,55</b>	<b>Co</b> <b>1,51</b>
	<b>Rb</b> <b>1,42</b>	<b>Lu</b> <b>1,27</b>	<b>Ce</b> <b>1,22</b>	<b>Sr</b> <b>1,22</b>	<b>Ca</b> <b>1,12</b>	<b>As</b> <b>1,03</b>					

Анализ геохимических рядов, построенных по коэффициентам концентрации элементов в каждой точке отбора, позволяет сделать вывод, что элементы, с наибольшим коэффициентом концентрации, в каждой точке отбора разные, преобладают редкоземельные элементы, а также Sb, As, Hf, Th, U [23].

По результатам анализа данных геохимических рядов ассоциаций элементов получены карты распределения элементов на территории города по точкам отбора.

Рисунки показывают, что у разных элементов различный характер распространения, но наблюдаются группы элементов с похожим расположением ореолов. Чаще всего ореолы с повышенным содержанием элементов выявляются в северо-восточной (Cr, Sc, Cs, Hf, As, Fe, Th, U) и южной (La, Sm, Tb, Ce, Lu, Yb) частях Тобольска, в отдельных случаях, ореолы наблюдаются в юго-западной и северо-западной частях города.

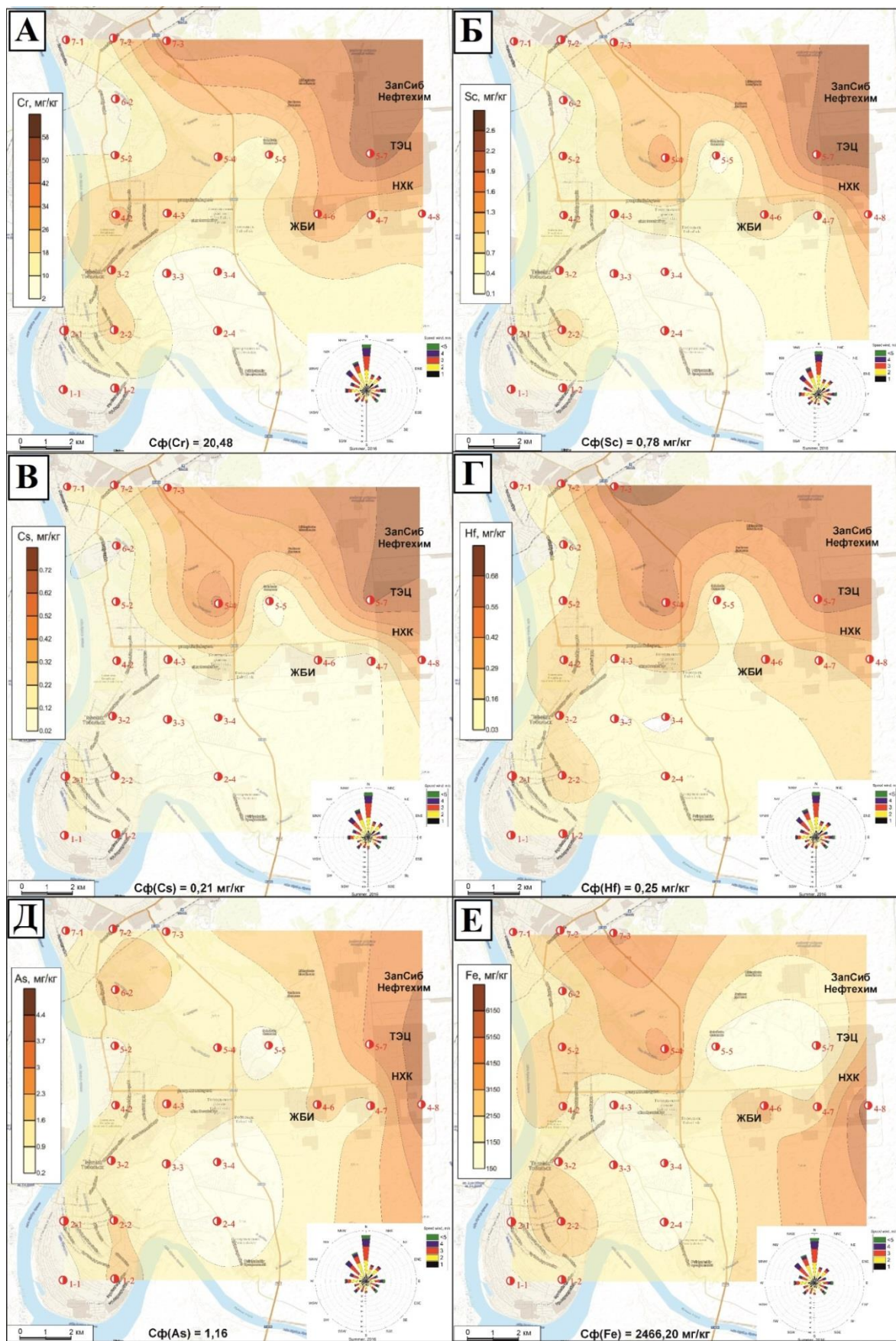


Рисунок 8 – Распределение Cr (А), Sc (Б), Cs (В), Hf (Г), As (Д), Fe (Е) (мг/кг) на территории г. Тобольск по данным опробования листьев тополя

На рисунке 8 представлено распределение Cr, Sc, Cs, Hf, As, Fe (мг/кг). Рисунок наглядно показывает, что у данных элементов ореол находится в северной и северо-восточной частях города.

Видно, что наибольшие концентрации Cr, Sc, Cs, Hf, As, Fe располагаются в точках, находящихся вблизи Тобольского нефтехимического комбината, ТЭЦ, строящегося на момент отбора проб, Западно-Сибирского нефтехимического комбината и ж/д станции Тобольск. Данные элементы могут попадать в атмосферу и почву вместе с пылевыми выбросами, в ходе строительства и работы предприятий, вместе с выхлопными газами тепловозов, грузовых и легковых машин, при истирании ходовой части и рельсов [5]. Нельзя не учитывать и господствующие южное и юго-восточное направления ветров.

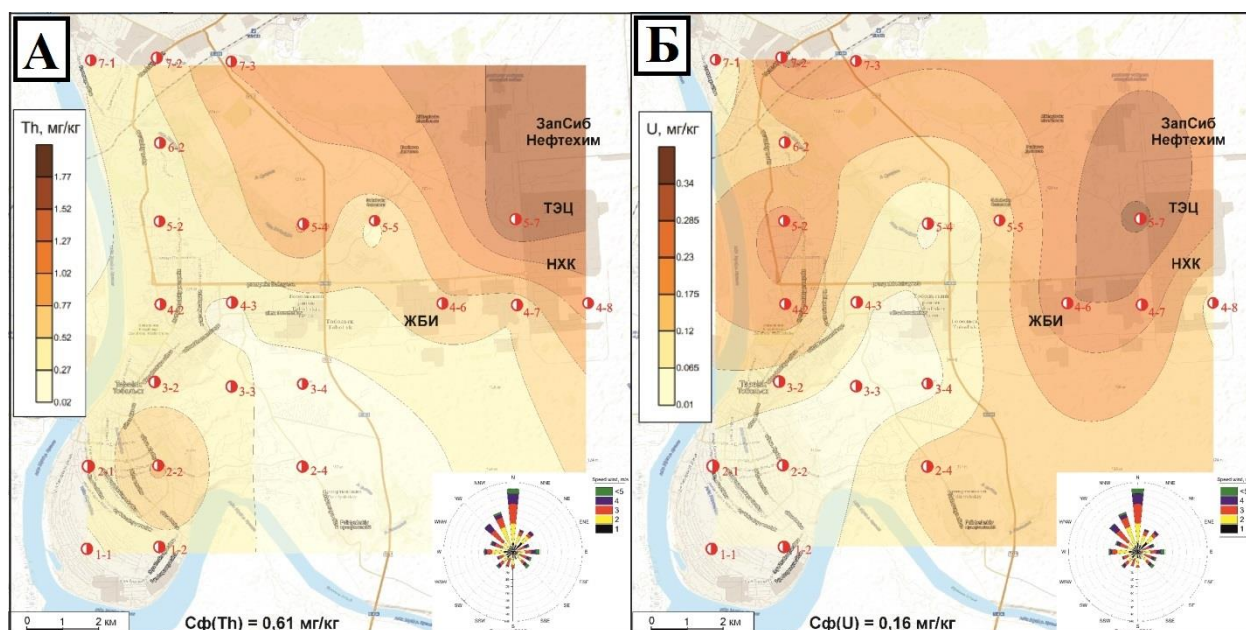


Рисунок 9– Распределение Th (А) и U (Б) (мг/кг) на территории г. Тобольск по данным опробования листьев тополя

Радиоактивные элементы U и Th (рисунок 9), в основном сконцентрированы в промзоне в точках 5-7, 4-8, такое распространение можно объяснить близким расположением таких объектов как: НХК, ТЭЦ. Известно, что металлический торий, и другие соединения тория и урана

применяют в нефтехимической промышленности в составе катализаторов при производстве этилена и полипропилена. Данные катализаторы в присутствии кислорода очень не устойчивы и имеют свойство окисляться [47].

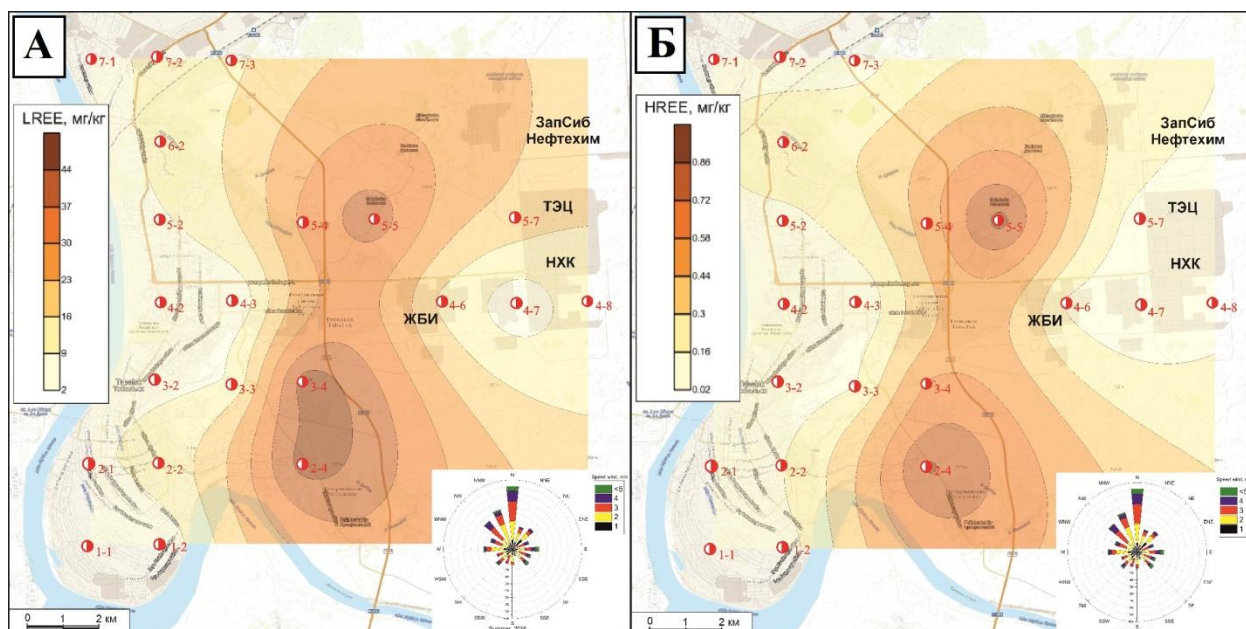


Рисунок 10 – Распределение LREE (А) и HREE (А) (мг/кг) на территории г. Тобольск по данным опробования листьев тополя

Рисунок 10А показывает ореол таких легких редкоземельных элементов (LREE), как La, Sm, Tb, Ce. Ореол состоит из двух выраженных областей концентраций данных элементов, которые приурочены к точкам отбора 2-4 – 3-1 и 5-5. На рисунке 10Б представлен ореол Yb и Lu, они относятся к тяжелым редкоземельным элементам (HREE). У данного ореола, как и у ореола легких редкоземельных элементов, повышенные содержания элементов наблюдаются в точках 2-4 и 5-5.

Схожее распространение ореолов легких и тяжелых редкоземельных элементов вероятно объясняется отсутствием ветрового переноса тяжелых редкоземельных элементов, которые часто содержатся в составе аэрозолей, а также вероятно объясняется геологическим строением территории.

Поскольку точки 2-4 и 3-1 находятся в надпойменной террасе р. Иртыш, а точка 5-5 находится в пойме р. Сузгузунка, приуроченной к долине Иртыша. Надпойменная терраса Иртыша преимущественно состоит их аллювиальных песков, которые содержат минералы, состоящие из редкоземельных химических элементов [13].

Сравнив, ореолы легких редкоземельных элементов (LREE) и тяжелых редкоземельных элементов (HREE) на территории г. Тобольска по данным опробования листьев тополя видно, что ореолы очень схожи по своей форме. Это позволяет сделать вывод, что повышенные содержания редкоземельных элементов в данных точках, относятся к природной аномалии.

При расчете аддитивного показателя получена карта пространственного распределения его значений с учетом среднего геометрического (Рисунок 11).

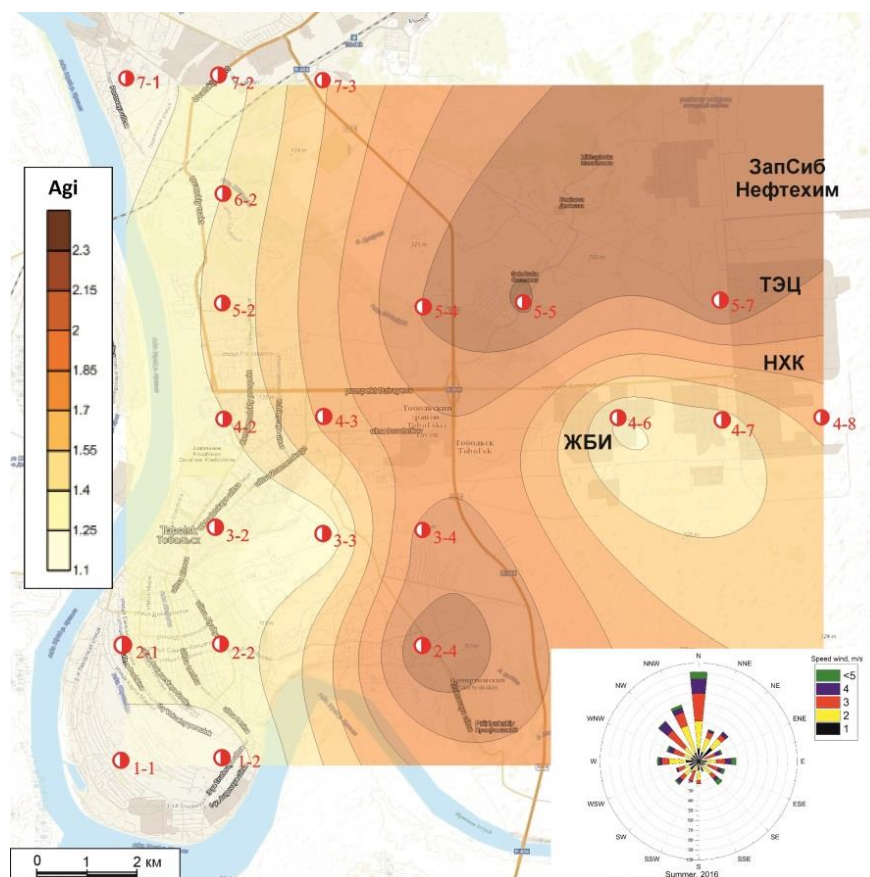


Рисунок 11 – Пространственное распределение значений аддитивного показателя

Данный рисунок наглядно показывает, что на территории г. Тобольск сформированы два, ярко выраженных ореола повышенных концентраций элементов. Максимальные значения аддитивного показателя сосредоточены в четырех точках. Точка 5-7, находится в промышленной зоне города, точки 5-5 и 5-5, располагаются вблизи Тобольской промышленной площадки, а точка 2-4 находится в селитебной зоне в районе с малоэтажной и индивидуальной жилой застройкой.

Ореол с повышенным содержанием редкоземельных элементов (La, Sm, Tb, Ce, Yb, Lu), находящийся в селитебной зоне, можно отнести к природной аномалии. Это подтверждается геологическим строением данной территории и схожестью ореолов легких и тяжелых редкоземельных элементов.

Ореол, который располагается на северо-востоке, относится к техногенной аномалии, так как находится вблизи и на территории промышленной зоны города, которая включает в себя такие предприятия как: Тобольский нефтехимический комбинат, ТЭЦ, завод железобетонных изделий и, строящийся на момент отбора проб, Западно-Сибирский нефтехимический комбинат.

## 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

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

В данном разделе приводится технико-экономическое обоснование проведения работ по теме диссертации.

Цель раздела: определить и проанализировать трудовые и денежные затраты, направленные на реализацию данной научно-исследовательской работы.

Объектом исследования используются листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera L.*). Предметом исследования является уровень содержания ртути в листьях тополя, отобранных на территории г. Тобольск. Территория отбора проб включала селитебную, промышленную и рекреационную зоны города. Отбор проб был проведен в августе 2016 г. Всего отобрана 21 проба листы тополя. Листья отбирали методом средней пробы из нижней внешней части кроны по окружности на высоте 1,5-2 м от поверхности земли с примерно одновозрастных деревьев.

Виды и объем научно-исследовательской работы представлены в таблице 7.

На основании технического плана рассчитываются затраты времени и труда. При расчете необходимо учитывать поправочный коэффициент и категорию трудности местности работы. Расчет был определен с помощью «Инструкции по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» и ССН-93 выпуск 2 «Геолого-экологические работы».

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ГЭГХ Юсупова Д.В.

На основании технического плана рассчитываются затраты времени и труда.

Таблица 7 – Технический план

№	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Эколого-геохимические работы биохимическим методом	проба	1	Отбор проб листьев тополя осуществляется на территории г. Тобольска	Бумажные (крафт) пакеты
2	Проведение маршрутов при эколого-геохимических работах	км	75	Проведение маршрута и сбор материала	Ручка
3	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (без использования ЭВМ)	проба	21	Анализ проб	Анализатор ртути
4	Камеральные работы, обработка материалов ЭГР (с использованием ЭВМ)	проба	21	Обработка баз данных Построение картосхем Построение графиков	ПК

В календарном плане работ указываются виды и отдельные этапы работ, общую их продолжительность и распределение этого срока по месяцам в пределах запланированного времени.

Полевые работы. Во время полевого периода отбор проб листьев тополя производился в соответствии с календарным планом: в конце августа 2016 г.

Лабораторные работы. Проведение анализа на ртутном анализаторе. Элементный анализ производился подрядчиком методом ИНАА в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета.

Камеральные работы заключались в интерпретации полученных результатов и обработке данных. Вся полученная информация была



предоставлена в виде отчета согласно техническому заданию и требованиям к эколого-геохимическим исследованиям. Как показано в таблице 8, период данного типа работ составил с декабря 2015 г. по май 2017 г.

Таблица 8 – Календарный план работ

Виды работ	2016					2017												
	август	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	
Полевые	+																	
Лабораторные		+	+	+	+					+								
Камеральные						+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+

## 5.2 Расчет затрат времени и труда на научно-исследовательскую работу

Порядок расчета затрат времени на эколого-геохимические работы определен «Инструкцией по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» и ССН-93, выпуск 2 «Геолого-экологические работы». Из этого справочника взяты следующие данные: норма времени, выраженная на единицу продукции; коэффициент к норме.

Результаты расчетов затрат времени по видам планируемых работ представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Затраты времени по видам работ

№	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	21	0,0448	1	ССН, вып. 2, табл. 41	0,9408
2	Проведения маршрутов при эколого-геохимических работах	км	75	0,101	1	ССН, вып. 2, табл. 44	7,575
3	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (без использования ЭВМ)	проб	21	0,0136	1	ССН, вып. 2, табл.59	0,2856
4	Камеральные работы, обработка материалов ЭГР (с использования ЭВМ)	проб	21	0,0337	1	ССН, вып. 2, табл. 61	0,7077
<b>Итого</b>							<b>9,5091</b>

Результаты расчетов затрат времени по сотрудникам представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Затраты времени по сотрудникам

№	Вид работ	Т	Геоэколог	Рабочий 2 категории
1	Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом	1,8816	0,9408	0,9408
2	Проведение маршрутов	15,15	7,575	7,575
3	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (без использования ЭВМ)	0,2856	0,2856	-
4	Камеральные работы, обработка материалов ЭГР (с использования ЭВМ)	0,7077	0,7077	-
<b>Итого</b>		<b>18,0249</b>	<b>9,5091</b>	<b>8,5158</b>

Расчет затрат времени производится по формуле:

$$N=Q*H_{вр}*K,$$

где N-затраты времени, Q-объем работ, H<sub>вр</sub> - норма времени, K - коэффициент за ненормализованные условия.

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

Расчет затрат материалов для данного проекта осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества. Результаты в таблице 11.

Таблица 11 – Расход материалов на проведение исследований

Наименование и характеристика изделия	Цена, руб.	Норма расхода материала (шт.) 1 месяц работы	Сумма, руб.
Блокнот малого размера	50	2	100
Фломастер	50	4	200
Карандаш простой	15	5	75
Ручка шариковая (без стержня)	50	2	100
Стержень для ручки шариковой	10	6	60
Папка для бумаг	20	4	80
Резинка ученическая	10	2	20
Линейка чертежная	50	1	50
<b>Итого</b>			<b>710</b>

### 5.4 Расчет затрат на оплату труда

Оплата труда зависит от оклада и количества отработанного времени, при расчете учитываются премиальные начисления и районный коэффициент. Таким образом формируется оплата 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 12.

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 (для г. Тобольска = 1,2).

$$\text{ДЗП} = ЗП * 7,9 \%,$$

где ДЗП - дополнительная заработная плата (%).

$$\text{ФЗП} = ЗП + \text{ДЗП},$$

где ФЗП - фонд заработной платы (руб.).

Таблица 12 – Расчет оплаты труда

Наименование расходов		Един. измер.	Затраты труда	Дневная ставка, руб	Сумма основных расходов
Основная заработная плата:					
геоэколог	1	чел-см	9,5091	1000	9 509,1
рабочий	1	чел-см	8,5158	833	7 093,66
ИТОГО:	2		18,0249		16 602,76
Дополнительная зарплата	7,9 %				1 311,62
ИТОГО:					17 914,38
ИТОГО: с р.к.=	1,2				21 497,26
Страховые взносы	30,0 %				6 449,18
<b>Итого основных расходов</b>					<b>27 946,44</b>

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

### 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 13.

Таблица 13 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Кол - во	Балансовая стоимость, руб.	Годовая норма амортизации, %	Время полезного использования в разработке, %	Сумма амортизации за год, руб.
Персональный компьютер	1	38000	10	15	570
<b>Итого</b>					<b>570</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 14.

Таблица 14 – Затраты на подрядные работы

№	Метод анализа	Кол-во проб	Стоимость, руб.	Итого
1	Инструментальный нейтронно-активационный анализ	21	2000	42 000
<b>Итого</b>				<b>42 000</b>

Таблица 15 – Затраты на проведение полевых работ

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
1. Материальные затраты	710,0
2. Затраты на оплату труда со страховыми взносами	27 946,44
3. Амортизационные отчисления	570,0
<b>Итого основные расходы</b>	<b>29 226,44</b>

### 5.7 Общий расчет сметной стоимости научно-исследовательской работы

Общий расчет сметной стоимости оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов в этой документе служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ. Общий расчет сметной стоимости работ отображен в таблице 16.

Таблица 16 - Общий расчет сметной стоимости геоэкологических работ.

№ п/п	Статьи затрат	Объем		Итого, руб.
		Ед. изм.	Кол-во	
1	2	3	4	6
<b>I. Основные расходы на геоэкологические работы</b>				
1.	Материальные затраты			710
2.	Затраты на оплату труда со страховыми взносами			27 946,44
5.	Амортизационные отчисления			570
<b>Итого основные расходы:</b>				<b>29 226,44</b>
II. Накладные расходы		% от ОР	15	4 383,97

Итого основные и накладные			33 610,41
III. Плановые накопления	% от ОР+НР	15	5 041,56
V. Подрядные работы (лабораторные работы)			42 000
VI. Резерв	% от ОР	3	876,79
Всего по объекту:			81 528,76
НДС	%	18	14 675,18
Всего по объекту с учетом НДС:			<b>96 203,94</b>

Стоимость работ, для выполнения работы по оценке эколого-геохимического состояния территории г. Тобольска по данным изучения листьев тополя, составляет 96 203,94 рублей с учетом НДС.

## 6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В данной главе дипломной работы производится анализ опасных и вредных факторов применительно рассматриваемому виду производственной деятельности, разработке мер по защите в чрезвычайных ситуациях, а также описанию правовых и организационных вопросов обеспечения безопасности.

Рабочее место расположено в учебном компьютерном классе МИНОЦ «Урановая геология» на кафедре геоэкологии и геохимии ИПР (541 ауд.) 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 ПВЭМ составляет не менее 4,5 м<sup>2</sup>, а объем – не менее 20 м<sup>3</sup>. В аудитории имеется 12 персональных компьютеров. Работа на ПК проводится в помещении, соответствующем гигиеническим требованиям [34].

### 6.1 Производственная безопасность

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 1.1.2.).

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

В данной работе рассматриваются следующие вредные факторы: неблагоприятный микроклимат, недостаточная освещенность рабочего места, шум, ЭМП (электромагнитное поле), а также психофизические факторы [38].

##### *Неблагоприятный микроклимат.*

Неблагоприятный микроклимат оказывает значительное влияние на функционирование организма человека. Например, слишком низкая или слишком высокая температура воздуха увеличивает и уменьшает его

теплоотдачу, и в обоих случаях является ненормальным состоянием; слишком низкая (менее 20%) влажность воздуха может привести к пересыханию слизистых оболочек, а слишком высокая влажность (более 80%) затрудняет процесс терморегуляции.

Оптимальные нормы и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне помещений представлены в таблице 17, где рассматривается категория работ Ia. «К категории Ia относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим [42].

Таблица 17 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

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

Данные условия микроклимата в помещении регулируются и зависят от мощности системы отопления и вентиляции.

Таким образом, микроклиматические условия рабочего помещения соответствуют гигиеническим требованиям СанПиН 2.2.4.548-96 и являются комфортными. Мероприятия, направленные на обеспечение безопасности в помещениях, оборудованных ПК, заключаются в ежедневной влажной уборке и систематическом проветривании (естественная вентиляция) после каждого часа работы на ПК.

При работах, выполняемых сидя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,0 м, а относительную влажность воздуха – на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки. При работах, выполняемых стоя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,5 м, а относительную влажность воздуха – на



высоте 1,5 м. Скорость движения воздуха следует измерять анемометрами вращательного действия [42].

*Недостаточная освещенность рабочего места.* Освещенность помещения является важным фактором в условиях постоянной работе с компьютером. Так как органы зрения испытывают постоянное воздействие от экрана монитора, необходимо, чтобы окружающее освещение не было дополнительным источником негативного воздействия на глаза человека. Недостаточное освещение рабочего места повышает утомляемость работника, снижает внимательность, уменьшает производительность труда и способствует развитию близорукости. Уже через 40-45 минут непрерывной работы за компьютером, у пользователя могут появиться первые признаки дискомфорта, а через 2 часа происходит значительное ухудшение зрительных функций [3].

В аудитории, где находится рабочее место, совмещенное освещение. Естественное освещение осуществляется через боковые окна, ориентированные на восток. Общее искусственное освещение обеспечивается 15 светильниками, встроенными в потолок и расположенными в 5 рядов параллельно рядам столов с ПК, что позволяет достичь равномерного освещения [39].

Также освещенность поверхности экрана не должен быть более 300 лк, яркость светящихся поверхностей (окно, светильник и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200кд/м<sup>2</sup>, яркость бликов на экране ПК не должна превышать 40кд/м<sup>2</sup> и яркость потолка не должна превышать 200кд/м<sup>2</sup> [41].

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях использования ПК 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 [39].

*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 12.1.003–2014 ССБТ “Шум. Общие требования безопасности”. При выполнении работы на ПК уровень шума в рабочем помещении не должен превышать 45 дБ [32].

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

*ЭМП.* Источниками электромагнитных излучений на рабочем месте являются компьютеры и сетевые фильтры.

Электромагнитное поле воздействует на организм человека, приводя к ослаблению иммунитета, нарушению метаболизма, повышенной утомляемости, болям в области сердца, изменениях кровяного давления и пульса, возникновению различных заболеваний, в том числе психологических (депрессия, нервозность) и т.д.

Допустимые нормы электромагнитного излучения при работе с оборудованием обозначены в нормативных документах (ГОСТ 12.1.045–84, СанПиН 2.2.2.542-96) [34,40] и представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Временные допустимые уровни ЭМП при работе с ПК

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Основными средствами защиты от электромагнитного излучения при работе с ПК являются использование качественной техники, соответствующей стандартам качества, использование экранных фильтров, ослабляющих электростатическое и электромагнитное поле, а также заземление техники [35].

*Психофизические факторы.* Применительно к работе за компьютером под психофизическими факторами понимают: монотонный режим работы, напряжение зрения, памяти, внимания, эмоциональные перегрузки.

Основным фактором, влияющим на нервную систему пользователя ПК, является большой поток информации, который он вынужден воспринимать.

После непрерывной работы за компьютером к концу рабочего дня пользователь может испытывать переутомление глаз, головную боль, боль в мышцах спины, а также в области шеи.

Одним из способов предупреждения преждевременной утомляемости пользователей ПК является организовывать рабочую смену путем чередования работ с использованием ПК и без него. При высоком уровне напряженности работы рекомендуется психологическая разгрузка в специально оборудованных помещениях.

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.

Также в данной работе рассматриваются следующие опасные факторы:

С учетом рассматриваемой производственной среды, в данном разделе рассматриваются такие факторы как механические опасности, электробезопасность и пожароопасность. Пожароопасность подробно будет рассмотрена в пункте 1.3.

*Электробезопасность.* Компьютер содержит большое количество компонентов, питающихся от источников тока, таких как монитор, системный блок, принтер, клавиатура, мышь. Все перечисленное, а также множество

соединительных проводов компонент представляют потенциальную угрозу воздействия тока на пользователя. Поэтому, во избежание поражения током, крайне важно соблюдать основные правила по электробезопасности при работе с ПК.

Прежде всего, перед началом работы нужно убедиться в целостности вилки и провода электропитания, а также в отсутствии повреждений компонент ПК. При обнаружении любого вида неисправностей необходимо немедленно обратиться к администрации или уполномоченному техническому персоналу.

Во избежание поражения электрическим током запрещается:

- прикасаться задней панели системного блока, а также тыльной стороне дисплея компьютера;
- работать за компьютером во влажной одежде или влажными руками;
- вытирать пыль с компьютера во включенном состоянии;
- использовать жидкие или аэрозольные чистящие средства для осуществления чистки компьютера;
- касаться одновременно каких-либо трубопроводов, батарей отопления, металлических конструкций, соединенных с землей (при пользовании электроприборами);
- класть посторонние предметы на средства вычислительной техники, а также периферийные устройства.

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;
4. Своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово-профилактических работ и предупредительных ремонтов [33].

*Механические опасности.* Рабочее место пользователя ПК оснащено достаточно большим количеством компонентов компьютера, поэтому во избежание получения травм от падения каких-либо предметов, все оборудование должно быть размещено на устойчивых поверхностях. Кроме того, все составляющие рабочего места должны учитывать физические особенности человека и не препятствовать его свободному движению. Компьютерные классы, как правило, характеризуются достаточно высокой плотностью размещения техники, которая в свою очередь подразумевает наличие множества проводов. В целях обеспечения безопасности рабочего места все провода и соединительные элементы должны быть размещены таким образом, чтобы не препятствовать перемещению пользователя по всему пространству помещения [41].

## **6.2 Экологическая безопасность**

Во время камеральных работ происходит окончательная обработка результатов измерений, производятся расчеты, строятся картосхемы распределения исследуемых элементов и т.д. По результатам камеральных работ создается представление о поставленной задаче.

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.

В данном типе работ негативного влияния на окружающую среду не происходит, главная опасность – негативное влияние на здоровье человека. Чтобы избежать эти опасности нужно соблюдать требования к организации

рабочих мест пользователей ПК и режим труда (более подробно рассмотрено в пункте 4).

### **6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Одним из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС является пожар на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

Федеральным законом от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012 № 117-ФЗ, 02.07.2013 № 185-ФЗ) [43].

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»;
- памятка о соблюдении правил пожарной безопасности; – ответственный за пожарную безопасность;
- для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции; – для локализации небольших загораний помещение оснащено углекислотными огнетушителями (ОУ-8 в количестве 2 шт);

- установлена система автоматической противопожарной сигнализации (датчик-сигнализатор типа ДТП).

Действия в случае возникновения ЧС. При обнаружении пожара работнику необходимо:

- немедленно прекратить работу и вызвать пожарную охрану по телефону «01», сообщив при этом адрес, место возникновения пожара и свою фамилию;

- принять по возможности меры по эвакуации людей и материальных ценностей;

- отключить от сети закрепленное за ним электрооборудование;

- приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения;

- сообщить непосредственному или вышестоящему начальнику и оповестить окружающих сотрудников;

- при общем сигнале опасности покинуть здание.

## **6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **6.4.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства**

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. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», главе 1, статье 5 утверждены права и обязанности работника в связи с проведением специальной оценки условий труда [43].

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 [43].

*Режим труда и отдыха при работе с компьютером.*

При работе с компьютером в среднем через 2 часа у пользователя наблюдается утомления. Во избежание дальнейшего ухудшения состояния пользователя и снижения его активности, необходимо соблюдать правильный режим работы и отдыха.

Трудовая деятельность на ПК делится на 3 группы в зависимости от характера выполняемой работы:

- группа А – считывание информации с экрана по запросу;
- группа Б – ввод информации;
- группа В – режим диалога с ПК, творческая работа.

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

По степени тяжести и напряженности работы на ПК выделяют следующие группы:

- группы А и Б – суммарное число считываемой и вводимой информации соответственно;
- группа В – суммарное время непосредственного диалога с компьютером.

В таблице 19 представлены категории тяжести работ в зависимости от нагрузки для каждой группы [41].



Таблица 19 – Суммарное время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности работы, вида и категории трудовой деятельности с ПК

Категория работы с ПК	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ПК			Суммарное время регламентированных перерывов, мин.	
	группа А, количество знаков	группа Б, количество знаков	группа В, ч	при 8-часовой смене	при 12-часовой смене
I	до 20 000	до 15 000	до 2	50	80
II	до 40 000	до 30 000	до 4	70	110
III	до 60 000	до 40 000	до 6	90	140

Для 8-часовой рабочей смены установлены следующие режимы перерывов (в зависимости от категории работы):

- через 2 часа от начала рабочего дня, через 2 часа после обеденного перерыва – по 15 минут;

- через 2 часа от начала рабочего дня, через 1,5 – 2 часа после обеденного перерыва – по 15 минут или через каждый час работы - по 10 минут;

- через 1,5 – 2 часа от начала рабочего дня, через 1,5 – 2 часа после обеденного перерыва – по 20 минут или через каждый час работы – по 15 минут.

Также необходимо использовать регламентированные микроперерывы для осуществления массажа пальцев и гимнастики для глаз.

Соблюдение данных мер позволит снизить психологическую нагрузку, утомляемость, а также послужить профилактикой нарушения зрения.

#### **6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя (требования к организации рабочих мест пользователей ПК)**

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 при организации рабочего места пользователя компьютера необходимо соблюдать следующие требования:

– расстояние между рабочими столами с видеомониторами должно составлять не менее 2 м в направлении тыльной стороны монитора, и не менее 1,2 м между боковыми поверхностями мониторов;

– расстояние от монитора до глаз пользователя должно быть не менее 600-700 мм, при определенном размере шрифта допускается величина 500 мм;

– конструкция рабочего стула должна учитывать рост пользователя, продолжительность работы; способствовать естественному движению пользователя, не оказывать дополнительной нагрузки на мышцы спины и шейно-плечевой области;

– конструкция рабочего стола также должна учитывать естественное положение пользователя при работе за компьютером, длительность работы и обеспечивать оптимальное размещение всего используемого в процессе работы оборудования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эколого-геохимическое состояние территории определяется уровнем загрязнения природных компонентов окружающей среды химическими элементами и их соединениями, обладающими токсическим эффектом. Современная нормативная база эколого-геохимической оценки состояния урбанизированных территорий основывается на использовании целого ряда коэффициентов и показателей, разработанных в прикладной геохимии [7].

Актуальной научной и производственной задачей остается определение и контроль содержания загрязняющих веществ и их соединений в атмосферном воздухе, почвах, природных и питьевых водах, в донных отложениях, промышленных отходах, в различных биосредах, в том числе растениях, кормах, продуктах питания и т.д. при помощи современных аналитических методов.

Тобольск – основной узел южной части Тюменской области, является одним из промежуточных транспортных центров связывающих Тюмень и города Приобья автодорожной и железнодорожной магистралях. Также в районе Тобольска по направлению к Европейской России проходит ряд магистральных газо- и нефтепроводов.

Техногенную нагрузку на окружающую среду города оказывают предприятия энергетики, нефтехимической промышленности, промышленности строительных материалов, ж/д и автотранспорт. Промышленную базу Тобольска формируют следующие предприятия: Тобольский нефтехимический комбинат «ТНХК», Западно-Сибирский нефтехимический комплекс «ЗапСибНефтехим», завод железобетонных изделий «ЗЖБИ №4», завод строительных материалов «Иртыш-Базальт».

На территории г. Тобольск действуют постоянный, устойчивый и прогрессивный типы загрязнения окружающей среды. Источники, вносящие большой вклад в загрязнения атмосферы города; предприятия занимающиеся распределением и производством электроэнергии, газа, ж/д и автотранспорт.

Основным выводом работы послужило установление на территории г. Тобольск двух, ярко выраженных ореолов повышенных концентраций элементов.

На территории Тобольска, имеется ореол повышенных концентраций Cr, Sc, Cs, Hf, As, Fe, Th, U в восточной и северо-восточной части города. Данный ореол можно отнести к техногенной аномалии, так как находится вблизи и на территории промышленной зоны города, которая включает в себя такие предприятия как: Тобольский нефтехимический комбинат, ТЭЦ, завод железобетонных изделий и, строящийся на момент отбора проб, Западно-Сибирский нефтехимический комбинат.

Характерный ореол повышенных концентраций элементов, выявлен в селитебной зоне, который протягивается от центральной части опробованной территории к югу. Данный ореол можно отнести к природной аномалии, поскольку в повышенных концентрациях находятся следующие редкоземельные элементы: La, Sm, Tb, Yb, Lu, Ce, содержание которых объясняется геологическим строением данной территории. Точки, с наибольшими концентрациями данных элементов находятся в надпойменной террасе р. Иртыш и в пойме р. Сузгузунка, приуроченной к долине Иртыша. Надпойменная терраса Иртыша преимущественно состоит из аллювиальных песков, которые, вероятно, содержат минералы, состоящие из редкоземельных химических элементов.

Выделяется ряд химических элементов, характерных для определенной части города, в зависимости от природных факторов, биогеохимическими особенностями территории и наличием поблизости промышленных предприятий.

Для сложившегося масштаба города и его промышленной специализации Тобольск в целом характеризуется сравнительно благоприятной геоэкологической обстановкой, это определяется значительным территориальным разрывом Восточной промзоны и основной селитебной зоны, прохождением транзитной автомагистрали вне селитебных

частей города, а также высокой степенью развития озелененных территорий (городские леса).

Результаты исследования подтверждают наличие индикаторных свойств у листьев тополя, что позволяет использовать этот объект в биогеохимическом мониторинге для оценки загрязнения окружающей среды.

Стоимость работ, для выполнения работы по оценке эколого-геохимического состояния территории г. Тобольска по данным изучения листьев тополя, составляет 96 203,94 рублей с учетом НДС.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Абатуров А. В. Лесная древесная растительность как индикатор состояния окружающей среды // Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья. – М.: Наука, 1982. – С. 97 – 103.
- 2 Алексеенко В.А. Эколого-геохимические изменения в биосфере. Развитие, оценка. – М.: Универ. Книга Логос, 2006. – 520 с.
- 3 Безопасность жизнедеятельности. Расчет искусственного освещения: методическое указание к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей / сост. О.Б. Назаренко. – Томск: Изд. ТПУ, 2008. – 12 с.
- 4 Д. В. Юсупов, Е. Е. Ляпина, Е. М. Турсуналиева, В. В. Осипова. Ртуть в листьях тополя на территории Калининской промышленной зоны г. Новосибирска // Научно-практическая конференция с международным участием «Экологические проблемы региона и пути их решения», Сибирский экологический форум «Эко- BOOM» (13–15 окт. 2016 г.). – Омск: ЛИТЕРА, 2016. – стр. 403–407.
- 5 Зайцев В.А. Промышленная экология: учебное пособие / В.А. Зайцев. - М.: БИНОМ. Лаборатория изданий, 2012. 382 с. : ил. ISBN 978-5-9963-0812-5
- 6 Зырин Н.Г., Малахов С.Г. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / под редакцией д-ра биол. Наука Н.Г. Зырина. – Москва: Московское отделение гидрометеоздата, 1981. – С. 110
- 7 Ковалевский А. Л. Биогеохимия растений / А. Л. Ковалевский. – Новосибирск : Наука: Сиб. отд-ие, 1991. – 294 с
- 8 Колесник, В. В. Инструментальный нейтронно-активационный анализ биоматериалов и аэрозольных частиц / В. В. Колесник, Н. П. Росляков, А.

- М. Самонов и др. // Ядерно-физические методы анализа в контроле окружающей среды: Труды 3 Всесоюзного совещания. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1987. – С. 68–73.
- 9 Колесник, В. В. Инструментальный нейтронно-активационный анализ биоматериалов и аэрозольных частиц / В. В. Колесник, Н. П. Росляков, А. М. // Ядерно-физические методы анализа в контроле окружающей среды: – Ленинград: Гидрометеиздат, 1990. – С. 23–42.
- 10 Костин А. А. Популярная нефтехимия. Увлекательный мир химических процессов / Костин Андрей. — М. : Ломоносовъ, 2013. — 176 с.
- 11 Легасов В.А., Кузин Н.Н. Проблемы энергетики // Природа. – 1981.– № 2. – С. 8-23.
- 12 Лекция по курсу Геохимический мониторинг «Обработка геохимической информации» // Филимоненко Е.А., 2017
- 13 Леонова А.В. Основы гидрогеологии и инженерной геологии: учебное пособие / сост.: А.В. Леонова; Томский политехнический университет. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 149 с.
- 14 Методические рекомендации по определению степени загрязнения городских почв и грунтов и проведению инвентаризации территорий, требующих рекультивации. - М. : ИМГРЭ, 2002, 72 с.
- 15 Михальчук А.А., Язиков Е.Г. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть II. Компьютерный практикум. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2014. – 150 с.
- 16 Основы биогеохимии: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Всеволод Всеволодович Добровольский. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 400 с.
- 17 Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России. – 2015. – Т. 19. – №6. – С. 58-63.

- 18 Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Элементный состав листвы тополя как биогеохимический индикатор промышленной специализации урбасистем // Экология и промышленность России. – 2015. – Т. 19. – №6. – С. 58-63.
- 19 Сабинин, Д. А. Физиологические законы питания растений / Д. А. Сабинин. – М., 1955. – 512 с.
- 20 Уфимцева М.Д. Закономерности накопления химических элементов высшими растениями и их реакции в аномальных биогеохимических провинциях // Геохимия. – 2015. – № 5. –С. 450–465.
- 21 Шатилов А.Ю. Вещественный состав и геохимическая характеристика атмосферных выпадений на территории Обского бассейна: автореф. дис. канд.геол.-мин.наук – Томск, 2001. – 22 с.
- 22 Шицкова А.П. Охрана окружающей среды от загрязнения предприятиями черной металлургии / Ю.В. Новиков, Н.В. Клишкина и др. –М.: Металлургия, 1982. –208 с.
- 23 Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Павлова Л.М., Радомская В.И. О проявленности природнотехногенных факторов по соотношению содержания тория и урана в листьях тополя на урбанизированных территориях // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. – 2016. – С. 729-733.
- 24 Язиков Е.Г. Минералогия техногенных образований: учебное пособие/ Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В.Жорняк; Томский политехнический университет. - Томск, 2011. – 160 с.
- 25 Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 276 с.
- 26 Bargagli, R. The elemental composition of vegetation and the possible incidence of soil contamination of samples / R. Bargagli // The Science of the Total Environment. – 1995. – Vol. 176. – pp. 121–128
- 27 Emel S., Aysun U., Banu O.,Muslim M. S., Berkay C. Biomonitoring of  $^{210}\text{Po}$  and  $^{210}\text{Pb}$  using lichens and mosses around coal- fired power plants



in Western Turkey// Journal of Environmental Radioactivity 102 (2011) 535–542

- 28 Gillooly S.E., Carr Shmool J.L., Michanowicz D.R. Framework for using deciduous tree leaves as biomonitors for intraurban particulate air pollution in exposure assessment // Environ Monitoring Assessment. – 2016. – № 7. – P. 456–479.
- 29 Gorelova S.V., Bioindication and monitoring of atmospheric deposition using trees and shrubs /Gorelova S.V., M.V. Frontasyeva, A.V. Gorbunov, S.M. Lyapunov, O.I. Okina // Materials of 27th Task Force

#### Нормативно-методические издания

- 30 .ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 31 с.
- 31 .ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005. – 4 с.
- 32 ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. / М.: Росстандарт – 2014г, –37с.
- 33 ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов / М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 34 ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля/ М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
- 35 ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования / М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.

- 36 ГОСТ Р 43638-2009. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектрометрии на основе эффекта Зеемана. – М.: Стандартинформ, 2008. – 15с.
- 37 ГОСТ Р 54639-2011. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектрометрии на основе эффекта Зеемана. – М.: Стандартинформ, 2012. – 18с.
- 38 Международный стандарт ICCSR 26000:2011 «Социальная ответственность организации», 2011.
- 39 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий». – М.: Минздрав России, 2003 (с изменениями от 15 марта 2010 г.).
- 40 СанПиН 2.2.2.542-96 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы / М: Госкомсанэпиднадзор, - 1996, 24 с.
- 41 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы. — Введен: 30.06.2003. М.: Издательство стандартов, 2003. - 14 с.
- 42 СанПиН 2.2.4.548-96. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». – М.: Минздрав России, 1997.
- 43 Федеральный закон от 28.12.2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», 2013.

#### Интернет ресурсы

- 44 Анализатор ртути «РА-915М» с пиролитической приставкой «ПИРО-915+» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lumex.ru/catalog/ra-915m-piro-915.php>

- 45 Доклад о состоянии окружающей среды в Тюменской области в 2016 г. // Официальный портал органов государственной власти Тюменской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://admtyumen.ru/ogv\\_ru/about/ecology/eco\\_monitoring/more.htm?id=11447166%40cmsArticle](https://admtyumen.ru/ogv_ru/about/ecology/eco_monitoring/more.htm?id=11447166%40cmsArticle)
- 46 Ершова В.С., Нелюбина Е.Г. Анализ качества окружающей среды на территории предприятия «ООО ТОБОЛЬСК-ПОЛИМЕР» г. Тобольска // Материалы VIII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2016/1463/17766>
- 47 Производственная цепочка "ЗапСибНефтехим" // ПАО "СИБУР Холдинг": [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sibur.ru/upload/iblock/160/160d3ee504819d58baf034da81cebfd5.pdf>.
- 48 Материалы Оценки воздействия на окружающую среду комплекса "ЗапСибНефтехим" // ПАО "СИБУР Холдинг" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sibur.ru/upload/iblock/160/160d3ee504819d58baf034da81cebfd5.pdf> (дата обращения: 12.03.18).
- 49 Машиностроение // Greenologia.ru: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://greenologia.ru/eko-problemy/mashinostroenie>.
- 50 Официальный сайт администрации города Тобольска: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.admtobolsk.ru/tob\\_grad/gen\\_plan](http://www.admtobolsk.ru/tob_grad/gen_plan)
- 51 Погода в Тобольске // Расписание погоды: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rp5.ru>.
- 52 Погода в Тобольске по месяцам // pogoda360: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://russia.pogoda360.ru/142892/avg>.