

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

Институт природных ресурсов
Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»
Кафедра геоэкологии и геохимии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Элементный состав листьев тополя как биогеохимический индикатор окружающей среды городов на примере г. Благовещенска (Амурская область)

УДК 581.144.4:502.175(571.61)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Дорохова Любовь Александровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Юсупов Дмитрий Валерьевич	кандидат геолого- минералогических наук, доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Цибульников Маргарита Радиевна	канд. географ. наук., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Кырмакова Ольга Сергеевна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Язиков Егор Григорьевич	доктор геол.- минерал. наук, профессор		

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

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

Планируемые результаты обучения

Код результат а	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять глубокие базовые и специальные, естественно-научные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач, связанных с рациональным природопользованием и охраной окружающей среды	Требования ФГОС (ПК-1, 2, 4, 6, 10; ОПК-1, 2, 3, 6, 8; ОК-1, 2,3), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.1-5.2.3., 5.2.5, 5.2.9)
P2	Разрабатывать природоохранные мероприятия, практические рекомендации по охране природы и обеспечению устойчивого развития, проводить оценку воздействия планируемых сооружений на окружающую среду, диагностировать проблемы охраны природы.	Требования ФГОС (ПК-3, 4, 5, 6, 9; ОПК- 2, 6, 7, ОК- 1, 3) Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4, 5.2.7-5.2.8)
P3	Организовывать и проводить экологическую экспертизу различных видов проектного задания, осуществлять экологический аудит любого объекта, владеть основами проектирования	Требования ФГОС (ПК- 3, 4, 5, 7, 8, 9; ОПК- 6, 7, ОК-1, 2) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.6, 5.2.10, 5.2.14.- 5.2.15)
P4	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации	Требования ФГОС (ПК- 9, 10; ОПК- 3, 5, 7, 9, ОК-1, 2, 3) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.16)
P5	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в сфере охраны окружающей среды	Требования ФГОС (ПК – 4, ОПК-4, ОК-3) Критерий 5 АИОР (п. 5.2.12- 5.2.16)
P6	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-1, 6, 10, ОПК-2, 3, 4, 5, 8, ОК-1, 2, 3) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.13- 5.2.16)

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

Институт природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 05.04.06. «Экология и природопользование»

Кафедра геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. Кафедрой ГЭГХ ИПР
Е.Г. Язиков

(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Дорохова Любовь Александровна

Тема работы:

Элементный состав листьев тополя как биогеохимический индикатор окружающей среды городов на примере г. Благовещенска (Амурская область)

Утверждена приказом директора ИПР	10.03.2017, № 1556/с
-----------------------------------	----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2017

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Публикации, фондовые источники, интернет ресурсы, самостоятельно собранный материал.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (соотносится с названием параграфов или задачами работы)	1. Листья тополя как биогеохимический индикатор состояния окружающей среды; 2. Физико-географическая характеристика г. Благовещенска; 3. Источники воздействия на компоненты окружающей среды и здоровье населения; 4. Методы исследований; 5. Результаты анализа элементного состава листьев тополя г. Благовещенска; 6. Интегральная оценка содержания элементов в листьях тополя; 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 8. Социальная ответственность
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	карта-схема опробования, карты пространственного распределения элементов
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Цибульников М.Р.
Социальная ответственность	Кырмакова О.С.
Раздел ВКР, выполненный на иностранном языке	Матвеев И.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Using biogeochemical methods for environmental assessment in the urbanized areas	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Юсупов Дмитрий Валерьевич	кандидат геолого-минералогических наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Дорохова Любовь Александровна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Дорохова Любовь Александровна

Институт	ИПР	Кафедра	ГЭГХ
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	Экология и природопользование

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемым методам
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов согласно сборнику сметных норм на геолого-разведочные работы, выпуск 2 «Геолого-экологические работы»
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Страховые взносы – 30 % НДС – 18 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Технико – экономическое обоснование проведения исследований Линейный график выполнения работ
---	---

Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):

1. Линейный календарный график выполнения работ
2. Карта схема отбора проб

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень	Подпись	Дата
доцент	Цибульникова Маргарита Радиевна	канд. географ. наук., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Дорохова Любовь Александровна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Дорохова Любовь Александровна

Институт	Природных ресурсов	Кафедра	ГЭГХ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Экология и природопользование

ЗАДАНИЕ

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Рабочее место расположено в учебном компьютерном классе (541 ауд.) МИНОЦ «Урановая геология» на кафедре геоэкологии и геохимии ИПР на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ, Ленина 2/5).
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).	Рассмотрены и проанализированы следующие вредные факторы: показатели микроклимата в помещении, плохое освещение, шум, ЭМП и психофизические факторы
1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – электробезопасность (источники, средства защиты); – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты).	- Электробезопасность. Источники: электрооборудования и электроприборы (ПК). Средства защиты: электроизолирующие провода, заземление. - Пожаробезопасность. Причины: несоблюдение правил пожаробезопасности. Профилактические мероприятия: средства пожаротушения применяются в зависимости от вида источника пожара (порошковые и жидкие). - Механические. Причины: большое количество компонентов компьютера, получения травм от падения компонентов ПК. Меры предосторожности: размещение оборудования на устойчивых поверхностях, все провода и соединительные элементы должны быть размещены таким образом, чтобы не препятствовать перемещению пользователя по всему пространству помещения.

2. Экологическая безопасность: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	В данном типе работ негативного влияния на окружающую среду не происходит, главная опасность – негативное влияние на здоровье человека (более подробно рассмотрено в пункте 4).
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Возможные ЧС - пожар в здании. Наличие 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, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации; наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения; сигнализация и оповещение о пожаре.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны проводятся в соответствии с планом проведения этапов исследовательской работы, с учетом требований и стандартов к организации рабочего места.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Кырмакова Ольга Сергеевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Дорохова Любовь Александровна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объемом 141 страница машинописного текста, состоит из введения, 8 глав и заключения; работа проиллюстрирована 19 таблицами и 20 рисунками. Список литературы насчитывает 215 наименований.

Ключевые слова: эколого-геохимическая оценка, окружающая среда, содержание химических элементов, зола листьев тополя, урбанизированная территория, город Благовещенск, Амурская область.

Объектом исследований являются листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) на урбанизированной территории г. Благовещенска Амурской области. В качестве дополнительного объекта в единичных точках опробования был использован тополь душистый (*Populus suaveolens* Fisch.)

Предметом исследования являлся химический и минеральный состав листьев тополя на урбанизированной территории г. Благовещенска.

Цель дипломной работы: эколого-геохимический мониторинг, оценка состояния территории Дальнего Востока (г. Благовещенска) посредством изучения элементного состава листьев тополя и установка степени влияния промышленных предприятий, находящихся в городе, на окружающую среду с помощью биогеохимических исследований.

В 2013-2016 гг. на территории г. Благовещенска отобрано и обработано 40 проб листы тополя. Пробы проанализированы инструментальным нейтронно-активационным и атомно-абсорбционным методами анализами, проведены электронно-микроскопические исследования вещественного состава.

Данные лабораторных анализов обработаны с помощью программ Microsoft Excel, Stastistica, Origin, построены карты-схемы распределения химических элементов на территории г. Благовещенска в программах Corel Draw и Surfer.

Область применения: полученные фактические данные и результаты могут быть использованы заинтересованными организациями для подготовки программы работ на проведение мониторинга состояния окружающей среды г. Благовещенска, также данные могут быть учтены администрацией г. Благовещенска в разработке мероприятий по организации территории в рамках реализации нового генерального плана города до 2025 г.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АГСМ-съемка – аэрогамма-спектрометрическая съемка;
ГОСТ – государственный стандарт;
ИНАА – инструментальный нейтронно-активационный анализ;
ИПР – институт природных ресурсов;
МЭД – мощность экспозиционной дозы;
ПДК – предельно допустимые концентрации;
ПК – персональный компьютер;
РЭМ – растровая электронная микроскопия;
СанПин – санитарные правила и нормы;
СНиП – строительные нормы и правила;
ТБО – твердые бытовые отходы;
ТПУ – Национальный исследовательский Томский политехнический университет;
ТЭЦ – тепловая электростанция;
ФЗ – федеральный закон;
ЭВМ – электронно-вычислительная машина;
ЭМП – электромагнитное поле

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	13
1 ЛИСТЬЯ ТОПОЛЯ КАК БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	19
2 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА.....	27
Г. БЛАГОВЕЩЕНСКА	
3 ИСТОЧНИКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ.....	34
Г. БЛАГОВЕЩЕНСКА	
3.1 Воздействие на атмосферный воздух	34
3.2 Воздействие на поверхностные и подземные воды	37
3.3 Воздействие на почвенный слой	38
3.4 Воздействие на растительность	40
3.5 Воздействие на радиационную обстановку	42
3.6 Воздействие на здоровье населения.....	44
4 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	48
4.1 Отбор проб листьев.....	48
4.2 Аналитическое обеспечение исследований	51
4.2.1 Инструментальный нейтронно-активационный анализ	51
4.2.2 Атомно-абсорбционный анализ ртути.....	54
4.2.3 Электронно-микроскопические исследования	55
4.3 Методика обработки аналитической информации.....	57
5 РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА	59
ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ Г. БЛАГОВЕЩЕНСКА	
5.1 Общая биогеохимическая характеристика.....	59
5.2 Ртуть	71
5.3 Результаты растровой электронной микроскопии	73
6 ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ.....	76
В ЛИСТЬЯХ ТОПОЛЯ	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	84
7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ.....	87
7.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности и объемы работ	87

7.2 Расчет затрат времени и труда на научно-исследовательскую работу	88
7.3 Расчет затрат на материалы для научно-исследовательской работы.....	90
7.4 Расчет затрат на оплату труда	90
7.5 Расчет амортизационных отчислений	91
7.6 Расчет затрат на подрядные работы.....	92
7.7 Общий расчет сметной стоимости научно-исследовательской работы.....	92
8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	94
8.1 Производственная безопасность	95
8.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	95
8.2 Экологическая безопасность	101
8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	101
8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	102
8.4.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства	102
8.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя (требования к организации рабочих мест пользователей ПК)	105
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА.....	107
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	108
ПРИЛОЖЕНИЕ А	131

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. В условиях урбанизации городов комплексы техногенных источников формируют тяжелую геоэкологическую обстановку, а наличие существенного количества предприятий, в том числе и промышленных, в жилых районах городов, и очень часто без соблюдения санитарно-защитных зон и нормативов, оказывает экологическое давление на все компоненты урбоэкосистем. Источниками загрязнения окружающей среды могут быть различные промышленные производства: топливная энергетика на основе сжигания угля, нефти, мазута (мощные выбросы ТЭЦ, насыщенные различными химическими элементами и их соединениями); металлургическая, химическая, строительная промышленность, машиностроение, приборостроение; сельскохозяйственное производство (пестициды, гербициды и др. ядохимикаты) и т.д. (Ивашов и др., 2006). В связи с этим, следует делать акцент на развитие методов контроля состояния компонентов природной среды на урбанизированных территориях.

Существует множество технических средств контроля за состоянием компонентов природных сред и окружающей среды в целом, которые разработаны для оценки загрязнения в промышленных условиях. Однако, это не единственный способ определения состояния окружающей среды.

Во всех ситуациях, рассматриваемых выше, необходима постановка и проведение биогеохимического мониторинга. Данный метод включает в себя наблюдение за природными и антропогенными процессами (Вайнерт Э и др., 1988) и позволяет провести оценку того или иного источника загрязнения экосистем химическими элементами, позволяет определить силу влияния на окружающую среду и, в конце концов, уменьшить или ликвидировать техногенную нагрузку с помощью разработки и внедрения соответствующих рекомендаций (Пан, 1999).

В данном случае объектами исследования являются растения как индикаторы, т.е. организмы, интенсивность развития или наличие которых

является индикатором изменений тех или иных естественных процессов, условий или же антропогенных изменений его среды обитания (Мелехова и др., 2007).

Растения как индикаторы имеют дифференциальную чувствительность к разнообразным видам антропогенных воздействий. Растительность – важный компонент биогеоценоза, который обеспечивает жизнедеятельность других биотических составляющих. Воздействие внешних факторов среды изменяет растительность, вследствие чего меняется и биогеоценоз в целом, что можно использовать в качестве диагностических признаков.

Многие ученые акцентируют внимание на преимуществах применения растений для того, чтобы давать оценку состояния природной среды и мониторинга, т.к. элементный состав растений является показателем особенностей среды, где они произрастают, а также выступает в качестве индикатора локальных загрязнений. Следует отметить, что листья деревьев выполняют функцию природного планшета за счет своей морфологии (наличие шероховатой поверхности, наличие воска и трихом на поверхности листа, осуществление пассивной диффузии загрязнителей через устьица и др.), который аккумулирует загрязнение из сопряженных геосферных оболочек, и отражает интенсивность техногенное влияние на экосистемы (Goodman и др., 1971). Особенности метаболизма растений (высокочувствительный фотосинтетический аппарат, поглощающий токсические вещества из окружающей среды) позволяют использовать их для диагностики загрязнения воздуха, однако, их можно использовать и для диагностики загрязнения почв (Абатуров, 1982).

Широкое применение древесная растительность получила на урбанизированных территориях для исследования специфики накопления химических элементов при влиянии промышленных предприятий и техногенеза (Кулагин и др., 2005).

Преимущества растительности как индикаторов состояния окружающей среды состоит и в том, что в них накапливаются редкие, редкоземельные и радиоактивные элементы, концентрация которых в биосфере становится все выше в связи с нарастающим использованием их в производстве.

Целью работы является эколого-геохимический мониторинг, оценка состояния территории Дальнего Востока (г. Благовещенска) посредством изучения элементного состава листьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) и установка степени влияния промышленных предприятий, находящихся в городе, на окружающую среду с помощью биогеохимических исследований. В качестве дополнительного объекта в единичных точках опробования был использован тополь душистый (*Populus suaveolens* Fisch.)

Задачи:

- анализ проведенных работ;
- изучение научной и методической литературы;
- системное опробование листьев тополя на территории г. Благовещенска;
- подготовка проб для лабораторных аналитических исследований;
- определение химического состава проб золы листьев тополя инструментальным нейтронно-активационным методом;
- оценка содержания ртути в листьях тополя методом атомной абсорбции;
- проведение электронно-микроскопических исследований;
- статистическая обработка аналитических данных (корреляционный, кластерный и факторный методы анализа);
- изучение пространственного распределения приоритетных химических элементов на территории города, сделать выводы и установить возможные источники их поступления;
- определение минерального состава и форм нахождения элементов в листьях тополя.

Объектом исследований являются листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) на урбанизированной территории г. Благовещенска Амурской области. В качестве дополнительного объекта в единичных точках опробования был использован тополь душистый (*Populus suaveolens* Fisch.)

Предметом исследования является химический и минеральный состав листьев тополя на урбанизированной территории г. Благовещенска.

Научная новизна работы:

- впервые определены минеральный состав и формы нахождения химических элементов в листьях тополя на территории г. Благовещенска;
- построены геохимические картосхемы пространственного распределения химических элементов в золе листьев тополя, отражающие современное состояние природных компонентов окружающей среды г. Благовещенска;
- проведена интегральная оценка содержания элементов в листьях тополя.

Практическая значимость работы:

- полученные данные могут быть использованы для создания программы работ в Амурском центре по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;
- полученные данные могут быть использованы для прогнозирования экологической обстановки городской среды на локальном и региональном уровнях;
- полученные данные могут быть использованы для выявления источников загрязнения и, если возможно, дальнейшего их устранения;

Фактические материалы и методы исследования. Материалы для работы были получены в период 2013 – 2016 гг. Всего на территории г. Благовещенска отобрано, обработано и проанализировано 40 проб листьев тополя. Листья тополя отбирались по равномерной площадной сети в масштабе 1:100000 (шаг опробования 1×1 км) с учетом розы ветров (преобладают северо-западные ветры). Пробы отбирались, а затем и

обрабатывались по стандартным методикам в соответствии с нормативными документами.

Определение содержания элементов в образцах золы листьев тополя производили инструментальным нейтронно-активационным методом анализа в аккредитованной ядерно-геохимической лаборатории на ядерном реакторе ИРТ-Т ТПУ по аттестованным методикам (аналитики Богутская Л.В. и Судыко А.Ф.) Анализ содержания ртути в образцах сухой массы листьев тополя выполняли в лаборатории микроэлементного анализа в международном научно-образовательном центре «Урановая геология» на кафедре геоэкологии и геохимии в Институте природных ресурсов ТПУ на ртутном анализаторе методом атомной абсорбции. Минеральный состав пробы поверхности листы тополя изучался в Международном инновационном образовательном центре «Урановая геология» на кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ с помощью растрового электронного микроскопа.

Результаты лабораторных анализов проб обрабатывались в программах Microsoft Excel, Origin и Stastistica, построение и оформление картосхем распределения химических элементов выполнено с помощью программного обеспечения Surfer и Corel Draw.

Апробация работы:

Основные тезисы диссертации докладывались на XX и XXI Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых им. академика М.А. Усова (г. Томск, 2016, 2017).

Объём и структура диссертации: работа состоит из введения, 8 глав, заключения, списка литературы, содержит 19 таблиц, 20 рисунков, приложение. Объём рукописи – 141 страница машинописного текста.

Благодарности:

Автор выражает особую признательность и благодарность научному руководителю Дмитрию Валерьевичу Юсупову (доценту, канд. геол.-минерал. наук) за ценные советы, поддержку во всех начинаниях и научное

руководство. Автор благодарен Сергею Сергеевичу Ильенку за помощь в освоении электронно-микроскопических методов, поддержку и отзывчивость.

За рекомендации и незаменимые советы автор благодарит доктора геол.-минерал. наук, профессора Леонида Петровича Рихванова.

Автор благодарен всем сотрудникам кафедры геоэкологии и геохимии за возможность обучения, рекомендации, направление на верный путь, поддержку в ходе выполнения работы.

1 ЛИСТЬЯ ТОПОЛЯ КАК БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В условиях развития промышленности и повсеместной урбанизации изменяется состав всех геосферных оболочек Земли. Это изменение способствует усилению геоэкологических проблем территорий и создает угрозу выживаемости человечества (Казначеев, 1983). В связи с этим, большое значение придается изучению состояния компонентов природных сред на территории городов (Красовская и др., 2006).

Идея о биогеохимическом мониторинге как специализированный научный подход к оценке современного состояния и прогноза изменения ландшафтов и геосистем под влиянием техногенеза и загрязнения химическими элементами появилось в конце 80-х – начале 90-х гг. XX в. (Ивашов, 1988; 1992).

После 60-х годов XX в использование растений в биогеохимических исследованиях получило широкое распространение., когда два шведских эколога Рухлинг и Тайлер (Rühling, Tyler, 1968) использовали мхи в роли биоиндикаторов загрязненности тяжелыми металлами (Pacheco, 2007). Примерно в это же время появились первые упоминания об использовании листьев высших растений в качестве биомонитора на территории городов. Так, с целью выявления загрязненности города свинцом были применены листья Бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare* L.) (Everett, 1967).

На протяжении последних 40-50 лет высшие растения очень часто используются для мониторинга разнообразных видов загрязнения, в свою очередь, из них около 30-ти лет используют для мониторинга и оценки состояния атмосферного воздуха и почв на урбанизированных территориях (Шаймарданова и др., 2010). Также древесная растительность нашла широкое применение на таких территориях и для оценки накопления специфических химических элементов при влиянии техногенеза и промышленных предприятий (Попова, 2015).

Деревья за счет листвы способны эффективно улавливать пылеаэрозоли. Эта функция обеспечивает снижение уровня концентрации мелкодисперсных (PM_{2.5}) частиц "высокого риска" вдыхания, которые способны оказывать негативное влияние на здоровье человека, включая дыхательную и сердечно-сосудистую системы (Ito, Mathes et al. 2011; Bell 2012), в зависимости от их состава (Bell, Ebisu et al. 2011; Mostofsky, Schwartz et al. 2012).) и, безусловно, на окружающую среду (Peachey et al., 2009; Sara et al., 2016). В целом анализ образца растительности дает информацию и о количественном, и о качественном загрязнении воздуха, а также о влиянии того или иного загрязнения на живые системы (Anicic et al, 2011). Древесные растения действуют как универсальный природный фильтр, извлекая различные элементы и концентрируя их в своих тканях (Stobrawa and Lorenc-Plucińska 2008; Kabata-Pendias, 2011; Kolon, Samecka-Cymerman et al. 2013).

Одним из представителей древесных растений, зарекомендовавшим себя, как эффективный биомонитор и биоиндикатор, является род тополь (*Populus spp.*)

Джингова Р. первый, кто предложил использовать листья тополя черного (Djingova et al, 1995) для оценки атмосферного воздуха в промышленных районах.

Установлено, что листья тополя являются токсико толерантными и проявляют стойкость по отношению к загрязнению и устойчивость против дыма и газов (Ковнацкий и др., 1990). Тополя способны с высокой чувствительностью выявлять биодоступность элементов в почвах, за счет их широко распространенной корневой системы, высокого уровня потребления водных ресурсов и значимого показателя емкости поглощения микроэлементов (Каракаева и др., 2013).

С другой стороны, утверждают, что большая масса загрязняющих веществ поступает все же из атмосферы (Касимов и др., 2011; Mohamad et al, 2016; Laacouri et al, 2013; Ericksen et al, 2003; Assad et al., 2016; Frescholtz et al., 2003; Gustin Ericksen et al., 2004; Fleck et al., 1999). В защиту этого

предположения могут быть приведены особенности листа тополя: они плотные, сосудистая система имеет сетевую форму, состоящую из одной доминирующей жилки, от которой отходят вторичные сосудистые пучки – это позволяет эффективно улавливать и сохранять значительное количество частиц. Однако, в настоящее время этот вопрос остается открытым. Таким образом, вероятнее, что для тополя имеют место оба пути поступления элементов.

Поллютанты способны задерживаться на поверхности листьев и других частей растений, либо поступают внутрь организма через листья или корни. Листья растений часто являются прямыми органами-мишенями для атмосферных загрязнителей, кроме того, именно на них обычно наблюдаются симптомы поражения, потому что эти органы более чувствительны к загрязнению, чем цветки, плоды и другие части растения (Treshow M., 1984).

Аэрозольные частицы могут закупоривать устьица, осаждаясь на поверхности листа, увеличивая таким образом уязвимость некоторых растений к действию загрязнителей вследствие подавления фотосинтеза и транспирации. Частицы способны также проникать внутрь листьев. Газообразные поллютанты проникают через устьица в межклеточные пространства листа (Баргальи, 2005).

Стоит отметить, что токсиканты, которые поступили извне в лист, распределяются неравномерно. Значительная часть загрязнителей транспортируется или на край пластинки листа, или по проводящей ткани – ксилеме, или на верхнюю часть растений (Шильников и др., 1994). При медленном поступлении и быстром оттоке по ксилеме, загрязнители накапливаются по периферии и в верхней части листовой пластины. При постоянном воздействии загрязнителей на атмосферный воздух, по краям пластинки листьев можно наблюдать увеличение концентрации фтора, азота, оксидов серы в 15-55 раз, чем в средней части листьев (Гриньи др., 1980).

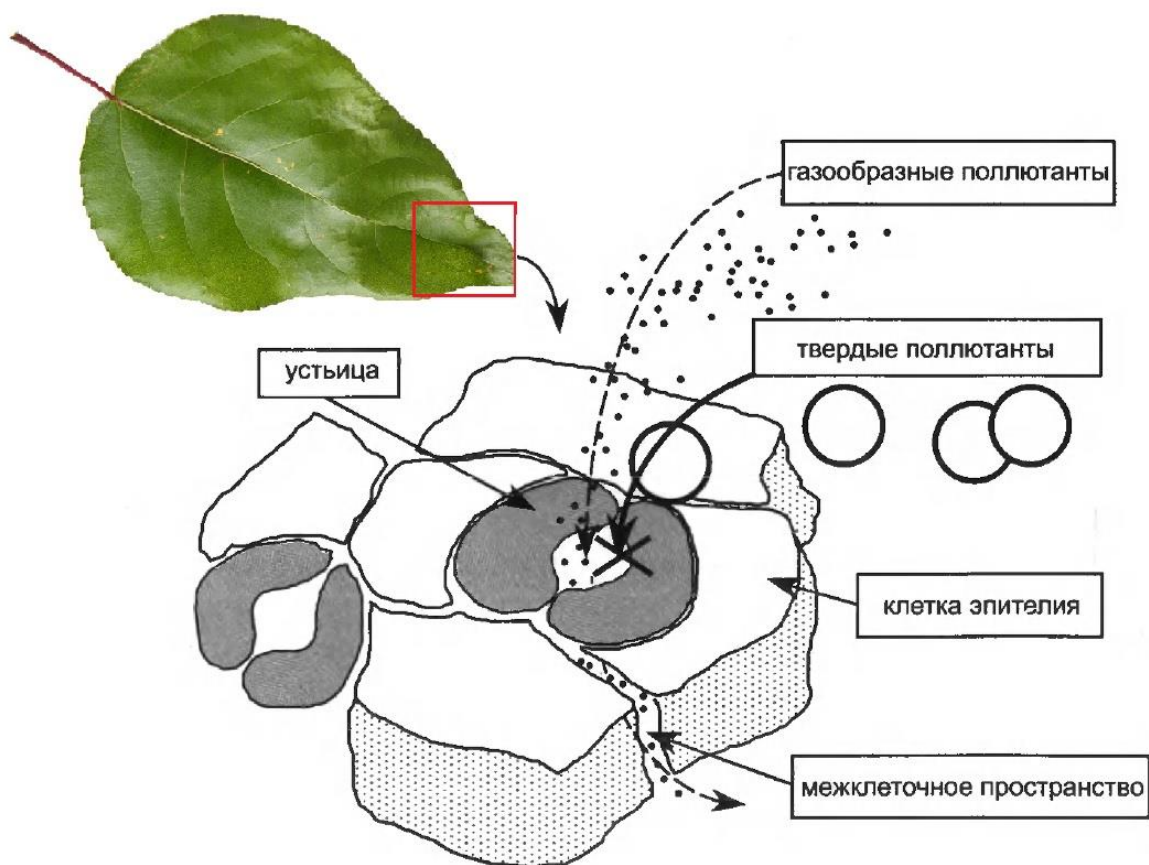


Рисунок 1 – Диффузия газообразных поллютантов через устьица в межклеточное пространство (Баргальи, 2005)

Стоит отметить, что, хотя высшие растения, в частности тополь, проигрывают как биоиндикаторы лишайникам и мхам, в промышленных и в городских районах, где часто отсутствуют последние, высшие растения могут использоваться как биомониторы. Кроме того, в промышленных и в городских районах высшие растения могут давать лучшую оценку концентраций загрязнителей, чем небиологические образцы. Следовательно, используя листья растений в качестве аккумулятивных биомониторов можно оценить загрязнение тяжелыми металлами.

В настоящее время и российские, и зарубежные ученые опубликовывают ряд работ по биогеохимической индикации с использованием лис­твы тополя как наиболее информативного и удобного объекта для определения качества окружающей природной среды в крупных

промышленных городах (Есенжолова и др., 2013; Шаймарданова и др., 2010; Рихванов и др., 2014; Baslar et al., 2005). В этих работах рассматривается биоиндикационный потенциал листьев тополя в отношении биоаккумуляции тяжелых металлов, связанных с техногенезом.

Накопление тяжелых металлов растениями в городских экосистемах обусловлено как поглощением их из почвы корневой системой, так и осаждением на поверхность листьев из атмосферы (Tomašević et al., 2004). Некоторые авторы отмечают различия концентраций элементов в мытых и немых листьях (Wyttenbach et al., 1998; Serbula, Miljkovic et al., 2012; Alagic, Serbula et al. 2013; Hofman, Wuyts et al., 2014; Anicic et al., 2011; Simon et al., 2011).

В литературе описаны два главных фактора формирования элементного состава растений – экологический и генетический, долевое участие которых изменяется от условий среды. По этому вопросу мнения разделились. Существует мнение, что при техногенном загрязнении окружающей среды тяжелыми металлами экологический фактор становится ведущим (Прохорова и др., 1996). Однако, Солдатини и Гуиди показали, что генетически обусловленная чувствительность индивидуальных видов является важнейшим деметрикантом (Soldatini, Guidi, 1994).

В проведенных ранее исследованиях (Юсупов и др., 2016) листья тополя также рассматриваются как эффективный биогеоиндикатор и выделяют следующие преимущества тополя для работы: повсеместное распространение в пределах природной зоны; наличие выраженной реакции (качественной или количественной) на отклонение или изменение окружающей среды от экологической нормы; хорошо изучена биология данных видов – индикаторов. В свою очередь, листья тополя рассматриваются как специфический геохимический планшет, который концентрирует различные элементы непосредственно из почвы, а также способен улавливать палеаэрозоли из воздуха посредством морфологического и анатомического строения листовой пластины: шероховатой поверхности, наличия клейкого

воска, особенностей расположения устьиц (т.е. устьица располагаются на листовой пластине с двух сторон). Листья тополей являются средой, отражающей кратковременный сезонный эффект накопления элементов, т.е. 4-5 месяцев.

Ряд исследований показал (Алексеев, 2006; Kosheleva et al., 2016; Берзина и др., 1993), что листья тополей накапливают и специфические химические элементы, например, радиоактивные элементы, которые обусловлены техногенными факторами – выбросами предприятий различных промышленных комплексов.

Нужно отметить и работы по изучению и выявлению источников трансграничного загрязнения окружающей среды, где биогеоиндикатором являются также листья тополя (Робертус и др., 2016). Существуют работы, показывающие что листья тополя способны накапливать специфические элементы, источники поступления которых могут быть выбросы предприятий металлургического, топливноэнергетического, орнопромышленного, машиностроительного, нефтехимического и других комплексов (Berlizov et al., 2007; Есенжелова и др., 2013; Юсупов и др., 2016). Толерантность тополя к загрязнению может быть обусловлена низкой чувствительностью к токсикантам (Davydova et al., 2013).

Антропогенные факторы, которые характерны для урбанизированных территорий, несомненно, имеют высокую степень влияния на окружающую среду, что приводит к снижению продуктивности растений, их ослаблению, раннему старению, гибели насаждений и т.д. (Неверова, 2004).

Развитие науки и появление новых методов исследования позволило человеку использовать возможности зеленых насаждений для улучшения состояния окружающей среды. Зеленые насаждения используются для улучшения условий окружающей среды и главная их функция заключается в газопоголощении и пылеосаждении (Бариева, 2014).

Известно, что пылеосаждающая эффективность листьев разных видов деревьев и кустарников зависит от видовых особенностей строения листовой

пластинки (размеров, изрезанности, наличия складчатости, опушения и т.д.) (Ерохина и др., 1987). Очевидно, что лучшие показатели по количеству улавливаемой пыли имеют крупные деревья с мощной, густо облиственной кроной (Агеева и др.) Тополь имеет самую высокую устойчивость к газам (устойчивость к задымлению и повышенная способность к газообмену (Васильев, 1973; Бакулин, 2005)), отличается от других древесных растений быстрым ростом, имеет высокие показатели водоудерживающей способности и вторичных метаболитов (высокую интенсивность фотосинтеза) в урбанизированной среде, в связи с этим, его рекомендуют для широкого использования с целью экологического улучшения городской среды и более частым использованием для озеленения городских территорий в умеренном поясе (Бухарина и др., 2007).

В защиту использования тополя в качестве насаждений, говорит и работа Кулагина (Кулагин, 2003), где указано, что тополь имеет высокую устойчивость к загрязняющим веществам, даже несмотря на то, что металлы изменяют нормальные морфометрические параметры растений и их физиологические процессы. Следовательно, можно говорить о широком использовании тополей в качестве санитарно-защитных насаждений на урбанизированных территориях. Нужно отметить, что для озеленения городов используются многочисленные гибридные формы и сорта тополей (Царев, 1986).

Также существуют работы, посвященные анатомическим исследованиям листьев тополя (Кулагин и др., 2005; Егорова и др., 2008). Они свидетельствуют о прямой связи между степенью загрязнения окружающей среды и степенью анатомических изменений листа (в частности, его ассимиляционных тканей) по сравнению с покровными тканями.

Такие исследования анатомических особенностей строения листьев и других органов и их изменения при воздействии разнообразных факторов, позволяют, во-первых, исследовать степень влияния конкретного фактора на растение, во-вторых, дают возможность охарактеризовать работу

совокупность механизмов устойчивости к стрессорам. Нужно отметить, что изменения, которые происходят на анатомо-морфологическом уровне растений, характеризуют переход от молекулярно-физиологических к тканевому и организменному уровням устойчивости (Шмальгаузен, 1983; Коршиков, 1996).

Использование и изучение тополей, а также учет их особенностей обуславливают актуальность практической и научной работы, которые направлены на их исследование. Виды тополя – это полиморфные системы. В естественных насаждениях, например, лесостепи существуют различные формы – осины, осокоря и тополя белого. Стоит отметить, что все виды естественно произрастающих тополей имеют формы, которые имеют повышенную энергию роста и устойчивостью к неблагоприятным условиям среды (зимостойкость, засухоустойчивость и т.д.), что может служить базой для генетико-селекционных исследований (Царев, 1986).

2 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА Г. БЛАГОВЕЩЕНСКА

Благовещенск – это административный центр Амурской области, занимает территорию площадью 321 км². Город располагается на Зейско-Буреинской равнине (в юго-западной части), на левом берегу реки Амура, где в него впадает река Зея.

Формирование и развитие Благовещенска началось полтора столетия назад в месте слияния двух крупных рек – Амура и Зеи и входит в структуру Амура-Зейского междуречья. Развитие природного ландшафта города обусловлено, прежде всего, пойменным режимом рек и растительными сообществами, характерными для зоны неморальных лесов. Со временем осваивалось не только днище долины рек Амура и Зеи, но водораздельные пространства Амура-Зейского междуречья (Сочава, 1969).

Территория города прилегает к юго-западной части Нижне-Зейской впадины, где находится зона сочленения Дмитриевского прогиба и Благовещенского поднятия. Фундамент впадины представлен интрузивными образованиями – раннепалеозойскими и раннемеловыми, в свою очередь, осадочный чехол представляет собой песчано-глинистые отложения кайнозойского и мелового возраста (Кузьменко, 1983).

Стратифицированные отложения условно позднерифейского, мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов. Метаморфические породы условно позднерифейского возраста являются составной частью фундамента Амура-Зейской впадины и обнажаются в пределах Благовещенского поднятия. Из стратифицируемых образований в пределах района распространены поярковская, цагаянская, завитинская, кивдинская, бузулинская, белогорская свиты, сазанковская и четвертичные отложения речных террас (рисунок 2).

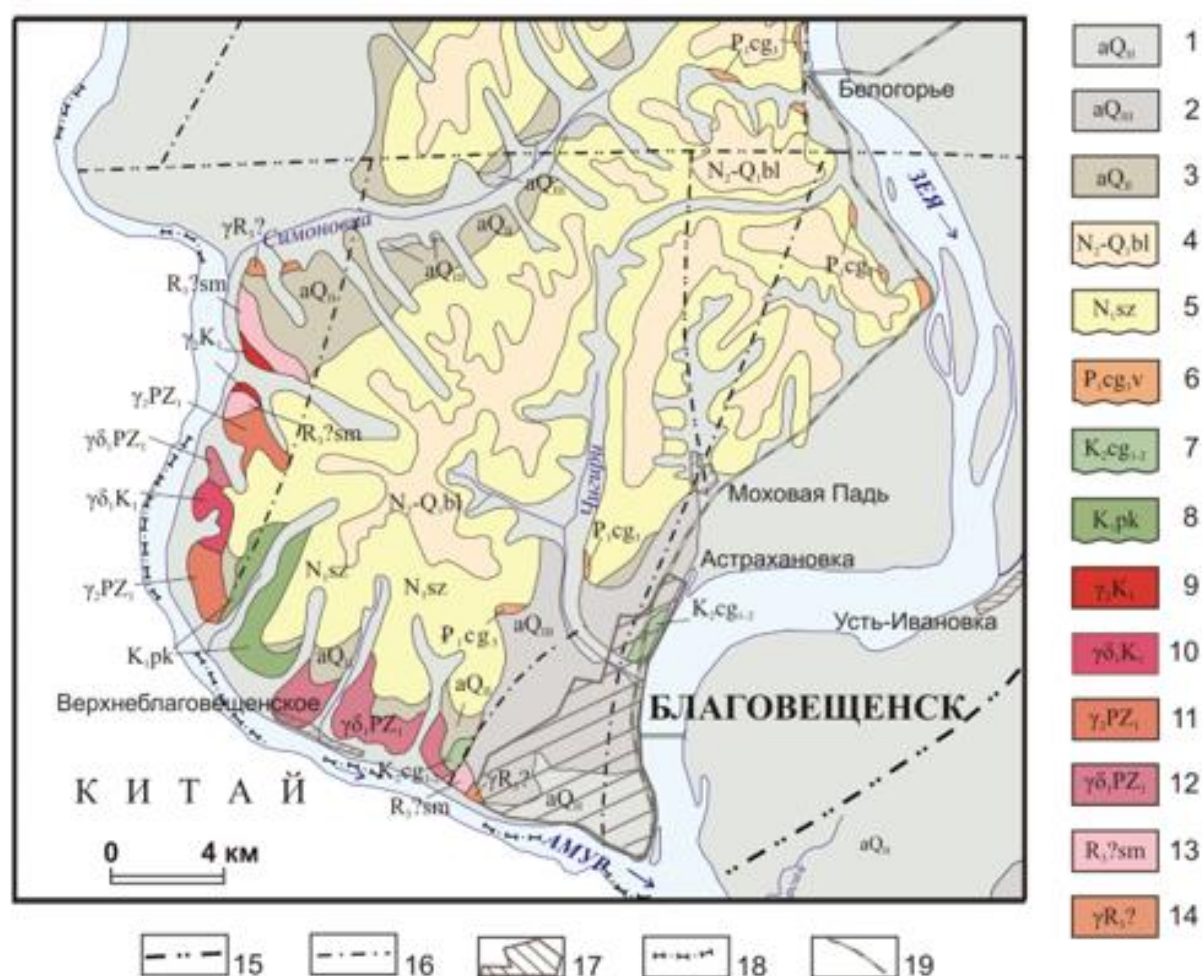


Рисунок 2 – Геологическое строение территории г. Благовещенска и его окрестностей (Кузьменко, 1983):

1 – Голоцен. Аллювиальные пески, галечники, гравий, валуны, илы и глины (до 25 м). 2 – Неоплейстоцен. Верхнее звено. Аллювиальные пески, глины, галечники (до 30 м). 3 - Неоплейстоцен. Среднее звено. Аллювиальные глины, пески, гравий (до 26 м). 4 - Белогорская свита. Пески, глины, алевроиты, прослой гравийников и галечников (до 40 м). 5 - Сазанковская свита. Каолинизированные пески и алевроиты, глины, гравийники, галечники, линзы лигнитов (до 130 м). 6 - Цагоянская свита. Верхняя подсвита. Алевроиты, глины, пески, песчаники, гравелиты, конгломераты (до 130 м). 7 - Цагоянская свита. Средняя и нижняя подсвита. Глины, аргиллиты, алевроиты, алевролиты, пески, песчаники, линзы бурого угля и бентонитовых глин (до 290 м). 8 – Поярковская свита. Риолиты, их туфы, плагиориодациты, андезиты, базальты (до 350 м). 9- Раннемеловые интрузии. Комплекс гранодиорит-гранитовый.

Вторая фаза. Граниты. 10 - Раннемеловые интрузии. Первая фаза. Гранодиориты, тоналиты, кварцевые диориты, дайки диабазов. 11 - Раннепалеозойские интрузии. Комплекс гранит-гранодиоритовый. Вторая фаза. Граниты. 12 - Раннепалеозойские интрузии. Первая фаза. Гранодиориты, плагиограниты, кварцевые диориты, диориты. 13 - Позднерифейские интрузии. Комплекс гранитовый. Граниты лейкократовые. 14 - Симоновкинская толща. Сланцы апопсаммитовые и апоалевритовые биотит-альбиткварцевые, биотит-кварцевые скарноиды и сланцы по терригенно-карбонатным породам (плагиоклаз-эпидот-кварцевые, актинолит-кварцевые, актинолит-кордиерит-биотитовые), аподацитовые сланцы, метагравелиты, метапесчаники, микрокварциты (более 845 м). 15 - Зейско-Селемджинский глубинный разлом. 16 - Разрывные нарушения. 17 - Урбанизированные территории. 18 - Государственная граница. 19 - Железная дорога.

Интрузивные породы обнажаются на ограниченном участке левобережья р. Амур (с. Верхнеблаговещенское), а также картируются по буровым скважинам под мезозойским чехлом. В районе выделены условно позднерифейские, раннепалеозойские и раннемеловые интрузии, преимущественно, кислого состава. Глубина залегания интрузивных пород различная 145-230м.

В современных условиях города естественный ландшафт деградирует под антропогенным давлением. В наиболее освоенных районах города формируются полностью преобразованные, искусственные ландшафты, среди которых есть застроенные территории и озелененные пространства.

В целом, рельеф представляет собой низкую, плоскую сегментно-грависто-островную равнину с абсолютными высотами от 123 м до 150 м и сложен древними аллювиальными отложениями (пески, супеси, суглинки и глины). На участках надпойменных террас, вышедших из пойменного режима, сформировались буроземы типичные и темные, на междуречных склонах разных экспозиций и крутизны – буроземы типичные и смытые. На ровных

участках высокой поймы развиваются аллювиальные почвы: луговые суглинистые, серогумусовые, слоистые, перегнойно- глеевые, а в пониженных местах – пойменные болотные почвы (Борисова и др., 2007). Это естественные почвы на территории города. Но за время урбанизации они были сильно видоизменены деятельностью человека. Всевозможные земляные работы (траншеи, котлованы, подсыпка грунта и пр.) во многих местах перемешали почвы с материнской породой, а порой просто ее захоронили. Завезенный грунт попадает на несвойственную данной почве материнскую породу или на строительный мусор, тем самым нарушается естественный процесс почвообразования (Коротаев, 1994).

Несомненно, влияние на формирование рельефа оказывал океан и эрозия рек. Этому способствовал ряд факторов: близкое расположение базисов эрозии (береговой линии морей), влажность климата и высокая густота эрозионного расчленения; нельзя оставлять без внимания и процессы двукратного четвертичного оледенения, мерзлотного рельефообразования, физического выветривания, делювиального смыва и в частности солифлюкцию.

Гидрографическая сеть исследуемого округа обширна. В реках сосредоточено множество видов рыб, значительные запасы гидроэнергии, а также реки выступают в роли транспортных путей.

Амур является одной из крупнейших рек, ее бассейн занимает больше половины Дальневосточного края. Воды от летних ливневых дождей играют главную роль в питании Амура. За счет дождей формируется около 60-70% стока, в свою очередь, снеговое питание играет второстепенную роль, на него приходится 10-20%.

Амур – судоходная река и обеспечивает транспорт на всем протяжении Дальневосточного края, также имеет большие энергоресурсы. В него впадает множество притоков, в том числе, Зея.

Зея – крупнейшая река бассейна Амура, имеет преимущественно горный характер и отличается высокой водностью.

Климат в г. Благовещенск муссонный, с чертами континентального. Континентальность климата обуславливается большой суточной ($\sim 10-15^{\circ}\text{C}$) и годовой ($\sim 43^{\circ}\text{C}$) и амплитуде температуры. Муссонность климата проявляется в активной циклонической деятельности, большом количестве осадков в теплое время года и направлении сезонных ветров.

В северной части территории преобладающий климат резко континентальный, что обуславливается большим расстоянием от водоемов и рельефом, который пропускает холодные арктические воздушные массы.

Времена года в области выражены четко: лето жаркое, с обильными осадками; на севере территории – дождливое, теплое и с большим количеством солнечного сияния. В свою очередь, зима сухая, холодная, имеет маломощный снежный покров и большое количество солнечного сияния (Доклад об охране окружающей среды..., 2016).

Январь – самый холодный месяц, среднесуточная температура воздуха $-24,3^{\circ}\text{C}$; июль – самый теплый месяц, среднесуточная температура воздуха $+21,4^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура воздуха 0°C - $+0,1^{\circ}\text{C}$.

Атмосферные осадки распределены очень неравномерно внутри года: на теплый период (с апреля по октябрь) приходится 90-93% осадков, на холодный около 10%. На июнь-август приходится максимум осадков, это зависит от особенностей года. В среднем составляет на данный период 220-260 мм. На декабрь-февраль приходится минимум осадков, что составляет в среднем 10-12 мм.

Зимой на юге области мощность снежного покрова составляет около 17 см и может достигать 42 см на севере. Зимой, в южной части, образуется сезонная мерзлота (слоем от 2,5 до 3 м). Около 70% территории, которая располагается севернее Забайкальской железной дороги, локализуется в области образования многолетней мерзлоты, имеющей глубину промерзания до 120- 150 м.

Господствующими ветрами в годовом разрезе являются северо-западные (30-54%), особенно в осенне-зимний период, несколько меньше

северных и южных ветров (18% и 13% соответственно), реже встречаются восточные ветра – 4%, и только 60-80 дней в году стоит безветренная погода (преимущественно в декабре-январе и апреле-мае). Относительно низкая среднегодовая температура воздуха и достаточно значительный слой атмосферных осадков, выпадающих в теплое время года, обуславливает некоторое избыточное увлажнение территории, что определяет благоприятные условия для формирования ресурсов подземных вод. (Доклад об охране окружающей среды..., 2016).

В дендрофлору Благовещенска входит 138 видов растительности, которая состоит из аборигенной флоры, включающей 80 видов, адвентивной флоры и условных продуцентов, 35 и 23 вида соответственно. Под условными продуцентами подразумеваются аборигенные виды флоры, встречающиеся на территории данного города только в качестве озеленения (скверы, посадки и т.д.)

В городе первые три места занимают *Rosaceae*, *Salicaceae*, *Caprifoliaceae*. Их роль высока, т.к. данные семейства связаны с декоративными свойствами и их широким участием в озеленении. Самым крупным родом аборигенной дендрофлоры города является *Salix*, на втором месте находится род *Populus*, а на третьем – *Spiraea*. В культурной дендрофлоре преобладают *Rosaceae*, что связано с широким использованием данного семейства в садоводстве и озеленении.

Одним из крупных родов аборигенной дендрофлоры Благовещенска, как и аборигенной дендрофлоры области является тополь (Старченко, Тимченко, 2011), составляющий основу практически всех зеленых объектов (Павлова, Тимченко, 2011)

В периоды распускания тополей, их молодые листья содержат значительное количество клейкой смолы. Листовая система тополя является сильным воздушным «насосом» деревьев. Это обуславливает поглощение загрязняющих веществ, а также их накопление. В связи с этим, листья тополя

в настоящее время активно используются для биоиндикации (Ялалтдинова и др., 2014; Рихванов, 2015).

Дальневосточный регион имеет большое геостратегическое и геополитическое значение для России. Во-первых, в регионе сосредоточен огромный запас природных ресурсов таких, как лесные массивы, занимающие примерно 30% от всех площадей лесов России; 1/3 гидротехнических ресурсов и угольных запасов. Также в регионе сосредоточены запасы золота, платины, серебра, железных руд и т.д. Во-вторых, бассейн реки Амур является крупнейшей трансграничной системой, которая включает в себя территории РФ, КНДР, Монголии и Китая. И наконец, наличие для международных транзитных перевозок – Транссибирская и Байкало-Амурская железнодорожные магистрали (Бакланов, 2008).

Необходимо упомянуть и о строении трансграничного моста Благовещенск-Хэйхэ через Амур. Мост объединит два берега Амура. Мост создаст новый международный транспортный маршрут, будет способствовать расширению сотрудничества между приграничными городами России и Китая, станет важным экономическим коридором России, Китая и Монголии. В настоящее время открыт пограничный переход в районе с. Верхблаговещенское для прокладки и строительства газопровода "Сила Сибири".

3 ИСТОЧНИКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОМПОНЕНТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ Г. БЛАГОВЕЩЕНСКА

Хозяйственная характеристика. Площадь урбанизированной территории занимает порядка 58 км². В г. Благовещенск развиты планировочная, социальная, инженерная инфраструктуры. На состояние окружающей среды территории города оказывают влияние природно-климатические и техногенные факторы. Техногенные факторы вызывают наибольший интерес, т.к. они приводят к нарушению экологического равновесия. Большую долю техногенной нагрузки на окружающую среду дают промышленные предприятия и транспорт.

Дальневосточные города, в большей мере считающиеся малопромышленными из-за малой мощности предприятий и их небольшого количества, тем не менее зачастую позиционируются в первой десятке самых загрязненных городов по разным показателям (Радомская и др., 2014).

Из наиболее крупных предприятий в городе расположены ТЭЦ, завод «Амурский металлист», опытно-промышленный завод, золоотвал, котельные коммунального хозяйства, полигон твердых бытовых отходов (ТБО), предприятия пищевой промышленности. Кроме этого, здесь находится железнодорожная станция, речной порт и международный аэропорт, расположенный в двадцати километрах к северо-западу от Благовещенска.

3.1 Воздействие на атмосферный воздух

В Благовещенске зарегистрировано 57 предприятий, выбрасывающих в атмосферу различные загрязняющие вещества (Мартынова, 2009). Загрязнение, возникающее в результате работы промышленных предприятий, имеет локальный характер, а в свою очередь, выбросы, которые возникают в результате работы предприятий, например, при сжигании топлива, распространяются повсеместно (Доровских и др., 2006). За пятилетний период

(2011-2015 гг) увеличились среднегодовые концентрации взвешенных веществ и аммиака.

Установки, которые работают на угле, дают значительные выбросы пыли. Электростанция, даже при эффективной работе пылеулавливающего оборудования, выбрасывает в атмосферу до 12 тыс. тонн мелких частиц пыли. При сжигании угля происходит образование твердых частиц, причем больше, чем при сгорании мазута (Саэт и др., 1990). Благовещенская ТЭЦ сжигает 1200000 тонн угля и 720 тонн мазута (М-100) в год. Используется, в основном, бурый уголь Ерковецкого месторождения, в его отожженной золе содержание Ni, Co, Cr, Zn в 1,5–3,5 раза выше кларковых величин осадочных пород (Радомский и др., 2004). Хотя предприятие и расположено на окраине города, выбросы ТЭЦ большую часть года направлены на жилые кварталы города (по направлению господствующих ветров) и поэтому оказывают значительное влияние на экологическую ситуацию в городе. Кроме того, в городе находится много мелких котельных, которые вносят существенный вклад в загрязнение его воздушного бассейна (Радомская и др., 2008; Бородина, 2012).

Исследование состава снега позволяет выявить загрязняющие вещества, а также их источники (Куимова и др., 2007; Куимова и др., 2008; Бородина, 2011; Юсупов и др., 2014; Павлова и др., 2015; Радомская и др., 2016). С помощью информации о содержании поллютантов в снеге, можно узнать дозы загрязняющих веществ, которые поступают в экосистему за весь холодный период. Проведенные исследования пылевого аэрозоля показали, что селибитная территория города испытывает на себе существенную нагрузку в виде выпадения из атмосферы на снеговой покров аномального количества пыли с тяжелыми металлами преимущественного техногенного происхождения (Юсупов и др., 2014), нагрузка увеличивается в зимний отопительный период (Юсупов и др., Мб 2013). ТЭЦ загрязняет выпавший слой снега продуктами сгорания угля, и тем самым играет немаловажную роль в антропогенном загрязнении атмосферных осадков и самой атмосферы (Радомская и др., 2014; Куимова и др., 2007), а с увеличением содержания

угольных частиц в пылеаэрозолях происходит возрастание содержания радиоактивных элементов (в частности тория и урана) (Павлова и др., 2014).

Нужно отметить, что большое влияние на атмосферный воздух оказывает и естественная запыленность, зависящая от состояния дворовых территорий и дорог. Возможно дополнительное поступление поллютантов как природного, так и техногенного генезиса за счёт трансграничного переноса. Высокие темпы промышленного и сельскохозяйственного освоения северных территорий КНР усилили антропогенную нагрузку на воздушный бассейн Амурской области (Дорохова, 2015). Китай относится к странам с бурно развивающейся экономикой и неблагоприятной экологией. Это ярко проявляется как в энергетике, где основной источник энергии – уголь, так и в производстве сельскохозяйственной продукции, где применяются самые высокие в мире дозы минеральных удобрений и ядохимикатов. Трансграничный перенос оказывает влияние на большую часть густонаселенной территории Амурской области (Кондратьев, 2008; Павлова и др., 2014; Павлова и др., 2015). Нельзя оставлять без внимания и пыльные бури из Монголии и Китая, т.к. в воздухе в несколько раз превышает допустимое содержание загрязняющих веществ (в частности вредных частиц РМ 2,5). Содержание частиц РМ 2,5 составляет 500 мкг/м³, однако, данное значение по нормам Всемирной организации здравоохранения не должно превышать 25 мкг/м³ (Север Китая накрыла пыльная буря, URL).

Нельзя оставить без внимания и рельеф города и самой местности в целом, который оказывает большое влияние на экологическую обстановку. Город расположен в низине между сопками, поэтому выбросы с котельных и ТЭЦ продолжительное время «висят» над городом и медленно оседают на поверхность почвы, постепенно накапливаясь в ней. Кроме того, географическое расположение города – в месте слияния двух крупных рек – способствует формированию особой термодинамической модели воздушных потоков, определяющей ореолы рассеяния загрязняющих веществ непосредственно над городом (Куимова и др., 2012).

3.2 Воздействие на поверхностные и подземные воды

Г. Благовещенск имеет большие запасы водных ресурсов, однако, город не имеет качественную питьевую воду по нормативам из-за плохой очистки вод: как подземных источников, так и поверхностных – реки Амур (Проект нормативов..., 2012). К тому же, при прохождении по водопроводной сети, которая уже очень сильно изношена, качество воды ухудшается.

В районе г. Благовещенска воды рек Амура и Зеи соответствуют III классу (т.е. умеренно загрязненные), однако, в отдельные годы качество вод снижается до IV класса (т.е. загрязненные). Снижение качества воды рек обусловлено гидрометеорологическими условиями, т.к. антропогенная нагрузка на реки в части, где происходит сброс сточных вод, относительно стабильна со стороны городов Благовещенска и Хэйхэ (КНР) (Моисеенко и др., 2008).

Наиболее загрязненным водотоком в черте города является р. Бурхановка, в пригородной зоне – р. Чигири (Пакурина и др., 2014). Наиболее чистой в пределах города является река Зея. Происходят процессы естественного (геологического) поступления следующих элементов: Mn, Fe, Ba, Be, Ti, Mo. Техногенное загрязнение связано с поступлением P, Zn, As, Pb, Ag, Hg, фенолами. Основными источниками загрязнения являются золоотвал ТЭЦ, полигон ТБО, завод «Амурский металлист», завод «Амурэлектроприбор», ремонтный завод, ремонтно-эксплуатационная база, железнодорожный транспорт, Чигиринский совхоз и др. (Шадрин, 1992). Большая часть загрязненных сточных вод поступает от ОАО «Амурские коммунальные системы».

Токсичными металлами в большей степени загрязнены донные отложения в нижнем, среднем и верхнем течениях реки Амура, а поверхностные воды – в меньшей. Последние содержатся и в питьевой водопроводной воде, однако меньшем количестве (Радомский и др., 2007; Юсупов и др., 2013).

Как уже говорилось выше, подавляющее большинство действующих очистных сооружений области работают в ненормативном режиме. Основные причины: технический износ оборудования, неподходящая мощность очистных сооружений, несоответствие типов очистных сооружений и категорий сточных вод, несоблюдение технологических процессов и норм эксплуатации данных сооружений в связи с финансовыми трудностями предприятий и частой сменой арендаторов, эксплуатирующих очистные сооружения (Администрация города Благовещенска, URL). В нормативном режиме работают только очистные сооружения, введенные в эксплуатацию в последние годы на нефтеперекачивающих станциях нефтепроводной системы «ВСТО», и сооружения механической очистки, принадлежащие предприятиям золотодобывающей промышленности.

Также, проводились исследования общегородских стоков, которые показали, что существует незначительное загрязнение стоков яйцами токсокар, аскарид и возбудителями кишечных инфекций (Смирнов, 2004).

3.3 Воздействие на почвенный слой

Почвы являются одними из важнейших природных ресурсов, определяющих устойчивое развитие и независимость государств. Сохранение плодородия почв должно быть основным. Почвы претерпели значительные изменения в Влияние антропогенной деятельности во всем мире. (Motuzova et al., 2014). Исследования показывают, что в промышленных территориях в почвах информация о загрязнении хранится даже после ликвидации основных источников загрязнения (Alekseenko et al., 2016).

Ранее проведенные исследования на территории г. Благовещенска показали, что почвы селитебно-транспортной зоны и рекреационной зоны имеют допустимый и умеренно опасный уровни загрязнения и соответствует экологической норме. В свою очередь, почвы промышленной зоны отнесены к почвам с высоким, опасным уровням загрязнения, следовательно, они

находятся в зоне экологического риска, причем в отдельных точках есть вероятность перехода в зону деградации (Шумилова, 2012).

По большей части почвы загрязняются через атмосферный воздух за счет осаждения паров, пыли, аэрозолей или растворенных соединений токсикантов с осадками (Бобылев, 2011).

Вследствие антропогенного воздействия происходит дифференциация почвенного профиля по кислотности, содержанию органического вещества и микроэлементному составу. Формирование микроэлементного состава почв в условиях города приводит к накоплению микроэлементов в поверхностном слое почв. Это свидетельствует о существенной роли антропогенных факторов в формировании микроэлементного состава почв в условиях Благовещенска. Нейтральная и слабощелочная реакция среды, а также повышенное содержание гумуса в верхних горизонтах почвы способствуют прочному закреплению тяжелых металлов, поступающих с техногенными потоками (Радомская и др., 2008). В почвах с высоким содержанием органического вещества и в условиях близкой к нейтральному уровню реакции среды преобладают нерастворимые селениты железа, селениды, сульфиды селена и растворимые селениты щелочных металлов. Также наблюдается высокая доля потенциально-подвижных форм Se и U (Юсупов и др., 2015). Главными источниками загрязнения почвенного покрова Благовещенска являются автотранспорт и предприятия топливно-энергетического комплекса (Куимова и др., 2008).

Ранее проведенное исследование (Павлова и др., 2015) на содержание в воздухе высокотоксичных элементов и радионуклидов показало, что с пылеаэрозольными выпадениями суммарная нагрузка на городскую экосистему этими элементами достигает среднего уровня в большой степени за счет нерастворимых форм, что позволяет рассматривать их в качестве потенциальных загрязнителей компонентов на земной среде, особенно в случае изменения реакции почвенных растворов.

Загрязнение и захламление промышленными отходами тоже негативно влияет на земли города и его окрестностей, т.к. отходы вывозятся не только на городскую свалку, но и в другие места, формируя несанкционированные свалки.

Также стоит отметить, что с 1963 года в Амурской области широко использовались препараты, которые содержали ртуть, их использовали для обработки зерновых культур. Всего в почву пахотных угодий на территории Амурской области было внесено 160 т ртути за 36 лет. Ртутные препараты, которые использовались для протравливания семян, очень летучи. В связи с этим, площадки и склады, где протравливались семена, могут быть также загрязнены ртутью. Ртуть, накопившаяся в почве, мигрирует в растения (Ртуть в окружающей среде, 2001).

Известно, что ртуть фиксируется почвой, при этом образуются прочные и малоподвижные комплексы вместе с гуминовыми кислотами. Период полувыведения ртути из почвы 250 лет (Батян, 2009).

Загрязнение ртутью происходит не только за счет использования ртутьсодержащих пестицидов, но и из-за влияния золотодобычи при использовании металлической ртути в процессе амальгамации (Доровских и др., 2006).

На территориях Амурской области эмиссия ртути составляет 15 т в год, в свою очередь, из них примерно 5 т ртути выделяется при сжигании углей амальгамации (Доровских и др., 2006).

3.4 Воздействие на растительность

Проведенными ранее исследованиями показано (Алексеев, 2006; Барановская, 2011; Рихванов и др., 2007; Ялалтдинова и др., 2014), что листья тополей накапливают специфические химические элементы, в том числе радиоактивные элементы, обусловленные техногенными факторами – выбросами предприятий различных промышленных комплексов.

Исследования показали, что содержание урана и тория в растительности выявлено в юго-восточной части города, вдоль р. Амур, где на протяжении нескольких лет производятся масштабные работы по берегоукреплению, реконструкции и благоустройству набережной и в северо-западной промышленной зоне города. А также в северо-западной промышленной зоне города, где расположены ТЭЦ и опытно-промышленный завод по переработке золотосодержащих и железосодержащих руд, что в большей мере отражает воздействие техногенного фактора на распределение урана и тория, в частности влияние промышленной зоны Благовещенской ТЭЦ (Арбузов и др., 2013). Кроме техногенного фактора существует воздействие природного фактора – ветрового переноса минеральных частиц (монацита, циркона) с пылью с береговых отмелей рек (Юсупов и др., 2016).

Повышенные концентрации ряда редких и редкоземельных элементов обусловлены, также, ветровым переносом материала горных пород, развитых на данной территории. Проводилось исследование, в ходе которого выяснили, что относительно высокая численность микроорганизмов обнаружена в тополином пухе, которые могут способствовать возникновению аллергических реакций у жителей города. В составе бактериального комплекса, выделенного из пуха, присутствовали представители pp. – *Bacillus*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*. Патогенные формы бактерий отсутствовали. В тополином пухе отмечено относительно высокое присутствие таких металлов, как Cd, Cu, Zn (Куимова и др., 2008).

Как уже отмечалось, ртуть, накопившаяся в почве, мигрирует в растения. Исследования показали, что в растительности содержится ртуть в районе опытно-промышленного завода, который специализируется на переработке золотосодержащей руды, содержащей сульфидные минералы, а они в свою очередь могут содержать в качестве примеси ртуть (Юсупов, 2009), а также в северной части города и пригорода, где находится крупное тепличное хозяйство (СПХК «Тепличный») и бывшие сельхозугодия (пашня).

3.5 Воздействие на радиационную обстановку

В 1990-1991 годах было проведено геоэкологическое исследование (Шадрин, 1992) в г. Благовещенске Амурской области экологическим отрядом, который в дальнейшем преобразовался в Экологическую партию Благовещенсково-съёмочной экспедиции. Работа проводилась с целью оценки степени загрязнения данной территории.

При камеральной обработке результатов АГСМ-съёмки под наземную заверку было выделено 17 аномалий (с превышением мощности экспозиционной дозы – МЭД – гамма-излучения 5 и более мкР/час над местным фоном) и 3 аномальные точки (с превышением МЭД гамма-излучения над местным фоном от 3 до 5 мкР/ч). Две из этих точек расположены в г. Завитинске (заверка дала отрицательные результаты). Цель заверки – установление природы аномалий и выделение участков радиоактивного загрязнения. Всего было заверено 14 аномалий и 3 аномальные точки (рисунок 3).

Результаты показали, что аномалии 7,9 (расположены к западу от города) обусловлены природно-геологическими факторами. Повышенные значения гамма-поля связаны с гранитоидами.

Аномалии 3,5,6,8,11,12,15,16,17,25 обусловлены повышенной естественной радиоактивностью строительных материалов. На аномалиях 3,5,6, 11,12,15,16,17 повышенные МЭД гамма-излучения дают гранитоидный щебень или отсев, используемые для отсыпки площадок или наполнения асфальта. Аномалия 8 связана со штабелем огнеупорного кирпича. Аномалия 25 вызвана штабелем ящиков с керамическими изоляторами.

Аномалии 1 и 2 подтверждение при наземной заверке не получили.

Нужно отметить, что аномалии 10,13,14 расположены на закрытых территориях, поэтому наземной заверке не подвергались.

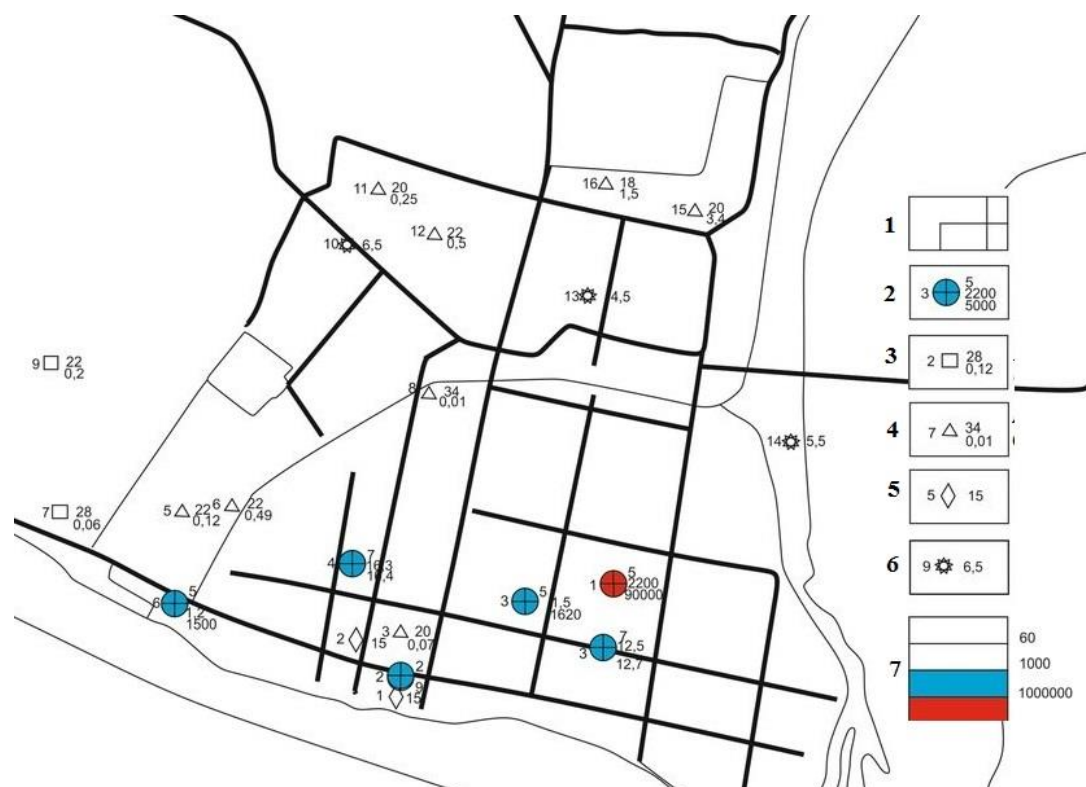


Рисунок 3 – Результаты проведенных исследований (Шадрин, 1992)

1 – Контурные линии главных улиц, дорог, рек. 2 – Участок радиоактивного загрязнения (деактивированный). Слева – № участка. Справа: сверху – количество источников; в центре – максимальная измеренная МЭД (мР/ч); внизу суммарная МЭД на поверхности всех извлеченных точечных источников (мР/ч). 3 – Аномалии АГСМ обусловленные природно-геологическими факторами. Слева – № аномалии. Справа: вверх – максимальная МЭД, установленная при наземной заверке (мкР/ч); внизу – площадь аномалии (га). 4 – Аномалии АГСМ обусловленные естественной повышенной активностью строительных материалов. Слева – № аномалии. Справа: вверх – максимальная МЭД, установленная при наземной заверке (мкР/ч); внизу – площадь аномалии (га). 5 – Аномалии АГСМ не подтвердившиеся при наземной заверке. Слева – № аномалии. Справа – максимальное значение МЭД, установленное при наземной заверке (мкР/ч). 6 – Аномалии АГСМ не подтвердившиеся наземной заверке. Слева – № аномалии. Справа – приращение МЭД в общем канале при АГСМ-съемке (мкР/ч). 7 – Шкала МЭД гамма- и бета-излучения на участках радиоактивного загрязнения и ее значения (мкР/ч).

Таким образом источниками радиоактивности на данной территории являются природно-геологическое строение и использование строительных метариалов.

3.6 Воздействие на здоровье населения

Дальний Восток имеет особенности социального, природного и экономического характера. Он удален от главных экономических центров страны, имеет специфические климатические условия (наличие зоны резко континентального климата, которая локализуется в Амурской области), имеет специфический характер формирования трудовых ресурсов (Луценко, 1998).

Ранее проведенное исследование продуктов (мясо, молоко, хлеб и т.д.), животных, растительности и т.д. позволили выявить йодистую недостаточность на территории Амурской области (Обухов, 1957). Так, например, в Зейско-Бурейской равнине концентрация йода составила 0,69 мкг/л, в почвах – не больше 5 мкг/кг. А содержание меди в почвах Амурской области очень низкое. Было исследовано содержание в растительных продуктах жизненно важных аминокислот (цистеина, тирозина, метионина, триптофана), оказалось, что содержание данных белков очень низкое (Обухов, 1957).

Минеральный обмен – это один из главных факторов, которые определяют здоровье человека. При нормальном функционировании организма микроэлементный состав постоянный, т.е. микроэлементный гомеостаз поддерживается с помощью различных ферментов и гормонов (Ершов и др., 1989). Избыток микроэлементов или их дефицит негативно влияют на организм и здоровье человека.

В Благовещенске отмечается повышенный уровень тяжелых металлов (Sb, Pb, Cd, Cr и Ni) в костных тканях по сравнению с нормативными данными (Алексеев, 2000). Это говорит о том, что организм человека на протяжении времени подвергается токсичным концентрациям тяжелых металлов (Радомский и др., 2008). Для населения территория имеет высокие уровни

содержания водорастворимых соединений железа, что приводит к заболеваниям, связанным с сердечно-сосудистой системой и увеличивает риски летальных исходов. Высокое содержание свинца обуславливает возникновение раковых заболеваний на территории г. Благовещенска.

Концентрации токсичных веществ в костной ткани содержат информацию о влиянии окружающей среды на организм человека, а также об его интоксикации в определенном биогеохимическом ландшафте (Трахтенберг и др., 1994).

В структуре общей заболеваемости жителей Амурской области на первом месте стоят болезни, связанные с органами дыхания; на втором и третьем местах – болезни центральной нервной системы и болезни сердечно-сосудистой системы соответственно. Данная закономерность свойственна для групп всех возрастов (Радомский и др., 2007).

Пары ртути являются нейротоксичными и особенно угнетают работу нервной системы, т.к. ртуть способна испаряться в элементарной форме, а основные параметры, которые влияют на процесс равновесия, это температура и атмосферное давление (Дровских и др., 2006; Вредные хим. вещества..., 1988). Также существует сходство в клиническом проявлении заболеваний органов дыхания, которые были вызваны воздушной ртутной интоксикацией и простудными факторами. Диагноз ртутной интоксикации можно установить инструментальным методом определения ртути в крови и биосредах человека.

Ртуть по степени влияния на живой организм имеет широкий спектр действия и большое разнообразие возникающих форм клинических проявлений интоксикации (Моисеенко и др., 2004).

Основа механизма действия ртути – это блокировка биологически активных групп белковой молекулы (аминных, карбоксильных, сульфгидрильных др.) Ртуть вытесняет микроэлементы из, при этом образуя стойкие ртутьорганические соединения и тем самым блокируя функцию множества ферментов.

При хроническом отравлении ртутью в крови происходит сдвиг уровня химических элементов и снижается уровень жизненно необходимых элементов (Радомский и др., 2007).

Ртуть отличается от других химических элементов своими особенными эколого-токсичными и эколого-геохимическими свойствам, содержанием во многих компонентах среды: в воде, в почве, в атмосфере г. Благовещенска и его окрестностей. Это создает напряженную экологическую ситуацию, которая заслуживает внимания. Во-первых, ртуть содержится в крови здоровых граждан, у людей с хроническим панкреатитом и язвенной болезнью, а также у больных бронхиальной астмой. Особенно высоко содержание ртути в крови населения, страдающих туберкулезом легких.

Из-за внесения в почву ртутьсодержащих пестицидов в районах, где находился крупный рогатый скот, в организме последних также обнаружено содержание ртути в крови, но в почках, печени и легких содержание ртути намного выше (Катола и др., 2008).

Согласно сведениям (Картузов и др., 2000) интоксикация ртутью с угнетением нервной системы происходит в том случае, если концентрация ртути в воздухе колеблется от 0,001 до 0,005 мг/м³. По данным (Смирнов и др., 1998) малые дозы ртути в воздухе жилых помещений индуцируют поражение стволовых структур до образования очаговых изменений в правом полушарии. Также содержание ртути оказывает влияние на биологические свойства и численность почвенных микроорганизмов (Катола и др., 2009).

На территории ТЭЦ и в зоне ее влияния в снежном покрове формируется значительный осадок, состоящий из сажи и других продуктов сгорания. Продукты сгорания топлива с помощью воздушных потоков рассеиваются по центральной части города, при этом загрязняя снег, а после таяния снега загрязняется и почвенный покров. Также продукты неполного сгорания угля оказывают негативное влияние на организм человека, т. к. в их составе содержатся полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), которые имеют канцерогенный эффект (Куимова и др., 2012).

Для решений проблем по охране и улучшению здоровья населения Дальнего Востока необходимо:

- снизить уровень вредных выбросов от транспорта, промышленных предприятий и сельского хозяйства в окружающую среду;
- достигнуть соответствия, регламентированные санитарно-гигиеническим нормативами условий труда на промышленных предприятиях и т.д.;
- соблюдать гигиенические условия при планировке и постройки населенных мест;
- улучшить качество производства и потребления продуктов питания и их рационализацию;
- создать гигиенические условия образования и воспитания подрастающего поколения;
- сформировать у населения потребности в здоровом образе жизни;
- улучшить качество предоставления медицинских услуг;
- оптимизировать структуру и материальную основу лечебно-профилактических учреждений, повысить эффективность подготовки медицинских работников.

4 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объектов эколого-геохимических исследований на территории г. Благовещенска выбраны листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) В качестве дополнительного объекта в единичных точках опробования был использован тополь душистый (*Populus suaveolens* Fisch).

4.1 Отбор проб листьев

На территории г. Благовещенска отбор проб листы проводили в конце августа – начале сентября 2013 г. по равномерной площадной сети в масштабе 1:100000 (шаг опробования 1×1 км). Учитывалась роза ветров, где преобладающими ветрами являются северо-западные. На территории города всего отобрано 40 проб листьев тополя. Карта отбора проб представлена на рисунке 4.

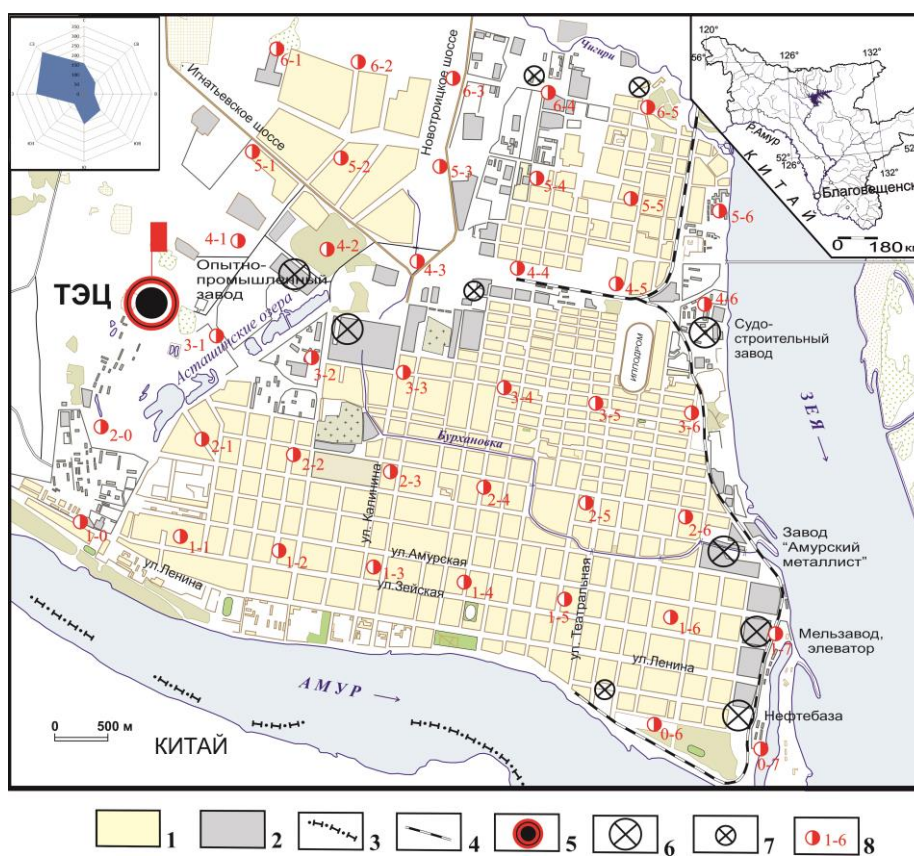


Рисунок 4 – Карта фактического материала опробования листы тополя на территории г. Благовещенска

Примечание: 1) селитебная территория; 2) территория промышленных предприятий; 3) Государственная граница России с Китаем; 4) железная дорога; 5) ТЭЦ; 6) заводы, производственные базы; 7) котельные, работающие на буром угле; 8) места отбора проб городских почв и их номера. Врезки: роза ветров (сверху слева), карта-схема Амурской области (сверху справа).

Методика отбора. Отбор производился в перчатках, пробы отбирали в крафт пакеты «Стерит», размером 150×250 мм. Для отбора листьев использовался метод средней пробы. Пробы отбирались по окружности из внешней нижней части кроны, высота от земли составила 1,5-2 м с примерно одновозрастных деревьев двух видов. Пробу растений маркируют, указывая номер пробы. Листья с деревьев и кустарников отбирают в перчатках. Для отбора проб используются: ножи, садовые ножницы, сучкорезы. В методике отбора и подготовки к анализу проб растений и указывается (Зырин, Малахов, 1981), что листовая диагностика будет эффективна для выявления загрязнения среды. С этой целью следует брать молодые, но уже созревшие листья в период наивысшей физиологической активности растений.

Озоление. Озоление проб листьев древесных растений позволяет получить их концентраты, где содержание исследуемых элементов-индикаторов становится выше по сравнению с высушенными пробами в десятки-сотни раз, однако теряются элементы в летучей форме: Hg, As, F. Пробоподготовка для анализа включала следующее: просушивание при комнатной температуре, удаление черешков листьев, измельчение, взвешивание, озоление и снова взвешивание.

Растительный образец измельчается вручную (можно ножницами). Измельчение не должно быть очень тонким. Навеску полученного материала массой около 10 г помещают в фарфоровую чашку и помещают в сушильный шкаф, где сушат при температуре 80 °С около 6 часов до постоянного веса. Затем на электрической плитке под тягой кварцевая чашка с пробой

обугливается при температуре 250 °С до того момента, пока не прекратится выделение дыма

После окончания обугливания пробы помещаются в муфельную печь (Ковалевский и др., 1967, Ковалевский, 1991), и повышают температуру каждые 30 минут на 50 °С повышали до 450 °С (Зырин и т.д., 1981). Время озоления каждой партии проб составляло 5 часов.

Температурный режим озоления способом сухой минерализации регламентирован в требованиях ГОСТа 26929-94 (ГОСТ 26929-94, 2002). Зольность составила 15%. Она позволяет производить пересчет золы на сухое вещество и наоборот.

Показатель полного озоления – равномерный цвет золы (от белого до пепельно-серого и коричневого), а также отсутствие черных углей (Алексеев, 2000).

Полученную золу растирали в ступке, брали навеску 100 мг и пакетировали в фольгу. Для упаковки навесок проб золы использовали алюминиевую фольгу высокой чистоты (Волостнов, 2010). Готовые образцы отправляются на инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА).

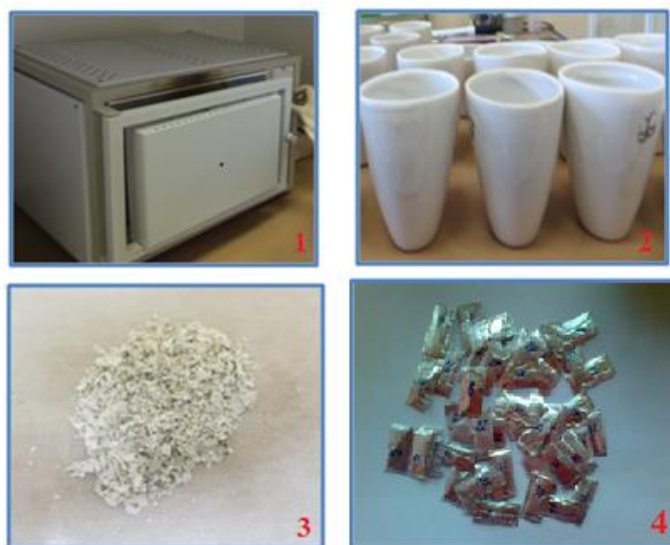


Рисунок 5 – Озоление проб листьев тополя:

- 1 – муфельный печь; 2 – фарфоровые тигли; 3 – зола;
4 – упаковывание золы в фольгу подготовленная для ИНАА

Необходимо вести учет проб в журнале (таблица 1).

Таблица 1 – Пример реестр проб для проведения ИНАА

№ пакета	Материал	Шифр пробы	Вес фольги, мг	Вес золы, мг	Общий вес пакеты, мг	Привязка
1	Зола листьев тополя	T 0/6	20	99	119	Благовещенск
2	Зола листьев тополя	T 0/7	20	100	120	Благовещенск
3	Зола листьев тополя	T 1/0	20	101	121	Благовещенск

4.2 Аналитическое обеспечение исследований

4.2.1 Инструментальный нейтронно-активационный анализ

Метод ИНАА заключается в следующем: с помощью мощного потока нейтронов бомбардируются стабильные изотопы элементов, которые способны превращаться в радиоактивные и характеризуются специфическим излучением (энергии и по характеру). С выделением энергии, являющейся постоянной величиной, происходит распад радиоактивных изотоп. Таким образом, при излучении пробой γ -лучи с определенной энергией после облучения нейтронами, то это говорит о наличии в ней какого-либо элемента. Анализ составляющих γ -излучение, которые различаются по энергии, осуществляется с помощью многоканальных гамма-анализаторов (Кожевников и др., 1987).

По сравнению с другими методами ИНАА имеет ряд достоинств. Сюда можно отнести простоту пробоподготовки; возможность проведения анализа очень маленьких по объему и массе проб. В данном методе состояние пробы не будет влиять на результаты анализа, т.к. происходит снятие аналитического сигнала с ядер химических элементов. Метод удобен и для нахождения примесей, которые присутствуют в пробе в очень низких содержаниях. Метод неразрушающий, т.к. не используется химическая подготовка пробы, это

позволяет сохранить пробу, исключить погрешность за счет удаления или привноса элементов вместе с реактивами.

Безусловно, метод ИНАА имеет и недостатки. Для организации и проведения данного метода, требуется близкое территориальное нахождение к реактору – источнику тепловых нейтронов, а также наличие помещений, предназначенных для «остывания» облученных проб и для выполнения измерительных операций. Кроме того, широкое применение метода ограничивается из-за уникальной и дорогой аппаратуры (реактор, гамма-анализаторы, манипуляторы и др.).

Определение содержания элементов в образцах золы листьев тополя производили ИНАА на 28 элементов в аккредитованной ядерно-геохимической лаборатории на исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т ТПУ по аттестованным методикам (аналитики Л.В. Богутская и А.Ф. Судыко).

Пробоподготовка заключается в следующем: истирание золы по пудры, взятие навески 100 мг и упаковка в фольгу. Для анализа используются навески именно такой массы, потому что такая навеска исключает эффект самоэкранирования и обеспечивает для оператора радиационную безопасность.

В зависимости от активационных свойств элементов и состава матрицы исследуемой пробы предел обнаружения может колебаться от n^{*1} до $n^{*10^{-6}}$ %. ИНАА позволяет определять содержание следующих 28 элементов: Ca, Na, Fe, As, Zn, Nd, Cr, Co, Sb, Br, Ba, Rb, Cs, Sr, Hf, Ta, Sc, Tb, Sm, Eu, La, Ce, Yb, Lu, U, Th, Au, Ag.

Нижние пределы обнаружения содержания элементов в природных средах представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Нижние пределы обнаружения содержания элементов в природных средах (почва, биота и т.д.)

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

Сравнение данных ИНАА с аттестованными содержаниями элементов в стандартных образцах показывает их совпадение в пределах стандартного отклонения для всех определяемых элементов. Это подтверждает высокую точность полученных результатов и правильность методики ИНАА (Судыко, 2016).

Таблица 3 – Определение абсолютной и относительной ошибки анализа (по данным ИНАА)

элемент	СО ЛБ-1, г/т	паспортные данные, г/т	абсолютная ошибка	относительная ошибка, %
Sc	0,24	0,3	0,06	25
La	0,68	0,82	0,14	21
Ce	1,49	1,5	0,01	1
Sm	0,139	0,132	0,007	5
Eu	0,023	0,026	0,003	13
Tb	0,02	0,022	0,002	10
Yb	0,074	0,074	0	0
Lu	0,01	0,011	0,001	10
Th	0,19	0,22	0,03	16
U	0,08	0,082	0,002	3

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 (Рихванов и др., 2015).

4.2.2 Атомно-абсорбционный анализ ртути

Анализ содержания ртути в образцах сухой массы листьев тополя выполняли в лаборатории микроэлементного анализа в международном научно-образовательном центре «Урановая геология» на кафедре геоэкологии и геохимии в Институте природных ресурсов ТПУ на ртутном анализаторе «РА-915М» с приставкой «ПИРО-915+» методом атомной абсорбции (метод пиролиза), предел обнаружения – 5 нг/г. Для построения и контроля стабильности градуировочных характеристик измерения ртути использовали стандартные образцы состава листа березы ЛБ-1 (ГСО 8923-2007).

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, сырья, пищевых продуктов и отходов на соответствие санитарно-гигиеническим и технологическим нормативам (Анализатор ртути «РА-915М», 2011).

Навеска пробы 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 (Методика М-04-46-2007).

Пробоподготовка включает в себя только измельчение исследуемого материала – листьев тополя.

Перед началом работы с прибором необходимо в начале проводить измерение стандартного образца (калибровку). Если при трехкратном повторении измерения стандартного образца дает отклонений, то можно продолжать работу (Зарин, Малахов, 1981). Рекомендуются, чтобы управление работой анализатора, обработка и регистрация данных осуществлялись с помощью персонального компьютера, на котором установлено специальное программное обеспечение (ГОСТ Р 54639-2011).

4.2.3 Электронно-микроскопические исследования

Минеральный состав пробы поверхности листы тополя изучался в Международном инновационном образовательном центре «Урановая геология» на кафедре геоэкологии и геохимии ТПУ с помощью растрового электронного микроскопа (РЭМ).

При работе использовался Hitachi S-3400N (с приставкой Bruker XFlash 5010 с разрешением 129 eV) – это электронный сканирующий микроскоп, который способен показывать значительное разрешение в обширном диапазоне ускоряющих напряжений. Микроскоп оборудован термоэмиссионным вольфрамовым катодом. Также есть рабочая камера, которая имеет 10 портов для подсоединения дополнительного оборудования (Основы растровой электронной микроскопии, эл. ресурс). Приставка

обеспечивает обнаружение от бора до америция, также бериллия (Bruker, 2010).

Характеристика РЭМ Hitachi S-3400N:

- при использовании детектора вторичных электронов разрешающая способность составляет 3,0 нм (при работе с высокой степенью разрежения, ускоряющее напряжение 30 кВ) и 10 нм (при работе с высокой степенью разрежения, ускоряющее напряжение 3 кВ);

- при использовании детектора обратно рассеянных электронов разрешающая способность составляет 4,0 нм (ускоряющее напряжение 30 кВ, при работе с низкой степенью разрежения);

- степень увеличения: от 5 до 300 000 (степень увеличения оптического микроскопа до 1000 – 1200);

- вакуумная система: управление созданием разрежения: полностью автоматическое; достижимая степень разрежения: $1,5 \times 10^{-3}$ Па; диапазон настраиваемой степени разрежения: от 6 до 270 Па (22 дискретных уровня).

РЭМ основывается на том, что сканируется поверхность образца электронным зондом, затем происходит дальнейшее распознавание возникающего при данных процессах широкого спектра излучений.

В работе использовался детектор BSE (детектор обратно рассеянных электронов). Он предоставляет композиционную информацию с высокой чувствительностью. Детектор менее чувствителен к заряду образца. Более малый контраст границ. Детектор дает возможность работы с низкими степенями разрежения. Детектор выгоден для исследований проводящих поверхностей, не требующих контрастного показа границ; предоставляет композиционную информацию; снижено влияние имеющихся на образце поверхностных зарядов.

Для исследования пробы потребовалась следующая пробоподготовка: вырезается небольшой (наиболее ровный) участок листа (5 на 5 мм) и наносится на одну сторону двухстороннего скотча, далее скотч клеится на специальную пластину. Проба исследовалась в высоком вакууме.

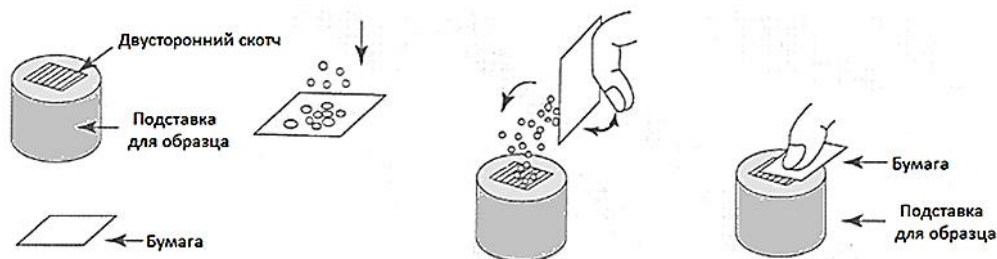


Рисунок 6 – Пробоподготовка материала для РЭМ



Рисунок 7 – Лист тополя и места отбора фрагментов ткани для РЭМ
(слева – внешняя поверхность, справа – нижняя поверхность)

Для исследования можно использовать обе поверхности листа, однако наибольшее количество частиц находится на внешней поверхности.

4.3 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 7.0. Построение и оформление картосхем распределения элементов г. Благовещенска выполнено с помощью программного обеспечения SURFER 10 и COREL DRAW 16.

На первом этапе работы был произведен расчет числовых характеристик содержания элементов в золе листьев тополя на территории г. Благовещенска в программе Statistica 8.0. Среди параметров описательной

статистики для выборки по исследуемой территории были подсчитаны следующие числовые характеристики: объем выборки, среднее арифметическое, мода, медиана, максимальные и минимальные значения, стандартное отклонение, коэффициент вариации, асимметрия, эксцесс и стандартные ошибки последних.

Для проверки распределения химических элементов на принадлежность к нормальному закону распределения, было использовано три теста: отношение показателей асимметрии и эксцесс к их стандартным ошибкам, Хи квадрат и тест Колмогорова – Смирнова.

Для описания корреляционной связи между содержаниями химических элементов были рассчитаны парные коэффициенты корреляции по критерию Пирсона для нормального распределения, а также Спирмена при отличии распределения от такового. При оценке значимости корреляции рассчитывалась с помощью счетчика вероятности на уровне значимости $p=0,05$ для заданного объема выборки. Так же строились графы ассоциации для более наглядного представления геохимического спектра элементов. Для проведения кластерного анализа использовали метод Варда. Для факторного анализа использовался метод главных компонент (Михальчук, Язиков, 2014).

5 РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ Г. БЛАГОВЕЩЕНСКА

5.1 Общая биогеохимическая характеристика

Стандартные статистические параметры валового содержания химических элементов в пробах золы листьев тополя на территории г. Благовещенска приведены на рисунке 8.

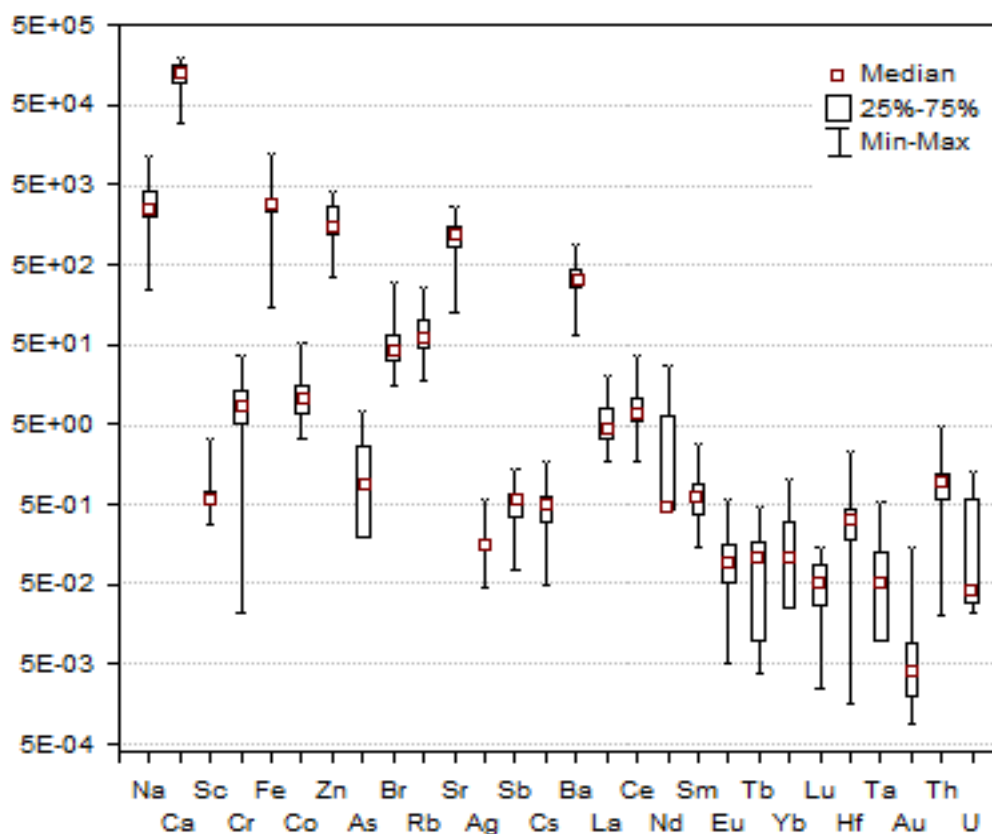


Рисунок 8 – Диаграммы размаха содержания химических элементов в пробах золы листьев тополя на территории г. Благовещенска

Коэффициент вариации – это показатель, показывающий величину рассеивания содержаний элементов в исследуемой выборке по сравнению со средним значением (Беус и др., 1975).

Однородные выборки (<50) наблюдаются у Ca, Zn и Sr; недифференцированные выборки (50-70) наблюдаются у Cr, Ba, Cs, Ag, Sc, Rb, Fe, Co и Sb; сильно неоднородные (70-100) выборки – у Sm, Ce, Lu, Th, Br, Tb, Na, Eu и La; крайне неоднородные (>100) – у U, Yb, Au, Hf, Nd, As и Ta.

Таблица 4 – Геохимические ряды коэффициентов концентрации элементов в золе листьев тополя на территории г. Благовещенска

Кк ₁	Sr(39,22) > Ta(20) > Sb (10) > Hf (8) > As (5,6) > Ca (4,02) > Ba (3,5) > Zn (2,1) > Th (2)
Кк ₂	Zn(41,2) > Au (14,49) > Ba (9,8) > Sr(4,9) > Ag(4) > Br(2,3) > Sb(2)
Кк ₃	Na(17,2) > Lu(10) > Ce(3,87) > La(3,64) > Nd(3,62) > Sm,Th,Tb,Ta(3,33) > Hf(2,8) > Eu(2,5) > Ba(2,35) > Rb(2,30) > Yb(2,2) > Cs(2) > As(1,7) > Zn(1,68) > Fe(1,66)

Примечание: Кк₁ рассчитан относительно среднего содержания в золе современных континентальных растений (по Ткаличу, 1917). Кк₂ рассчитан относительно среднего содержания элементов в ноосфере (по М. А. и Н. Ф. Глазовским, 1988). Кк₃ рассчитан относительно среднего геометрического (по Рихванову и др., 2015)

Для проверки распределения химических элементов на принадлежность к нормальному закону распределения, было использовано три теста: отношение показателей асимметрии и эксцесс к их стандартным ошибкам, Хи квадрат и тест Колмогорова – Смирнова (Михальчук и др., 2015). Результаты представлены в таблице 5.

Если результат уровня значимости p , полученный на диаграмме, входит в интервал, соответствующий не значимой или слабо значимой степени, то в таком случае в соответствующей графе в таблице 2 прописывалось «да» - что в свою очередь значит, что полученная разница не значима или слабо значима, следовательно, данный элемент относится к нормальному распределению. Если полученное значение уровня значимости p , соответствовало степени значимости: статистически значимые, сильно значимые, высоко значимые, то в соответствующей графе пишется «нет», следовательно, разница значимая, а элемент не соответствует нормальному закону распределения.

Таблица 5 – Проверка принадлежности распределения химических элементов к нормальному закону в золе листьев тополя на территории г. Благовещенска

элемент	A(t1)	E(t2)	Хи-квадрат	Колмогоров-Смирнов	Заключение
Sm	5,35	6,71	нет	не	нет
Ce	6,00	8,67	нет	да	нет
Ca	-1,01	-0,99	да	да	да
Lu	2,13	-0,81	да	да	да
U	2,89	-0,04	нет	нет	нет
Th	8,63	20,98	-	нет	нет
Cr	5,50	10,09	-	да	нет
Yb	4,87	5,59	нет	да	нет
Au	11,06	23,24	-	нет	нет
Hf	9,62	23,29	-	нет	нет
Ba	2,61	1,96	да	да	да
Sr	1,30	2,38	да	да	да
Nd	6,88	12,23	-	нет	нет
As	3,42	1,23	да	да	да
Br	8,02	14,37	-	да	нет
Cs	4,01	6,59	-	да	нет
Ag	8,68	15,44	-	нет	нет
Tb	3,40	3,05	нет	да	нет
Sc	10,96	28,17	-	нет	нет
Rb	4,56	4,22	нет	да	нет
Fe	8,14	17,95	-	да	нет
Zn	1,86	-0,23	да	да	да
Ta	6,84	12,85	-	да	нет
Co	7,37	14,11	нет	да	нет
Na	4,72	4,29	да	нет	нет
Eu	5,35	6,89	нет	нет	нет
La	4,34	3,53	да	да	да
Sb	3,22	2,95	-	да	нет

Таблица показывает, что нормальному распределению соответствуют следующие элементы: Ca, Lu, Ba, Sr, As, Zn и La. Остальные элементы – не соответствуют.

Оценка характера силы взаимосвязи между химическими элементами на изучаемых территориях проводилась с помощью коэффициента корреляции Спирмена. Построили матрицы корреляции. Получили матрицу корреляции. Проанализировав таблицу, выяснили, что имеется большое количество значимых корреляционных связей для элементов. Чтобы упростить таблицу и

выделить наиболее сильные ассоциации введем искусственное критическое значение корреляции, повысив его до 0,72. Получили следующие коррелирующие пары, которые представлены в виде граф ассоциаций (рисунок 9).

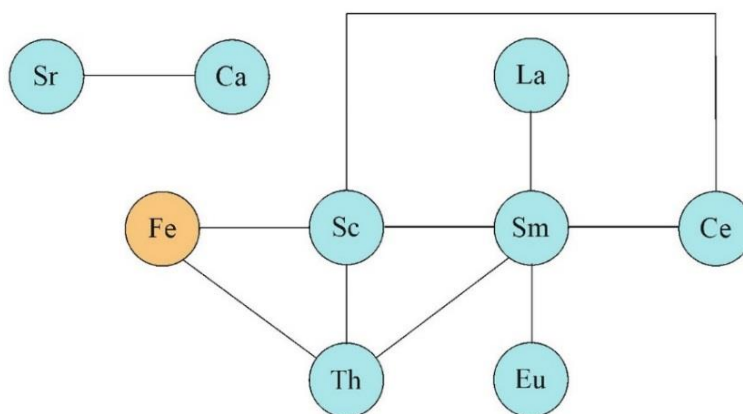


Рисунок 9 – Графы ассоциаций химических элементов в листьях тополя

Примечание: сплошная линия – положительная связь

Голубой – литофильные элементы, оранжевый – сидерофильные

Ассоциации представлены в преимущественно литофильными элементами и одним сидерофильным элементом (по Гольдшмиту). Ассоциация элементов Sm-Eu; Sm-Ce; Sm-La являются представителями цириевого подсемейства (Скляр, 2001). Эти элементы являются редкоземельными и имеют закономерную связь, встречающуюся в природе.

Связь таких элементов, как Th-Sc является закономерной и встречается в минерале тортвейтите и углях, в свою очередь пара элементов Th-Fe также встречается в природе, в частности в ферроторитах (Иванов, 1997). Чаще всего в минералах Sr изоморфен с Ca (Иванов, 1994). Встречаются в кальцитах, доломитах осадочных формаций; Sr часто встречается в различных минералах других элементов, особенно в минералах Ca (Солодов и др., 1986).

Задача кластерного анализа сводится к разбиению химических элементов на группы. В эти группы объединяются элементы, имеющие наивысшие значения меры сходства (парные коэффициенты корреляции

Пирсона r). Сначала выявляют наивысший коэффициент корреляции между отдельными парами, затем соответствующую пару объединяют в группу с помощью различных методов осреднения. Такой метод парного объединения применяется до тех пор, пока значения групповых коэффициентов корреляции не достигнут критического порогового значения $r_{кр}$, определяемого с помощью системы STATISTICA по заданному уровню значимости и объему выборки.

Результаты кластер-анализа изображаются в виде дендрограммы, в которой по оси абсцисс обозначаются химические элементы, а по оси ординат – значение $1-r$, которое соответствует каждому иерархическому уровню группирования. Дендрограммы корреляционной матрицы содержания химических элементов изображены на рисунке 10. Красной пунктирной линией отмечается критический уровень. На данном этапе работы была проведена стандартизация, чтобы привести значения к одному уровню. В качестве дистанционного коэффициента взяли 1 -пирсон r . Использовали метод Варда.

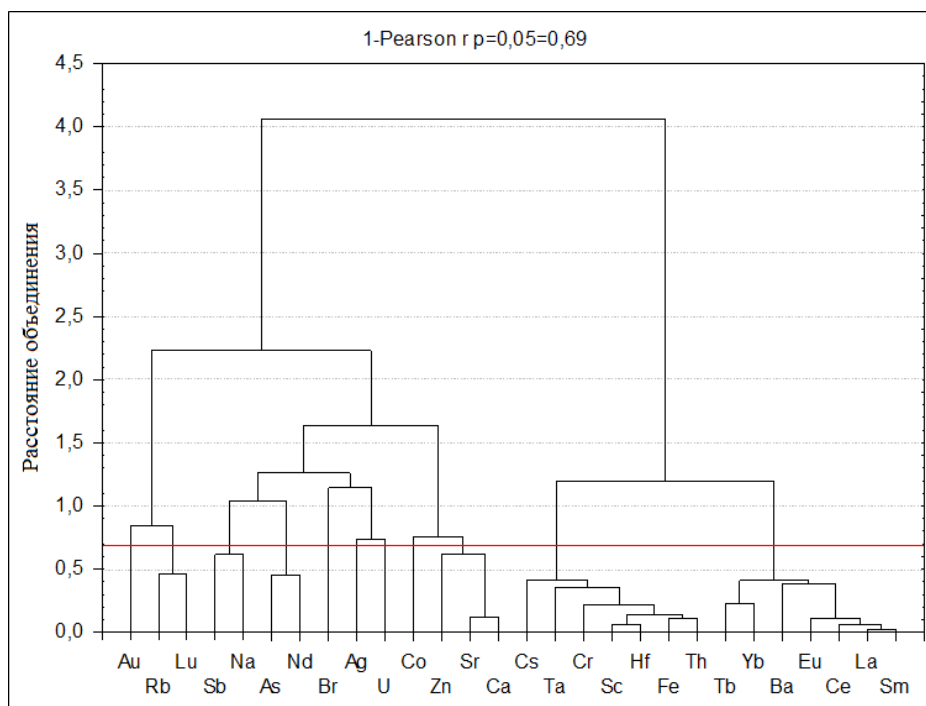


Рисунок 10 – Дендрограмма корреляционной матрицы геохимического спектра элементов в золе листьев тополя г. Благовещенска ($1-r=0,69$)

Наиболее сильные корреляционные связи на дендрограмме установлены для двух крупных ассоциаций микроэлементов: Cs-Ta-Cr-Sc-Hf-Fe-Th; Tb-Yb-Ba-Eu-Ce-La-Sm.

Первая группа элементов встречается в природе в минералах: танталит, микролит, гатчеттолит (Иванов, 1997). Она состоит преимущественно из элементов, характерных для кислых магм. По силовым характеристикам Cr и Sc попадают в одну группу, а по прочности связи электронов в атоме Cr близок к Fe. Вторая группа элементов представляет собой преимущественно редкие земли.

Стоит отметить, что Au, Br, Ag, U, Co не имеют никаких связей и находятся отдельно от других элементов. Ce-La имеют закономерную связь и встречаются в природе; также и Ce-La вместе с другими редкоземельными элементами содержатся в минералах бастнезита, монаците и т.д. Sm и Eu встречаются в природе в составах бастнезита; Sm и Tb также имеют закономерную связь и содержатся в минералах ксенотиме, эвксените, монаците и т.д.

Связь таких элементов, как Th-Sc является закономерной и встречается в минерале тортвейтите и углях. В связи с тем, что по свойствам Sc близок к Th, главная масса его рассеивается в минералах, содержащих эти элементы. Стоит отметить, что Th и Sc связаны с терригенными источниками накопления в парагенезисе с другими редкоземельными элементами, что имеет связь с размытием коры выветривания (Юдович и др., 2016).

Нужно принять во внимание, что по геохимической классификации элементов А. Е. Ферсмана для магматических и гидротермальных условий по их участию в процессах Th относится к элементам кислых магм и пневматолитов, а Sc – основных и ультраосновных магм.

Факторный анализ (метод главных компонент) позволяет определить более детальное влияние тех или иных факторов на взаимосвязи между элементами. Главными целями факторного анализа являются сокращение числа рассматриваемых микроэлементов и определение структуры

взаимосвязей между микроэлементами, т.е. классификация микроэлементов (Михальчук и др., 2014). Такой анализ позволяет выявить силу факторов и их количество, оказывающих влияние на дисперсию содержания элементов. Анализ в табличном и графическом виде позволяет дать оценку степени влияния различных факторов на выборки.

Для оценки степени влияния факторов были построены таблицы и графики, которые представлены ниже (таблица 6, рисунок 11).

Таблица 6 – Вращаемые факторные нагрузки в выбранной 3-ми факторной модели г. Благовещенска

	Factor - 1	Factor - 2	Factor - 3		Factor - 1	Factor - 2	Factor - 3
Sm	0,91	0,24	-0,08	Cs	0,75	-0,04	-0,01
Ce	0,94	0,20	-0,08	Ag	-0,12	0,22	0,40
Ca	0,19	0,87	0,11	Tb	0,79	0,24	-0,20
Lu	0,3	-0,30	-0,24	Sc	0,94	-0,09	0,18
U	0,29	0,11	0,08	Rb	0,04	-0,40	-0,57
Th	0,9	-0,02	0,23	Fe	0,89	-0,04	0,16
Cr	0,86	-0,03	0,23	Zn	-0,25	0,69	0,15
Yb	0,86	0,16	-0,04	Ta	0,73	-0,26	0,25
Au	0,2	-0,06	-0,21	Co	0,22	0,59	-0,39
Hf	0,89	-0,05	0,25	Na	0,22	0,26	0,58
Ba	0,64	0,58	-0,09	Eu	0,87	0,17	-0,11
Sr	0,19	0,85	0,16	La	0,88	0,30	-0,13
Nd	0,39	0,07	0,19	Sb	0,26	0,05	0,53
As	0,31	0,12	0,71	Expl.Var	10,93	3,44	2,34
Br	0,01	0,10	-0,11	Prp.Totl	0,39	0,12	0,08

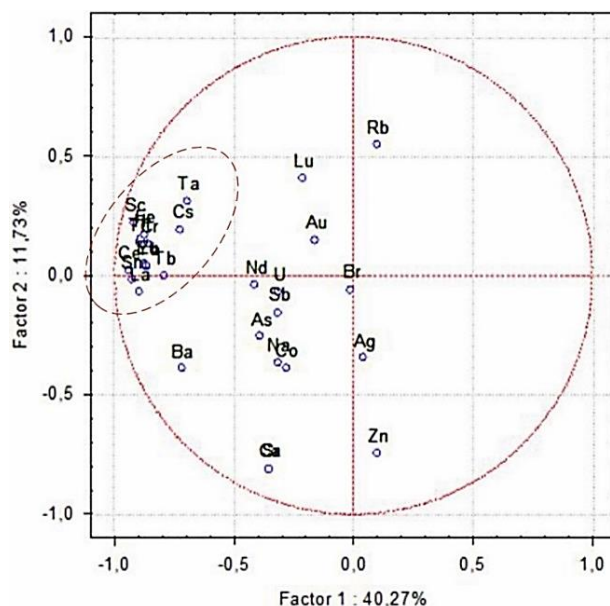


Рисунок 11 – Факторные нагрузки (ось X – первый фактор, ось Y – второй фактор) на общую дисперсию геохимического спектра элементов в золе листьев тополя г. Благовещенска

Таблица 6 и рисунок 11 показывают, что первый фактор имеет значимое влияние на общую дисперсию литофильных элементов: Sm, Ce, Th, Cr, Yb, Hf, Cs, Tb, Sc, Ta, Eu, La. Высокая нагрузка по второму фактору оказывает влияние на Ca и Sr.

Коэффициенты факторных нагрузок имеют положительный знак. Влияние первого фактора на общую дисперсию элементов, вероятнее, обусловлено влиянием природных источников поступления исследованных элементов, а также отражает специфику геохимического состава горных пород на территории г. Благовещенска.

Третий фактор только на As, что указывает на то, что данный элемент имеет свой источник поступления. Другая группа элементов – Zn, Ag, Br и Rb, как было показано выше, вероятно, является специфичной для тополя. Данные группы элементов в существующих концентрациях не несут серьезной опасности для окружающей среды г. Благовещенска.

По результатам статистической обработки были построены карты для ряда элементов и их отношений: Sb, Br, Ba, Zn, Au, Ag, As, Th/U, La+Ce/Yb+Lu, La+Ce/ Sm+ Eu.

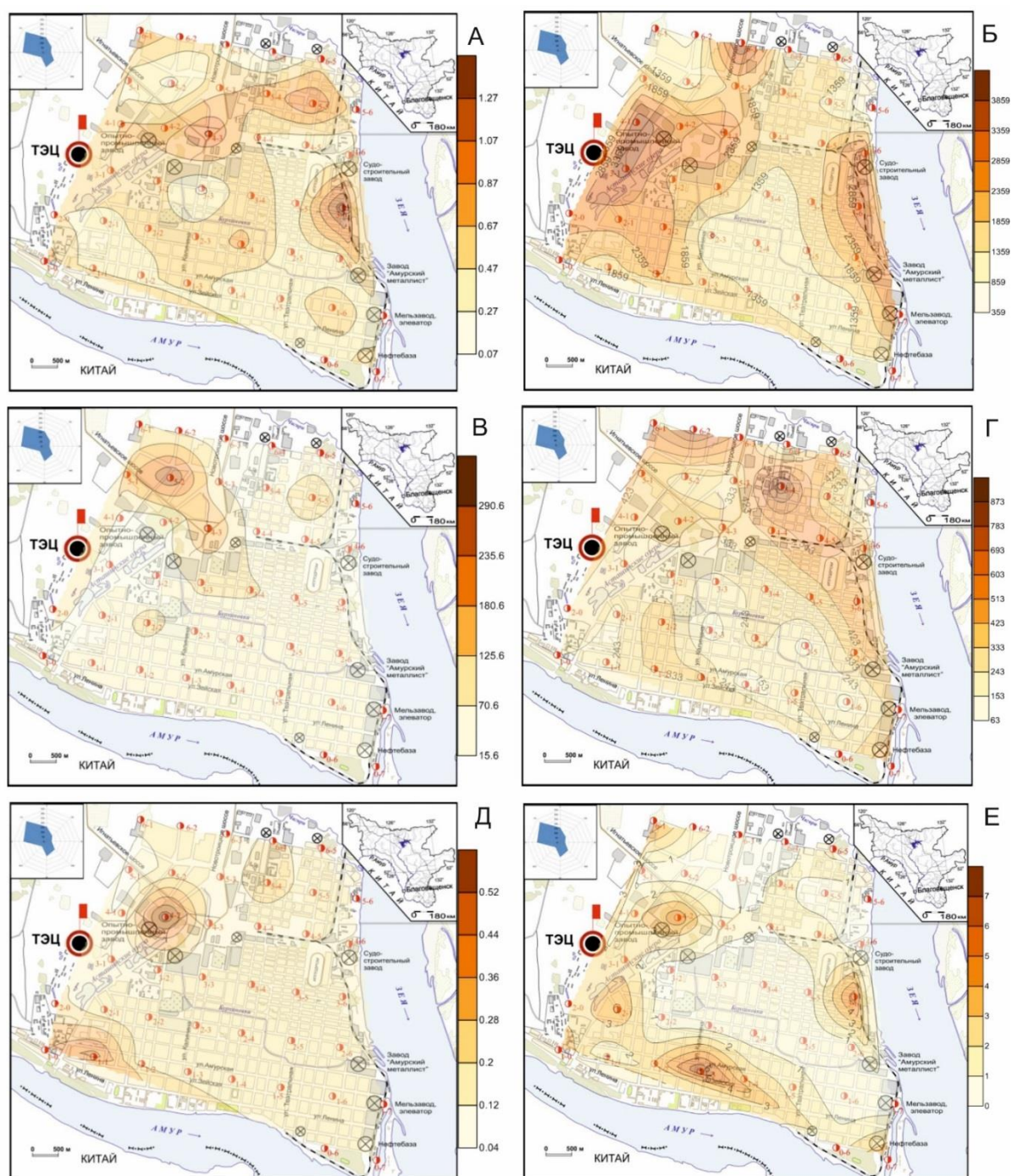


Рисунок 12 – Ореолы распределения элементов в золе листьев тополя:

Sb(А), Zn(Б), Br(В), Ba(Г), Ag(Д), As(Е)

Высокое содержание Sb (рисунок 12А) выявлено в жилых зонах, и около шоссе, где расположена заправка. Sb является характерным элементом для техногенеза, установленная в отходах и выбросах многих производств, но слабо изучена (Иванов, 1996).

Контрастный ореол Zn (рисунок 12Б) по данным опробования листьев тополя выявлен на территории северо-западного промышленного узла, где располагается ТЭЦ, а также вдоль береговой линии реки Зеи, также в промышленной зоне. Вероятно, что цинк поступает с выбросами предприятий промышленных зон.

Максимальные концентрации Br (рисунок 12В) приурочены северо-западной территории города, где располагается жилая зона, а рядом находится сельскохозяйственный район. Возможно аномалия связана с использованием Br в нем.

Высокие содержание Ba (рисунок 12Г) выявлены в северной части города и пригорода, где же находится крупное тепличное хозяйство (СПХК «Тепличный»). Вероятно, именно СПКХ «Тепличный» является источником Ba, т.к. он активно используется в сельском хозяйстве.

Яркий ореол Ag (рисунок 12Д) выявлен в районе опытно-промышленного завода, вероятно, являющимся источником выбросов серебра. Также еще один ореол выявлен в районе перинатального центра. Выбросы серебра типичны для данной отрасли.

На рисунке 12Е максимальное содержание мышьяка (6 г/т) наблюдается в районе института геологии и природопользования, к тому же рядом располагается и ЦЛАТИ. Данные учреждения имеют свои огромные лаборатории, что и может служить источником исследуемого элемента. Также наблюдаются содержания мышьяка в северо-западной промышленной зоне города, где расположены ТЭЦ и опытно-промышленный завод.

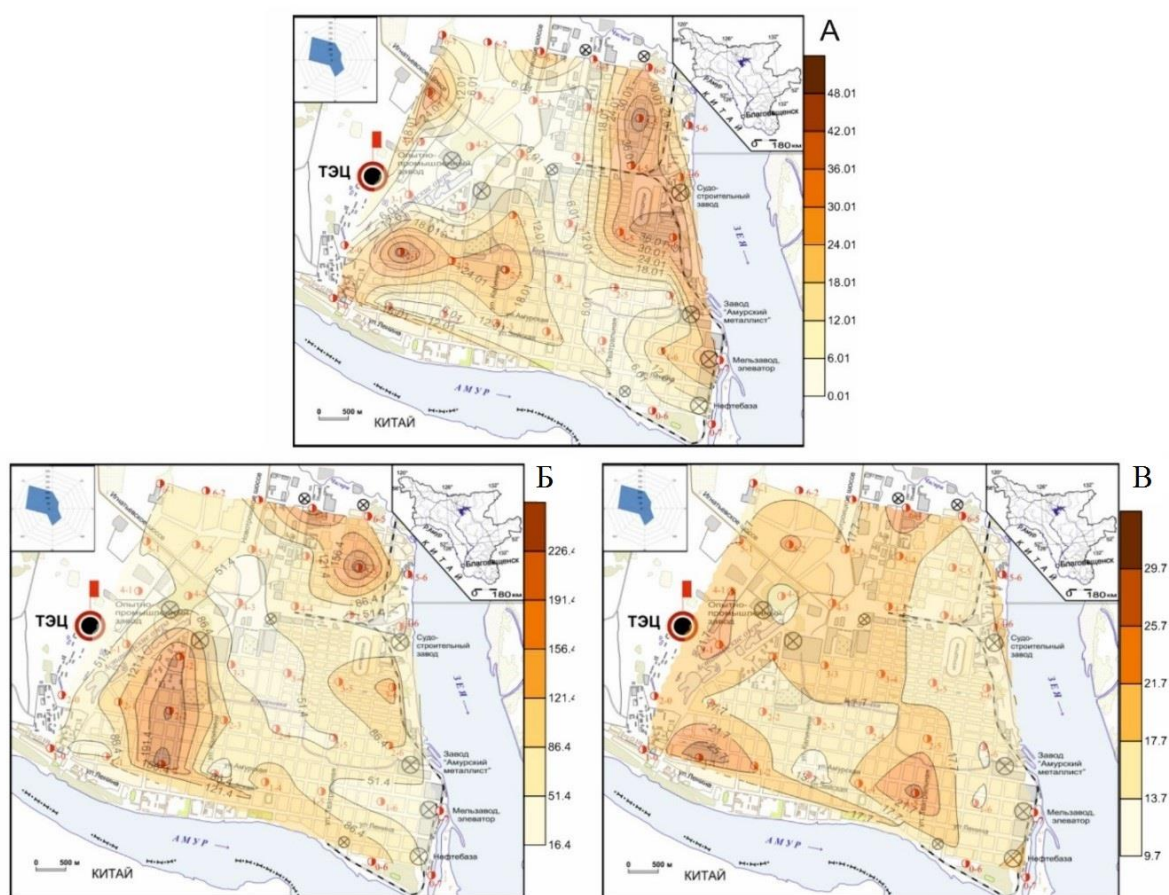


Рисунок 13 – Распределение Th/U (А), La+Ce/Yb+Lu (Б),
La+Ce/ Sm+ Eu (В) в золе листьев тополя
на территории г. Благовещенска

На рисунке 13А аномалии выявлены вдоль берега реки Зеи в промышленной зоне, где находится Судостроительный завод, завод «Амурский металлист», котельные и т.д. Также присутствуют концентрации исследуемых элементов и возле ТЭЦ (по розе ветров). Однако стоит отметить, что данная территория представлена вулканогенными и интрузивными комплексами пород кислого состава. Принимая во внимание этот факт, можно предположить, что источником поступления элементов может являться и природный фактор (Дорохова, 2016).

На рисунке 13Б выявлен аэрогенный шлейф вдоль берега реки Амур. Вероятно, источником являются масштабные работы по берегоукреплению, реконструкции и благоустройству набережной, а также ветровой разнос пыли.

Максимальные концентрации (181,4 г/т) наблюдаются в северо-западной промышленной зоне города, где расположены ТЭЦ и опытно-промышленный завод по переработке золотосодержащих и железосодержащих руд. На северо-востоке территории также выявлена аномалия, вероятно, это связано с котельными, которые локализуются в той же области. На рисунке 13В также аэрогенный шлейф на большей части территории. Т.к. данная область располагается в низине, а на северо-западе находится возвышенность, то можно предположить, что происходит ветровой перенос с последней с учетом розы ветров.

Также были построены карты для Ca и Sr (рисунок 14). Максимальные концентрации как у Ca, так и у Sr выявлены на северо-западе территории, где располагается промышленная зона. Концентрация Ca рассредоточена по всей исследуемой территории, исключая жилую зону. Изменения концентраций Ca и Sr являются результатом сложных процессов: круговорот питательных веществ в почве, осаждение аэрозолей, а также других процессов, включающих геохимический цикл (Land et al., 2000; Szramek et al., 2004). Стоит отметить, что Sr имеет тенденцию замещать в минеральных решетках Ca (Peek et al., 2012). Содержание Sr, Ca в растениях может обуславливаться осаждением аэрозолей на поверхности растений (Elias et al., 1982; Negrel et al., 1993).

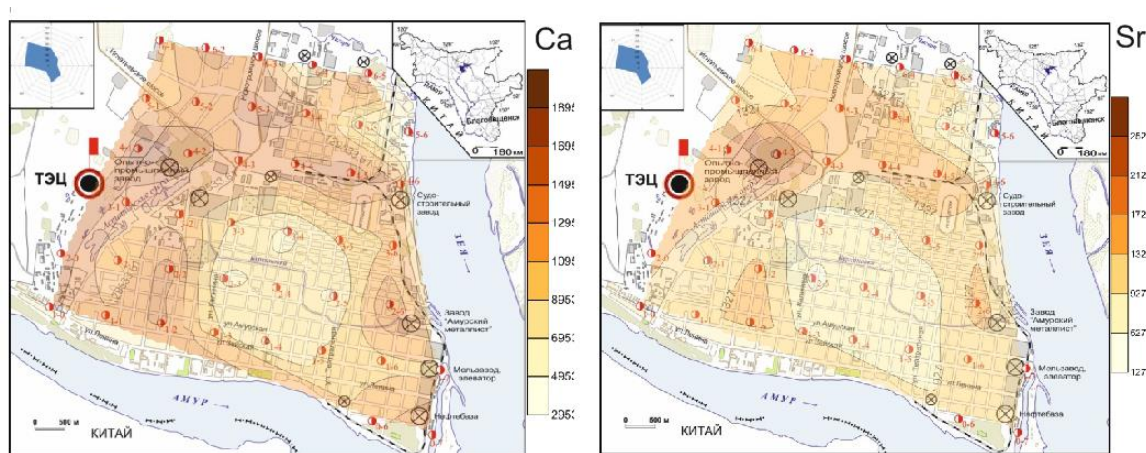


Рисунок 14 – Распределение Ca и Sr в золе листьев тополя на территории г. Благовещенска

5.2 Ртуть

Нами была выявлена аномалия содержание ртути в северо-западной части Благовещенска. Территория, на которой была обнаружена аномалия, использовалась раньше для сельскохозяйственного назначения, а сейчас под индивидуальную и малоэтажную коттеджную застройку. Для определения источника аномалии в 2016 году на территории пос. Чигири были отобраны пробы из верхнего горизонта почвы. Всего отобрано 36 проб почвы.

Таблица 7 – Статистические параметры распределения ртути в почве и листьях тополя на территории г. Благовещенска и его пригорода

Объект опробования	Содержание, нг/г (среднее/min-max)	Медиана	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %
Почва	$92,5 \pm 19,2$ (17,8 – 524,0)	45,7	108	117
Листья тополя	$24,1 \pm 2,2$ (8,4 – 80,9)	19,5	13,5	56

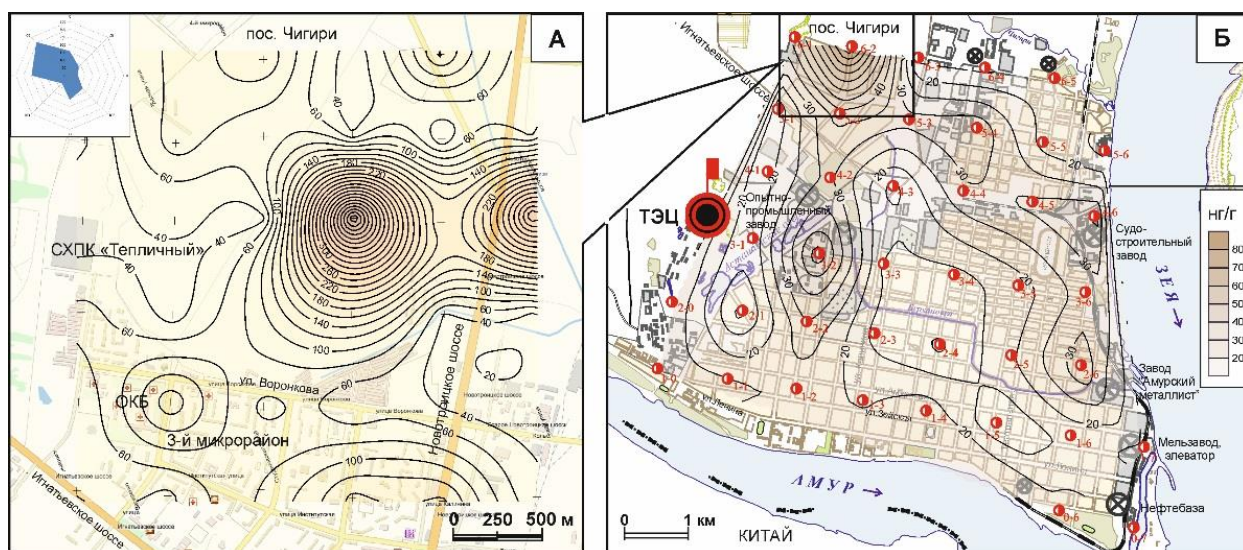


Рисунок 15 – Распределение ртути в почве (А) и листьях тополя (Б) на территории г. Благовещенска и пригорода

Анализ характера накопления и распределения ртути на территории г. Благовещенска позволил выделить следующие особенности. По значению коэффициента вариации ртути в почвах характерна крайне неоднородная выборка, в листьях тополя наблюдается недифференцированная выборка.

Значения среднего и медианы у исследуемого элемента, как в почве, так и в листьях тополя значительно отличаются, что указывает на наличие аномальных содержаний и логнормальное распределение.

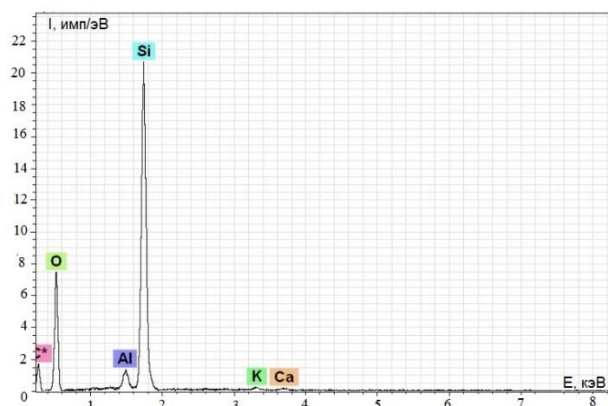
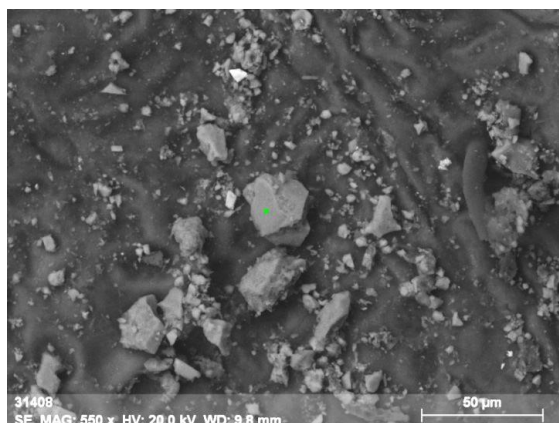
Контрастный ореол ртути по данным опробования листьев тополя выявлен на территории северо-западного промышленного узла г. Благовещенска в зоне воздействия опытно-промышленного завода, который специализируется на переработке золотосодержащей руды, содержащей сульфидные минералы, а они в свою очередь могут содержать в качестве примеси ртуть (Юсупов, 2009).

Максимальное содержание ртути в почве (524 нг/г) и листьях тополя (80,9 нг/г) сосредоточено в северной части города и пригорода, где жилая застройка (3-й микрорайон) граничит с бывшими сельхозугодиями (пашней) пос. Чигири. Здесь же находится крупное тепличное хозяйство (СПХК «Тепличный») (рисунок 15А). Санитарно-гигиенический норматив содержания ртути в почве (ПДК 2,1 мг/кг) не превышен. Можно предположить, что ореол ртути в почве обусловлен применением в прошлом ртутьсодержащих пестицидов. Известно, что почва способна прочно фиксировать ртуть, образуя прочные и малоподвижные комплексы с гуминовыми кислотами. Период полувыведения ртути из почвы составляет 250 лет (Батян и др., 2009). На рисунке 15Б также виден аэрогенный шлейф ртути в юго-восточном направлении по розе ветров (преобладают северо-западные ветра).

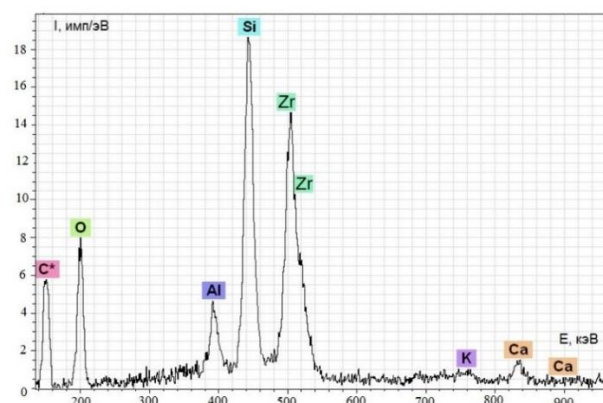
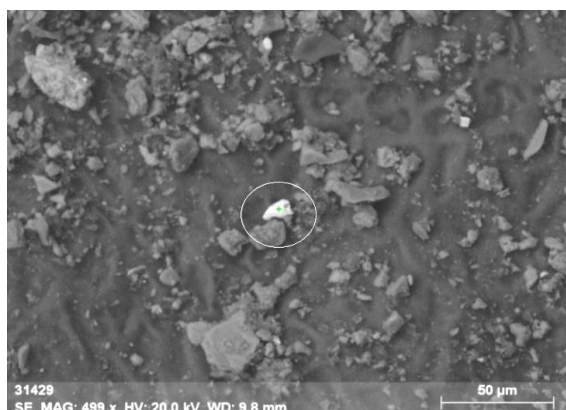
Таким образом, по данным опробования верхнего слоя почвы и листьев тополя установлен уровень содержания и характер распределения ртути на территории г. Благовещенска и его пригорода. Содержание ртути в почве не превышает ПДК. Предполагаемыми источниками ртути являются: опытно-промышленный завод по переработке золотосодержащей руды и участок в пос. Чигири, где вероятно применялись ртутьсодержащие пестициды.

5.3 Результаты растровой электронной микроскопии

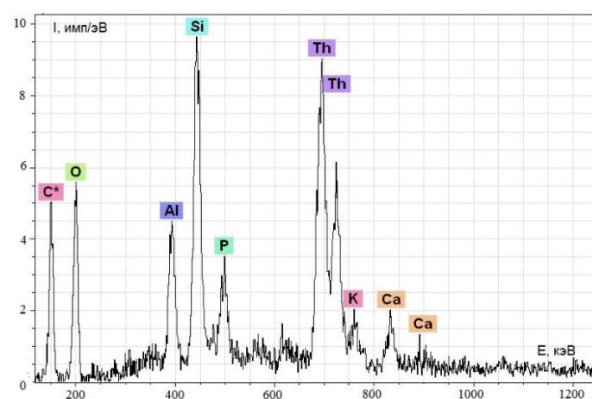
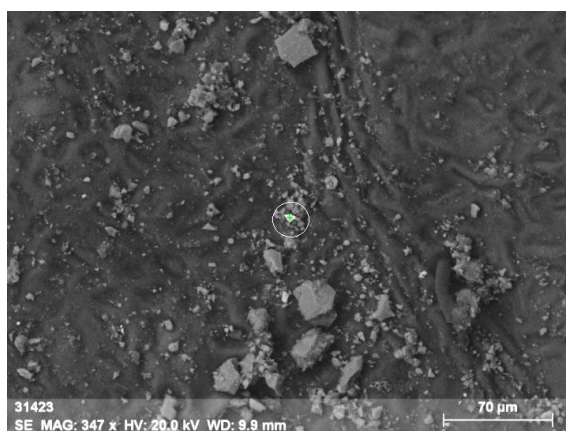
При изучении проб методом РЭМ было выявлено, что в образцах листьев тополя на территории г. Благовещенска встречается большое количество кварца и циркона (рисунок 16 А и Б), следует отметить единичные случаи обнаружения торита и барита (рисунок 16 В и Г).



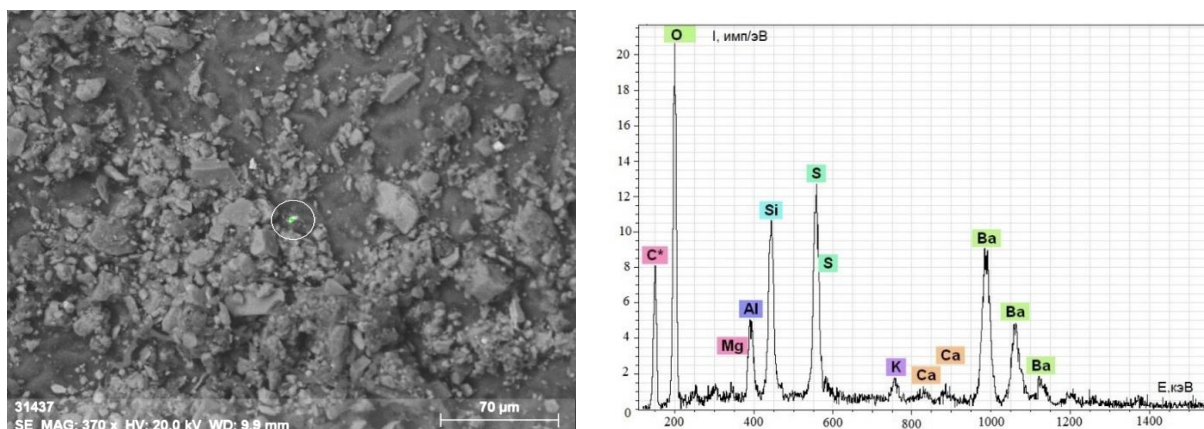
А



Б



В



Г

Рисунок 16 – Результаты электронной микроскопии:

а – кварц; б – циркон; в – торит; г – барит;

для каждой частицы показан ее энергодисперсионный спектр

Содержание кальцита в растениях, вероятно, обуславливается биохимическими факторами (можно предположить, поступление из почвы).

Содержание циркона можно объяснить геологическими факторами, т.е. наличием на исследуемой территории гранитоидов и осадочных пород. Нахождение кварца в листьях тополя также объясняется геологическими факторами, а именно содержанием данного минерала в гранитоидах, вулканических и осадочных породах. Торит является минералом из группы циркона, следует принять во внимание, что торит образуется в гранитах в ассоциации с цирконом, в связи с этим, можно предположить, что наличие данного минерала объясняется геологическими факторами.

Барит служит сырьём для производства бариевых солей, которые активно употребляются для борьбы с вредителями сельского хозяйства, является хорошим фунгицидом, акарицидом, инсектицидом и зооцидом. Даже используется в приманках, состоящих из печеного хлеба, зерна и т.д. Принимая во внимание то, что рядом находится крупное тепличное хозяйство СПХК «Тепличный», можно предположить, что данный минерал имеет техногенный источник. Другой источник поступления барита может быть связан с выбросами промышленных производств: металлургического завода и

ТЭЦ (Грушко, 1987).

Таким образом на территории г. Благовещенска наблюдается избыточное содержание главным образом средних и легких лантаноидов цериевого ряда (Sm, Eu, La, Ce, Nd), а также некоторых рассеянных (As), редких (Ta, Hf) рассеянных и радиоактивных (Th) элементов в золе листьев тополя. По-видимому, данный спектр элементов служит индикатором петрогенного фактора, который обусловлен ветровым переносом материала вулканогенных и интрузивных пород кислого состава, входящих в структуру данной территории. Проведенное исследование Сорокиной (Сорокина и др., 2011) по изучению донных отложений реки Амур говорит о том, что состав донных осадков и характер распределения редкоземельных элементов обуславливается влиянием магматических пород.

6 ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ ТОПОЛЯ

На первом этапе работы был рассчитан коэффициент концентрации по формуле: $K = C/C_k$,

где K – коэффициент концентрации,

C – содержание элемента в пробе (г/т);

C_k – медиана данной выборки в первом случае, во втором, среднее геометрическое (по Рихванову и др., 2015).

Для дальнейших расчетов использовались только $K \geq 1,5$.

Таблица 7 – Геохимические ряды относительно медианы выборки

T 0/6	U 14,46	Nd 7,55	Au 2,57	Tb 1,78	Hf 1,74	As 1,59	Cr 1,53	Ag 1,50			
T 0/7	Nd 18,88	U 14,09	Yb 7,27	As 4,75	Au 3,59	Hf 3,50	Ce 2,75	La 2,70	Eu 2,52	Sm 2,34	Sc 2,26
	Th 2,23	Fe 2,21	Cs 2,10	Rb 2,08	Cr 1,84	Ta 1,79	Na 1,71	Tb 1,67	Ba 1,56	Co 1,55	Ag 1,50
T 1/0	Nd 16,63	As 4,67	Ag 3,56	Na 2,38	Cr 1,74	Sb 1,61	Hf 1,54				
T 1/1	U 27,80	Ag 4,86	Na 1,83	Lu 1,51							
T 1/2	U 14,29	As 3,35	Na 3,04	La 2,66	Ta 1,84	Ce 1,82	Cr 1,74	Sm 1,67	Th 1,65	Zn 1,60	Ag 1,50
T 1/3	Nd 56,19	As 8,16	Yb 3,49	Hf 1,72	Ag 1,50						
T 1/4	Nd 11,90	As 3,32	Br 1,58	Ag 1,50							
T 1/5	U 31,94	Rb 2,07	As 1,90	Lu 1,51	Ag 1,50						
T 1/6	Rb 3,23	Au 2,05	Cs 1,60	Lu 1,51	Ag 1,50						
T 1/7	Yb 3,55	Rb 3,32	Tb 2,49	Fe 2,18	Zn 1,78	Eu 1,62	Co 1,62	Cs 1,58	Lu 1,51	Ag 1,50	
T 2/0	Au 6,68	Yb 2,91	As 2,49	Ag 2,22	Br 2,13	Zn 1,68	Co 1,66				
T 2/1	As 4,80	Ta 1,86	Zn 1,69	Th 1,57	Ag 1,50						
T 2/2	Na 3,70	Br 1,98	Zn 1,79	Ag 1,50							
T 2/3	Ag 1,50										
T 2/4	Rb 2,11	Ta 1,64	Ag 1,50								
T 2/5	Au 28,17	Rb 4,09	Lu 1,51	Ag 1,50							
T 2/6	Nd 13,93	U 10,94	Eu 2,43	Sm 2,42	La 2,32	Yb 1,91	Ce 1,68	Ag 1,50			

Продолжение таблицы 7

T 3/1	U 25,80	Nd 18,14	As 2,99	Zn 2,26	Na 1,78	Yb 1,69					
T 3/2	U 8,63	Na 2,73	Co 1,58	Ag 1,50							
T 3/3	Au 2,06	Br 1,78	Ag 1,50								
T 3/4	U 32,87	Yb 3,47	Tb 2,17	Br 1,87	Ag 1,50						
T 3/5	Ag 1,50										
T 3/6	As 6,39	Na 4,59	Sb 2,86	Au 2,58	Eu 2,02	Zn 1,99	La 1,88	Sm 1,70	Ce 1,65	Ba 1,56	Ag 1,50
T 4/1	U 11,05	As 3,03	Yb 2,69	Zn 2,51	Au 1,74	Na 1,56	Sr 1,52	Ca 1,51	Ag 1,50		
T 4/2	U 16,03	Ag 5,97	As 5,42	Sr 2,23	Zn 1,77	Nd 1,76	Na 1,68				
T 4/3	Nd 12,22	Br 4,47	U 4,10	Yb 3,98	Sb 2,26	Zn 1,86	Ta 1,83	As 1,63	Ag 1,50		
T 4/4	Nd 18,47	U 14,31	Yb 2,68	Tb 2,32	Co 2,16	Ce 2,16	La 2,12	Eu 1,99	Sm 1,78	Ag 1,50	
T 4/5	Nd 14,85	Yb 4,98	Au 3,45	La 2,91	Sm 2,74	Tb 2,50	Eu 2,35	Hf 2,10	Sc 1,98	As 1,89	Ce 1,87
	Ba 1,77	Co 1,74	Cr 1,52	Ag 1,50							
T 4/6	Yb 3,15	Tb 2,62	Zn 2,03	Au 1,84	Ag 1,50						
T 5/1	Br 3,65	Rb 1,68	Lu 1,51								
T 5/2	U 20,71	Nd 13,25	Br 6,80	Yb 2,69	Co 2,40	Cs 2,00	Rb 1,87	La 1,68	Ag 1,50		
T 5/3	U 13,85	Yb 2,65	Cs 1,67	Cr 1,62	Tb 1,52	Ag 1,50					
T 5/4	Au 35,87	U 29,32	Nd 12,72	Yb 5,32	Hf 3,17	Co 2,97	Ce 2,86	Ag 2,67	La 2,63	Ba 2,59	Cr 2,52
	Eu 2,47	Sm 2,27	Sc 2,25	Th 2,21	Ta 2,00	Tb 1,94	Fe 1,92	Sb 1,61	Na 1,57	As 1,54	
T 5/5	Au 4,98	Br 2,81	Ta 2,30	Sb 2,19	Rb 1,72	Th 1,66	Cr 1,58	Fe 1,56	Ag 1,50		
T 5/6	Au 3,30	Ta 2,30	Ag 1,50								
T 6/1	U 20,54	Nd 18,72	Yb 10,57	Hf 7,94	As 5,74	Eu 5,74	Ta 5,49	Sc 5,38	Th 5,34	Ce 5,19	Sm 4,88
	Tb 4,80	La 4,66	Cr 4,26	Fe 4,25	Cs 3,44	Na 3,14	Au 3,00	Ba 1,88	Sb 1,78	Br 1,55	Lu 1,51
	Ag 1,50										
T 6/2	Nd 29,66	U 12,54	Yb 5,57	Eu 4,03	La 3,82	Sm 3,63	Ce 3,58	Tb 3,10	Ba 2,54	Au 2,14	Cr 1,93
	As 1,80	Th 1,61	Ag 1,50								
T 6/3	Co 4,94	Eu 3,48	Zn 2,67	La 2,44	Ce 2,36	Yb 2,30	Sm 2,30	Rb 1,99	Tb 1,74	Ba 1,67	Ag 1,50
T 6/4	Ag 2,22	U 2,02	Au 1,55								
T 6/5	Nd 12,03	As 2,71	Au 1,65	Co 1,56	Ba 1,55	Ag 1,50					

Таблица 8 – Геохимические ряды относительно среднего геометрического

T 0/6	Na 11,10	Tb 5,95	Th 4,25	Lu 4,08	Hf 3,74	Nd 3,70	Ce 3,52	Sm 3,34	Eu 3,19	La 3,18	Cs 2,86
	Ta 2,69	Rb 2,01	U 2,00	Fe 1,93	Ba 1,76	Sc 1,68					
T 0/7	Na 22,05	Nd 9,25	Lu 8,58	Ce 8,20	Yb 8,08	Hf 7,50	La 7,15	Sm 6,69	Th 6,68	Eu 6,30	Ta 5,98
	Tb 5,57	As 4,27	Cs 4,21	Rb 3,87	Ba 3,48	Fe 3,33	Sc 2,66	U 1,94	Co 1,84	Cr 1,71	
T 1/0	Na 30,56	Nd 8,15	Lu 5,10	As 4,20	Th 3,99	Tb 3,33	Hf 3,30	Ce 3,14	Sm 3,01	Cs 2,49	La 2,41
	Sb 2,02	Eu 1,94	Zn 1,88	Fe 1,68	Ba 1,63	Cr 1,61	Ag 1,55	Yb 1,54	Co 1,51	Ta 1,51	
T 1/1	Na 23,49	Lu 15,11	U 3,83	Ag 2,11	Hf 2,04	Th 1,76	Ce 1,57				
T 1/2	Na 39,11	La 7,03	Lu 6,96	Ta 6,15	Ce 5,42	Th 4,96	Sm 4,78	Tb 3,84	Eu 3,55	As 3,02	Hf 2,69
	Ba 2,43	Zn 2,22	U 1,97	Fe 1,63	Cr 1,61	Sr 1,54					
T 1/3	Nd 27,55	Lu 11,76	Na 8,60	As 7,34	Yb 3,88	Hf 3,68	Sm 3,37	Th 2,97	Ba 2,36	La 2,21	Eu 1,90
	Fe 1,76	Sb 1,67	Ce 1,66	Sc 1,52							
T 1/4	Na 6,26	Nd 5,84	Ta 3,25	As 2,99	Rb 2,37	Lu 2,37	Eu 1,84	Ce 1,74	Th 1,57	Cs 1,56	
T 1/5	Lu 15,11	Na 11,46	U 4,41	Rb 3,86	Hf 3,13	Ce 2,62	Eu 2,48	Cs 2,39	Ba 1,98	La 1,91	As 1,71
T 1/6	Lu 15,11	Na 11,01	Rb 6,03	Cs 3,21	La 2,41	Sm 2,03	Th 1,83				
T 1/7	Lu 15,11	Tb 8,30	Na 7,35	Rb 6,19	Eu 4,05	Yb 3,94	Ce 3,46	Fe 3,30	Th 3,16	Cs 3,15	La 3,11
	Sm 2,94	Ba 2,57	Zn 2,48	Co 1,92							
T 2/0	Na 16,13	Yb 3,23	Lu 3,07	Ta 3,03	Ce 2,77	Au 2,67	La 2,42	Zn 2,34	Hf 2,31	Sm 2,26	As 2,24
	Ba 2,19	Tb 2,04	Co 1,98	Br 1,92	Fe 1,62	Rb 1,54					
T 2/1	Na 13,62	Lu 8,58	Ta 6,21	Th 4,72	As 4,32	Ce 3,71	Eu 3,36	Sm 3,11	Hf 2,73	La 2,67	Zn 2,35
	Fe 2,07	Cs 1,92	Co 1,56	Sc 1,51							
T 2/2	Na 47,64	La 3,89	Sm 3,37	Eu 3,21	Ba 2,85	Hf 2,82	Ce 2,53	Zn 2,49	Th 2,48	Lu 2,11	Cs 1,90
	Br 1,79										

Продолжение таблицы 8

T 2/3	Na 11,16	Lu 7,64	Eu 3,22	Th 3,13	Hf 2,79	Rb 2,63	Ce 2,45	La 2,21	Sm 2,17	Cs 1,59	
T 2/4	Na 8,40	Lu 6,08	Ta 5,46	Rb 3,94	Ba 1,97	Sb 1,81	La 1,81	Eu 1,77	Cs 1,66		
T 2/5	Lu 15,11	Na 11,44	Au 11,27	Rb 7,63	Ce 2,62	Ta 1,88	Sm 1,73				
T 2/6	Na 14,65	Sm 6,92	Nd 6,83	La 6,15	Eu 6,07	Lu 6,03	Ce 5,01	Tb 4,45	Th 3,27	Ba 2,63	Hf 2,33
	Yb 2,13	Rb 2,00	Zn 1,93	Cs 1,58	U 1,51						
T 3/1	Na 22,88	Nd 8,89	Th 4,02	Ta 3,87	U 3,56	Ce 3,39	Tb 3,38	Zn 3,14	La 3,04	Sm 2,72	As 2,69
	Lu 2,26	Hf 1,96	Yb 1,88	Ba 1,83	Cs 1,78	Sb 1,64	Fe 1,54				
T 3/2	Na 35,09	Tb 2,68	Th 2,27	Ta 2,22	Ce 2,18	La 2,13	Sm 2,05	Zn 1,95	Co 1,87	Ba 1,81	Lu 1,72
	Eu 1,57	Hf 1,55									
T 3/3	Na 13,15	Tb 4,90	Lu 4,65	Th 1,99	Zn 1,90	Br 1,60	Rb 1,57				
T 3/4	Tb 7,24	U 4,53	Yb 3,86	Eu 3,41	Th 3,02	Ce 2,93	Lu 2,56	Cs 2,15	La 1,98	Sm 1,84	Ba 1,77
	Br 1,69	Sb 1,61	Fe 1,58								
T 3/5	Na 11,56	Lu 8,12	Tb 3,56	Th 3,50	La 3,39	Sm 2,85	Eu 2,60	Ba 2,28	Ce 2,23	Rb 2,23	Hf 2,15
	Cs 1,88										
T 3/6	Na 59,08	Lu 5,78	As 5,75	Eu 5,05	La 4,97	Ce 4,93	Sm 4,85	Tb 4,54	Th 3,57	Sb 3,57	Ba 3,48
	Hf 3,19	Zn 2,76	Ta 2,49	Cs 2,10							
T 4/1	Na 20,06	Zn 3,49	Yb 2,99	Lu 2,76	As 2,73	Ba 2,29	Sb 1,74	Sr 1,63	Ca 1,52	U 1,52	
T 4/2	Na 21,61	As 4,87	Lu 3,46	Eu 2,67	Ba 2,66	Ag 2,60	Zn 2,46	Th 2,45	Sr 2,40	Tb 2,33	U 2,21
	Cs 2,12	Ce 2,03	Rb 2,02	Fe 1,95	Sb 1,77	Sm 1,70	Hf 1,70	La 1,53			
T 4/3	Na 6,63	Ta 6,09	Nd 5,99	Yb 4,42	Br 4,03	Th 4,02	Tb 3,76	Lu 3,42	La 3,07	Sb 2,83	Hf 2,81
	Ce 2,76	Rb 2,65	Zn 2,58	Cs 2,51	Sm 2,40	Ba 2,33	Fe 1,57				

Продолжение таблицы 8

T 4/4	Na 17,97	Nd 9,05	Tb 7,74	Ce 6,44	La 5,62	Sm 5,08	Eu 4,98	Lu 4,14	Yb 2,98	Ba 2,95	Th 2,71
	Ta 2,58	Co 2,56	Hf 2,10	U 1,97	Cs 1,89	Fe 1,56					
T 4/5	Tb 8,34	Lu 7,98	Sm 7,82	La 7,70	Nd 7,28	Eu 5,87	Na 5,86	Ce 5,57	Yb 5,54	Hf 4,50	Ba 3,97
	Th 3,68	Ta 3,25	Cs 2,58	Sc 2,33	Co 2,07	Fe 2,06	As 1,70	Sr 1,56			
T 4/6	Na 9,93	Tb 8,75	Ta 4,64	Yb 3,50	Ba 3,09	Ce 3,07	Sm 2,83	Zn 2,83	La 2,73	Cs 2,73	Th 2,64
	Hf 2,63	Eu 2,02	Rb 1,73	Fe 1,57							
T 5/1	Lu 15,11	Na 12,57	Tb 3,77	Br 3,29	Rb 3,14	Th 3,13	Sm 2,71	La 2,64	Ce 2,60	Ba 2,45	Ta 1,69
	Co 1,58										
T 5/2	Na 18,83	Nd 6,49	Br 6,13	La 4,44	Ce 4,25	Cs 4,00	Tb 3,72	Sm 3,60	Rb 3,49	Yb 2,99	U 2,86
	Co 2,85	Hf 2,11	Ba 1,89	Lu 1,88	Th 1,83						
T 5/3	Na 13,29	Tb 5,08	Ce 4,38	Lu 3,94	Th 3,80	Sm 3,74	La 3,55	Eu 3,55	Cs 3,35	Yb 2,94	Hf 2,94
	Ba 1,95	U 1,91	Fe 1,83	Sc 1,71	Zn 1,70	Ta 1,62	Rb 1,55	Sb 1,51	Cr 1,50		
T 5/4	Na 20,13	Au 14,35	Lu 9,47	Ce 8,50	La 6,97	Hf 6,79	Ta 6,67	Th 6,63	Sm 6,49	Tb 6,47	Nd 6,23
	Eu 6,17	Yb 5,91	Ba 5,80	U 4,04	Co 3,52	Fe 2,90	Sc 2,64	Cs 2,40	Cr 2,33	Sb 2,01	Rb 1,60
T 5/5	Na 12,12	Ta 7,67	Th 4,98	Sm 3,59	Ce 3,27	Rb 3,21	Sb 2,74	La 2,60	Br 2,54	Fe 2,36	Cs 2,28
	Eu 2,28	Lu 2,17	Ba 2,05	Au 1,99	Sc 1,55						
T 5/6	Na 10,30	Ta 7,68	Ce 2,34	Eu 2,23	Hf 1,80	Cs 1,73	Sm 1,67	La 1,61			
T 6/1	Na 40,43	Ta 18,29	Hf 17,02	Th 16,01	Tb 16,00	Ce 15,46	Lu 15,11	Eu 14,34	Sm 13,95	La 12,34	Yb 11,74
	Nd 9,17	Cs 6,88	Fe 6,42	Sc 6,33	As 5,16	Ba 4,20	Cr 3,94	U 2,83	Rb 2,55	Sb 2,23	
T 6/2	Nd 14,54	Ce 10,66	Sm 10,37	Tb 10,34	Na 10,32	La 10,12	Eu 10,08	Lu 7,98	Yb 6,19	Ba 5,68	Th 4,83
	Hf 3,09	Ta 2,52	Rb 2,04	Cr 1,79	U 1,73	Cs 1,70	Fe 1,70	As 1,62			
T 6/3	Eu 8,69	Na 8,18	Ce 7,02	Sm 6,56	La 6,46	Co 5,86	Tb 5,79	Lu 5,39	Ba 3,74	Zn 3,71	Rb 3,71

T 6/3	Th 2,78	Yb 2,55	Cs 2,37								
T 6/4	Na 14,52	Ce 2,69	Hf 2,61	Th 2,49	Rb 2,31	La 1,78	Lu 1,68	Sm 1,51			
T 6/5	Na 8,88	Nd 5,90	Ba 3,48	Lu 3,33	Th 3,18	Ce 3,15	Sm 2,78	La 2,47	As 2,44	Hf 2,39	Co 1,85
	Zn 1,66	Eu 1,57									

Для интегральной оценки концентраций химических элементов в листьях тополя использован аддитивный подход. Для каждой точки коэффициенты концентрации ($\geq 1,5$) складывались и делились на количество элементов (Асадулин и др., 2013). Результаты представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Значения аддитивных показателей элементов в листьях тополя, г. Благовещенск

№ пробы	Adi ₁	Adi ₂	№ пробы	Adi ₁	Adi ₂
T 0/6	4,09	3,59	T 3/4	8,38	2,87
T 0/7	3,86	6,16	T 3/5	1,50	3,86
T 1/0	4,59	4,12	T 3/6	2,61	7,74
T 1/1	9,00	7,13	T 4/1	3,01	4,07
T 1/2	3,20	5,82	T 4/2	4,98	3,40
T 1/3	14,21	5,48	T 4/3	3,76	3,55
T 1/4	4,58	2,98	T 4/4	4,95	4,84
T 1/5	7,78	4,64	T 4/5	3,21	4,72
T 1/6	1,98	5,95	T 4/6	2,23	3,65
T 1/7	2,12	4,74	T 5/1	2,28	4,56
T 2/0	2,83	3,16	T 5/2	5,88	4,46
T 2/1	2,29	4,16	T 5/3	3,80	3,29
T 2/2	2,25	6,42	T 5/4	5,83	6,27
T 2/3	1,50	3,90	T 5/5	2,26	3,59
T 2/4	1,75	3,66	T 5/6	2,37	3,67
T 2/5	8,82	7,38	T 6/1	5,71	11,45
T 2/6	4,64	4,59	T 6/2	5,53	6,17
T 3/1	8,78	4,14	T 6/3	2,49	5,20
T 3/2	3,61	4,55	T 6/4	1,93	3,70
T 3/3	1,78	4,25	T 6/5	3,50	3,31

Примечание: Adi₁ – аддитивный показатель по медиане выборки; Adi₂ – аддитивный показатель по среднему геометрическому (Рихванов и др., 2015)

Пространственное распределение значений аддитивных показателей Agi_1 и Agi_2 иллюстрирует рисунок 17.

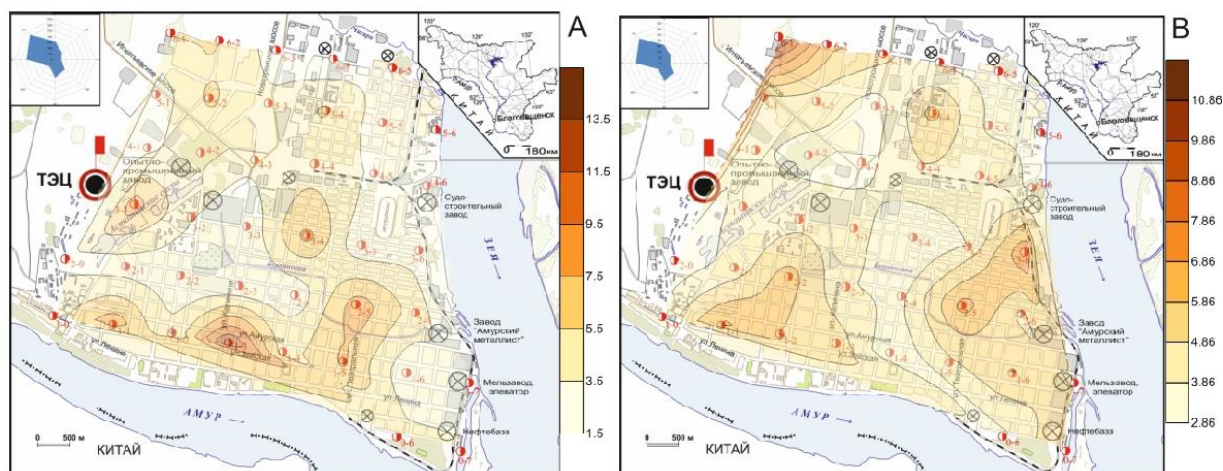


Рисунок 17 – Распределение величин аддитивных показателей Agi_1 (A) и Agi_2 (B) химических элементов в листьях тополя

Максимальные значения аддитивного показателя Agi_1 (рисунок 17A) приурочены к береговым линиям вдоль реки Амур, где на протяжении нескольких лет производятся масштабные работы по берегоукреплению, реконструкции и благоустройству набережной на территории, также сказывается влияние береговых отмелей (ветровой разнос). Высокие значения наблюдаются и в промышленной зоне на северо-западе территории. Так же высокая концентрация выявлена в районе жилой застройки. Местные жители используют угли местных Ерковецкого и Райчихинского месторождений. Исследования показали, что в бурых углях данных месторождений содержится золото (Рождествина и др., 2010; Сорокин и др., 2007), его концентрация составляет от 1 до 20 г/т, в единичных пробах и более до 58,7 г/т (Кузьминых и др., 2014). Исследования бурых углей Ерковецкого месторождения, показали, что золото в них представлено минеральными частицами самородного высокопробного золота, которое встречается на всех уровнях разреза угольного пласта (Сорокин и др., 2009). Также результаты проведенных экспериментов (Сорокин, 2013; Рождествина и др., 2011.) свидетельствуют о том, что при горении угля около 75 % ультратонких частиц

золота (< 5 мкм) уносятся с дымом. По данным Арбузова (Арбузов и др., 2013) в углях Ерковецкого и Райчихинского месторождений содержатся уран и торий, их содержание составляет $1,0 \pm 0,4$ и $3,6 \pm 1,5$ соответственно для Ерковецкого месторождения и $1,5 \pm 0,5$ и $3,8 \pm 1,8$ соответственно для Райчихинского. На территории Дальнего Востока вулканическая деятельность установлена от мезозоя до настоящего времени, поэтому роль пеплового материала для углей на данной территории высока. Вследствие этого, распределение тория и урана в углях достаточно неоднородно. На то, что значимую роль в накоплении тория и урана в мезозойских углях играет вулканогенное вещество, указывают и наличие вулканогенного материала в угольных пластах месторождений, и значительное Th/U отношение, и высокие концентрации тория в золах углей определенных месторождений, которые значительно превосходят его содержания в углевмещающих породах.

Максимальные значения аддитивного показателя Agi2 (рисунок 17В) приурочены к береговым линиям как Амура, так и Зеи. Стоит отметить, что со стороны реки Зеи наблюдается шлейф в районе, где располагается промышленная зона. Высокое содержание сосредоточено и в северной части города и пригорода, где жилая застройка (3-й микрорайон) граничит с бывшими сельхозугодиями (пашней) пос. Чигири.

Таким образом, выявили зоны негативного влияния на окружающую среду на территории г. Благовещенска.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эколого-геохимическое состояние территории определяется уровнем загрязнения природных компонентов окружающей среды химическими элементами и их соединениями, обладающими токсическим эффектом. Результат эколого-геохимических исследований в большой мере зависит от четкого и правильного использования методов статистической обработки: оценка числовых характеристик содержаний химических элементов, применение критериев выборок, применение корреляционного анализа, а также кластерного и факторного. Стоит отметить, что метод эколого-геохимического картирования с использованием современного программного обеспечения является наиважнейшим методом эколого-геохимических исследований.

Город Благовещенск является административным центром Амурской области. Уникальность физико-географического положения города, заключается в его расположении на государственной границе с Китаем (КНР). Напротив Благовещенска, на сопредельной территории через реку Амур, находится город Хэйхэ, провинция Хэйлунцзян, с численностью население около 40 млн. человек. Существует проблема трансграничного загрязнения окружающей среды.

На состояние окружающей среды территории города оказывают влияние природно-климатические и техногенные факторы. Техногенные факторы вызывают наибольший интерес, т.к. они приводят к нарушению экологического равновесия. Экологическая обстановка на территории г. Благовещенска оценивается как напряженная. Техногенную нагрузку на окружающую среду города оказывают предприятия энергетики, жилищно-коммунального хозяйства, промышленные предприятия и автотранспорт. Из наиболее крупных предприятий в городе расположены ТЭЦ, завод «Амурский металлист», опытно-промышленный завод, золоотвал, котельные

коммунального хозяйства, полигон твердых бытовых отходов (ТБО), предприятия пищевой промышленности.

Нужно отметить, что большое влияние на атмосферный воздух оказывает и естественная запыленность, зависящая от состояния дворовых территорий и дорог. На территории г. Благовещенска действуют постоянный, устойчивый и прогрессивный типы загрязнения окружающей среды. Постоянный тип загрязнения обусловлен естественными процессами миграции и рассеивания вещества, связанным с петрогенным фактором (с геохимическими особенностями горных пород).

Нельзя оставить без внимания и рельеф города и самой местности в целом, который оказывает большое влияние на экологическую обстановку. Город расположен в низине между сопками, поэтому выбросы с котельных и ТЭЦ продолжительное время «висят» над городом и медленно оседают на поверхность почвы, постепенно накапливаясь в ней. Кроме того, географическое расположение города – в месте слияния двух крупных рек – способствует формированию особой термодинамической модели воздушных потоков, определяющей ореолы рассеяния загрязняющих веществ непосредственно над городом

Основные результаты выпускной квалификационной работы:

Листовая система тополя – это мощный воздушный насос дерева, обеспечивающая накопление и поглощение загрязняющих веществ. Поэтому в настоящее время листья тополя получили широкое применение на урбанизированных территориях для исследования специфики накопления химических элементов при влиянии промышленных предприятий и техногенеза. В работе исследовались листья тополя душистого (*Populus balsamifera* L.) В качестве дополнительного объекта в единичных точках опробования был использован тополь душистый (*Populus suaveolens* Fisch.)

По коэффициентам концентрации были построены геохимические ряды, которые позволили выявить специфику территории Благовещенска, а именно повышенные концентрации ряда редких и редкоземельных элементов,

обусловленные ветровым переносом материала горных пород, развитых на данной территории.

С помощью корреляционного анализа выделили значимые корреляционные связи у ассоциаций элементов, которые представляют собой преимущественно редкоземельные элементы (Sm-Eu; Sm-Ce; Sm-La, Sm-Sc и т.д.)

Посредством факторного анализа определили влияние на общую дисперсию факторных нагрузок элементов. По первому фактору значимые нагрузки наблюдаются у ряда литофильных элементов Sm, Ce, Th, Sc, Yb, Cr, Hf, Tb, La, Eu, Sc, Cs, Ta; по второму фактору наблюдаются у Ca и Sr, по третьему фактору – As. Влияние первого фактора на общую дисперсию элементов, вероятнее, обусловлено влиянием природных источников поступления исследованных элементов, а также отражает специфику геохимического состава горных пород на территории г. Благовещенска.

Таким образом на территории г. Благовещенска наблюдается избыточное содержание главным образом средних и легких лантаноидов цериевого ряда (Sm, Eu, La, Ce, Nd), а также некоторых рассеянных (As), редких (Ta, Hf) рассеянных и радиоактивных (Th) элементов в золе листьев тополя. По-видимому, данный спектр элементов служит индикатором петрогенного фактора, который обусловлен ветровым переносом материала вулканогенных и интрузивных пород кислого состава, входящих в структуру данной территории.

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

7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

7.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности и объемы работ

В 7 главе выпускной квалификационной работы приводиться технико-экономическое обоснование проведения работ по теме диссертации. Цель главы: определить и проанализировать трудовые и денежные затраты, направленные на реализацию данной научно-исследовательской работы.

В качестве объектов эколого-геохимических исследований на территории г. Благовещенск выбраны листья тополя бальзамического (*Populus balsamifera L.*) В качестве дополнительного объекта в единичных точках опробования был использован тополь душистый (*Populus suaveolens Fisch.*).

На территории г. Благовещенска отбор проб листвы проводили в конце августа – начале сентября 2013 г. по равномерной площадной сети в масштабе 1:100000 (шаг опробования 1×1 км). На территории города всего отобрано 40 проб листьев тополя. Общая площадь составила 40 км.

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 10.

Таблица 10 – Технический план

Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
	Ед. изм.	Кол-во		
Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом	проба	40	Отбор проб листьев тополя осуществляется на территории г. Благовещенска	Бумажные (крафт) пакеты
Проведение маршрута	км	47	Проведение маршрута	Ручка
Камеральная работа обработка материалов ЭГР (без использования ЭВМ)	проба	40	Анализ проб	Муфельная печь
Камеральные работы, обработка материалов ЭГР (с использованием ЭВМ)	проба	40	Обработка баз данных Построение картосхем Построение графиков	ПК

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

Полевые работы. Во время полевого периода производился отбор проб листьев тополя в соответствии с календарным планом: с августа по сентябрь 2013 г.

Лабораторные работы включали озоление сухих проб. Элементный анализ производился подрядчиком методом ИНАА в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета. Минеральный состав пробы листы тополя изучался в учебно – научной лаборатории электронно – оптической диагностики Международного инновационного образовательного центра «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ с применением растрового электронного микроскопа. Также использовался атомно-абсорбционный метод.

Камеральные работы заключаются в подготовке проб к анализам, интерпретации результатов и обработке полученных материалов. Вся полученная информация представляется в виде отчета в соответствии с техническим заданием и требованиям к эколого-геохимическим исследованиям. Период данного типа работ составил с сентября 2016 г. по май 2017 г.

7.2 Расчет затрат времени и труда на научно-исследовательскую работу

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

Расчет затрат времени производится по формуле:

$$N=Q \cdot H_{\text{ВР}} \cdot K,$$

где N-затраты времени, Q-объем работ, Н_{вр} - норма времени, К - коэффициент за ненормализованные условия.

Результаты расчетов затрат времени по видам планируемых работ представлены в таблице 11.

Таблица 11 – 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	про б	40	0,0448	1	ССН, вып. 2, табл. 41	1,792
2	Проведение маршрутов	км	47	0,101	1	ССН, вып. 2, табл. 44	4,747
3	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (без использования ЭВМ)	про б	40	0,0136	1	ССН, вып. 2, табл.59	0,544
4	Камеральные работы, обработка материалов ЭГР (с использованием ЭВМ)	про б	40	0,0337	1	ССН, вып. 2, табл. 61	1,348
Итого							8,431

Результаты расчетов затрат времени по сотрудникам представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Затраты времени по сотрудникам

№	Вид работ	Т общ	геоэколог	работч й
1	Эколого-геохимические работы биогеохимическим методом	3,584	1,792	1,792
2	Проведение маршрута	9,494	4,747	4,747
3	Камеральная работа обработка материалов ЭГР (без использования ЭВМ)	0,544	0,544	-
4	Камеральные работы, обработка материалов ЭГР (с использованием ЭВМ)	1,348	1,348	-
	Итого	14,97	8,431	6,539

7.3 Расчет затрат на материалы для научно-исследовательской работы

Нормы расхода материалов определяются согласно ССН, вып. 2 «Геоэкологические работы». Расчет затрат материалов для камерального периода осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества. Результаты в таблице 13.

Таблица 13 – 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
Итого			710

7.4 Расчет затрат на оплату труда

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

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$ЗП = \text{Окл} * T * K,$$

где

ЗП - заработная плата,

T - отработано дней (дни, часы),

Окл - оклад (руб.),

К - коэффициент районный.

$$\text{ДЗП} = \text{ЗП} * 7,9\%,$$

где ДЗП - дополнительная заработная плата (%).

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

где ФЗП - фонд заработной платы (руб.).

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

Таблица 14 – Расчет оплаты труда

Наименование расходов		Един. измер.	Затраты труда	Дневная ставка, руб	Сумма основных расходов
Основная заработная плата:					
геоэколог	1	чел-см	8,431	692	5834
рабочий	1	чел-см	6,539	360	2354
И Т О Г О:	2		14,97		8188
Дополнительная зарплата	7,9%				647
И Т О Г О:					8835
И Т О Г О: с р.к.=	1,3				11486
Страховые взносы	30,0%				3446
И Т О Г О основных расходов					14610,57

7.5 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 15.

Таблица 15 – Расчет амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Кол -во	Балансовая стоимость, руб.	Годовая норма амортизации, %	Время полезного использования, %	Сумма амортизации за год, руб.
Муфельная печь	1	200000	5	15	10000
ИТОГО					10000

7.6 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 18.

Таблица 16 – Затраты на подрядные работы

№	Метод анализа	Кол-во проб	Стоимость, руб.	Итого
1	Инструментальный нейтронно-активационный анализ	40	2000	80000
Итого				80000

7.7 Общий расчет сметной стоимости научно-исследовательской работы

Общий расчет сметной стоимости оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов в этом документе служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ. Общий расчет сметной стоимости работ отображен в таблице 19.

Таблица 16 – Общий расчет сметной стоимости работ

№		Ед. изм.	Кол-во	Единичная расценка	Полная сметная стоимость, руб.
I Основные расходы					
1	Материальные затраты			710	
2	Затраты на оплату труда (со страх. взносами)			14610,57	
3	Амортизационные отчисления			833,33	
Итого основных расходов (ОР):				16153,9	
II Накладные расходы (НР)		%	10	от ОР	1615,39
Итого основных и накладных расходов (ОР+НР):				17769,29	
III Плановые накопления		%	15	от (НР+ОР)	2665,4
IV Подрядные работы				80000	
V Резерв		%	3	от ОР	484,6
Итого сметная стоимость					100919,3
НДС		%	18		18165,5
Итого с учетом НДС:					119084,8

Таким образом, стоимость полевых работ по оценке экологического состояния территории г. Благовещенска по элементному составу листьев тополя составила 119084,8 рублей с учетом НДС.

8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Международный стандарт ICCSR 26000:2011 «Социальная ответственность организации» включает в себя вопросы об охране окружающей среды и ресурсосбережению, промышленной производственной безопасности (т.е. безопасности и гигиене труда), о возможности возникновения чрезвычайных ситуаций и принятии решений, исключающих несчастные случаи на производстве и/или вредное воздействие на природу.

Принимая во внимание появление различных программ, обеспечивающих удобную и оперативную обработку информации, а в связи с этим, и существенное нарастание числа пользователей персональных компьютеров, обеспечение безопасности пользователей ПК является крайне актуальным вопросом.

В данной главе выпускной квалификационной работы рассматриваются параметры производственного процесса и виды работ, связанные с работой на персональном компьютере – ПК (набор текста, обработка баз данных, построения 3D модели, обработки информации и т.д.) в закрытом помещении.

Цель данного раздела посвящена анализу 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 м², а объем – не менее 20 м³. В аудитории имеется 12 персональных компьютеров. Работа на ПК проводится в помещении, соответствующем гигиенические требования (ГОСТ 12.1.045–84).

8.1 Производственная безопасность

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

В данной работе рассматриваются следующие вредные факторы: неблагоприятный микроклимат, плохое освещение, шум, ЭМП (электромагнитное поле), а также психофизические факторы.

Неблагоприятный микроклимат. Микроклимат помещения – это совокупность его физических факторов, оказывающих влияние на тепловой обмен организма и здоровье человека в целом. В соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 микроклимат в помещении характеризуется следующими показателями: температура поверхностей, относительная влажность воздуха, интенсивность теплового облучения, скорость движения воздуха и его температура.

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 1, 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 (СанПиН 2.2.4.548-96).

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

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 (СанПиН 2.2.4.548-96).

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.

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 (СНиП 23-05-95).

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/м², яркость бликов на экране ПК не должна превышать 40кд/м² и яркость потолка не должна превышать 200кд/м² (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

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 (СНиП 23-05-95).

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

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

Для защиты от шумового воздействия используется шумобезопасная техника, средства индивидуальной и коллективной защиты. К таким средствам относятся звукоизолирующие материалы, кожухи, вкладыши,

беруши, 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 является 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, возникновение 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) 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	25 нТл
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 (ГОСТ 12.4.124-83).

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.

С учетом рассматриваемой производственной среды, в данном разделе рассматриваются такие факторы как механические, электробезопасность и пожаробезопасность (подробно будет рассмотрено в пункте 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 (ГОСТ 12.1.019-79).

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 (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

8.2 Экологическая безопасность

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

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).

8.3 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).

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.

8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

8.4.1 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.

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 (ФЗ №123).

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 водимой информации соответственно;

– группа В – суммарное время непосредственного диалога с компьютером.

В таблице 19 представлены категории тяжести работ в зависимости от нагрузки для каждой группы (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

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.

8.4.2 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.

На рисунке 18 представлены основные требования к организации рабочего места пользователя.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Дорохова Л. А. Содержание урана и тория в почве и листьях тополя г. Благовещенска / Л. А. Дорохова; науч. рук. Д. В. Юсупов // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – Т. 2. – С. 126-128.
2. Дорохова Л. А. Турсуналиева Е.М. Содержание ртути в почве и листьях тополя на территории г. Благовещенска и его пригорода / Л. А. Дорохова, Е.М. Турсуналиева, науч. рук. Д.В. Юсупов, Е.Е. Ляпина // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых. – [приняты к публикации].
3. Дорохова Л. А. Устойчивое развитие Дальнего Востока: экологические аспекты / Л. А. Дорохова; науч. рук. Н. А. Осипова // Творчество юных - шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской студенческой научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – С. 87-88.
4. Дорохова Л.А. Основы развития ядерной энергетики-Ядерные энергетические комплексы на базе технологий БРЕСТ // Перспективные направления развития атомной отрасли. Сборник тезисов Конференции-школы молодых атомщиков Сибири. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – С. 108-110.
5. Дорохова Л.А. Перспективы атомной энергетики – ПАТЭС // Ядерная энергетика: технология, безопасность, экология, экономика, управление. Сборник научных трудов I Всероссийской научно-практической конференции Молодых атомщиков Сибири. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – С. 162-165.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Список литературы

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. Агеева Е.А., Казанцева М.Н. Оценка пылеудерживающей способности листьев деревьев и кустарников в насаждениях г. Тюмени. ТюмГУ, г.Тюмень, 2011. – С. 3.
3. Алексеенко В.А. О биогеохимических поисках месторождений полезных ископаемых. // Геохимия живого вещества: материалы Международной молодежной школы-семинара. Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2013. – С. 190.
4. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: Учебник. – М.: Логос, 2000. – 627с.
5. Алексеенко В.А. Эколого-геохимические изменения в биосфере. Развитие, оценка. – М.: Универ. Книга Логос, 2006. – 520 с.
6. Анализатор ртути «РА-915М». Приставки «РП-91», «РП-91С», «ПИРО-915+», «РП-91 ПГ». База данных «Федерального информационного фонда отечественных и иностранных каталогов на промышленную продукцию». – М.: ЛЮМЕКС-Центрум. – 2011. – С. 5.
7. Арбузов С.И., Волостнов А.В., Ильенок С.С., Рыбалко В.И. Радиоактивные элементы (U, Th) в углях // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы IV Международной конференции; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ. – 2013. – С. 56 – 62.
8. Арбузов С.И., Волостнов А.В., Машенькин В.С., Рыбалко В.И. Радиоактивные элементы (U, Th) в углях // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. — Томск: Изд-во ТПУ. – 2013. – С. 56-62.

9. Асадулин Эн. Э., Мирошников А.Ю., Вепичкин В.И. Геохимическая специализация донных осадков в зонах смешения вод Оби и Енисея с водами Карского моря // Геохимия. – 2013. – № 12. – С. 1116-1129.
10. Бакланов П.Я., Ганзей С.С. Трансграничные территории: проблемы устойчивого природопользования // Бакланов П.Я., Ганзей С.С. – М.: Дальнаука, 2008. – 216 с.
11. Бакулин В.Т. Использование тополя в озеленении промышленных городов Сибири: краткий анализ проблемы // Сибирский экологический журнал. – 2005. – № 4. – С. 563-571.
12. Барановская Н.В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно антропогенных экосистем: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Томск, 2011. – 46 с.
13. Баргальи, Р. Биогеохимия наземных растений / Р. Баргальи. – М.: Геос, 2005. – 457 с.
14. Бариева Р.Н. Анализ химического состава листвы и листового опада в комплексе мероприятий по мониторингу атмосферы Нижнекамской промышленной зоны: автореф. дис. к-та хим. – Казань, 2014. – 190 с.
15. Батян А.Н. Основы общей и экологической токсикологии / А.Н. Батян, Г.Т. Фрумин, В.Н. Базылев. – СПб.: Спец-Лит, 2009. – 352 с.
16. Берзина И.Г., Герцен Г.П., Столяров С.В. и др. Выявление радиоактивного загрязнения окружающей среды методом радиографии // Геохимия, № 3. – 1993. – С. 449–456.
17. Беус А.А., Григорян С.В. Геохимические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1975. – 280 с.
18. Бобылев, С.Н. Устойчивое развитие: методология и методика измерения. Монография. – М.: Экономика, 2011. – 358 с.
19. Борисова И.Г. К ретроспективному анализу ландшафта и дендрофлоры Благовещенска (Амурская область) / И.Г. Борисова, М.Г. Иванчикова // Растения в муссонном климате: материалы IV научной конференции. – Владивосток. – БСИ ДВО РАН. – 2007. – С. 415-418.

20. Бородина, Н.А. Аккумуляция тяжелых металлов хвоей сосны в урбозкосистеме города Благовещенска / Н.А. Бородина // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14. – С. 1958-1962.
21. Бородина, Н.А. Оценка загрязнения снежного покрова в г. Благовещенске // Естественные и технические науки. – 2011. – № 6. – С. 135-139.
22. Бухарина И.Л., Поварницина Т.М., Ведерников К.Е. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде. – Ижевск: Ижевская ГСХА. – 2007. – 216 с.
23. Вайнерт Э. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Вайнерт Э., Вальтер Р., Ветцель Т. и др. / под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988. – 350 с.
24. Васильев П. В. Лес и древесина в будущем. М., 1973. – 160 с.
25. Вернадский В.И. Биосфера, очерки первый и второй. – Л.: Науч.-техн, 1926. – 146 с.
26. Вернадский В.И. Труды по биогеохимии и геохимии почв. — М.: Наука, 1992. – 437 с.
27. Волостнов А.В. Методы исследования радиоактивных руд и минералов: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ. – 2010. – С. 162.
28. Горшина Т.К. Растения в городе – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1991. – 152 с.
29. Гринь А.В., Ли С.К., Зырин Н.Г. Поступления тяжёлых металлов (Zn, Cd, Pb) в растениях в зависимости от их содержания в почвах // Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. – Л.: Гидрометиздат. –1980. – С. 202.
30. Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных выбросах в атмосферу. – Л.: Химия, 1987. – 190 с.
31. Добровольский В. В. Основы биогеохимии: Учебник для студ. высш. учеб, заведений / Всеволод Всеволодович Добровольский. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 400 с.

32. Доклад об охране окружающей среды и экологической ситуации в Амурской области за 2015 год. – Благовещенск: Министерство природных ресурсов Амурской области. – 2016. – 283 с.

33. Доровских В.А. Микроэлементы в экосистемах Приамурья / В.А. Доровских, Т.В. Заболотских, С.А. Мусина, В.И. Радомская, С.М. Радомский. Благовещенск: Изд-во Амурская государственная медицинская академия, 2006. – С. 155.

34. Егорова Н.Н., А.А. Кулагин Анатомические и морфологические особенности ассимиляционного аппарата и проводящих корней древесных растений в экстремальных лесорастительных условиях. Самарская Лука, 2008. – Т. 17, № 1(23). – С. 3-26.

35. Ерохина, В. И. Озеленение населенных мест. Справочник. / В.И.Ерохина, Г.П. Жеребцова, Т.И.Вольфтруб. – М.:Стройиздат, 1987. – С.10-15.

36. Ершов Ю.А., Плетнева Т.В. Механизмы токсического действия неорганических соединений. – М.: Медицина, 1989. – 272 с.

37. Есенжолова А.Ж., Панин М.С. Биоиндикационная способность листьев древесных и кустарниковых насаждений для оценки загрязнения среды тяжелыми металлами в зоне действия металлургического комплекса // Экология и промышленность России. – 2013. – № 7. – С. 49–53.

38. Зволинский В.П., Андрианов В.А., Ермакова Л.И., Булаткина Е.Г. Процесс загрязнения общей ртутью кроны деревьев и оценка ее сезонного накопления на условно-чистой и урбанизированной территориях // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее образование. 2015. – № 3. – С. 39.

39. 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 гидрометеоиздата, 1981. – С. 110

40. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник: В 6 кн./ Под ред. Буренкова Э.К. – М.: Экология, 1997. – Кн. 6: Редкие f-элементы. – 607 с.: ил.
41. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник: В 6 кн./ Под ред. Буренкова Э.К. – М.: Недра, 1994. – Кн.1: s-элементы. – 304 с.: ил.
42. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник: В 6 кн./ Под ред. Буренкова Э.К. – М.: Экология, 1997. – Кн.5: Редкие d-элементы. – 576 с.: ил.
43. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник: В 6 кн./ Под ред. Буренкова Э.К. – М.: Экология, 1996. – Кн.3: Редкие p-элементы. – 576 с.: ил.
44. Ивашов П.В. Биогеохимическая индикация загрязнения окружающей среды – новое научное направление в учении о биосфере: концепция, задачи, перспектива // Биогеохимическая индикация природных и техногенных концентраций химических элементов в окружающей среде. – Владивосток: Дальнаука. – Вып. 2. – 1992.
45. Ивашов П.В. Биогеохимическая индикация оловорудной минерализации: автореф. Дис. д-ра геол. – мин. Наук. – М. – 1988.
46. Ивашов П.В., Пан Л.Н. Биогеохимический мониторинг – Хабаровск: институт водных и экологических проблем ДВО РАН. – 2006.
47. Казначеев В. П. Очерки теории и практики экологии человека / В. П. Казначеев / отв. ред. А. В. Сидоренко // Сер. Современные проблемы биосферы. – Москва: Наука, 1983. – 261 с.
48. Каракаева, Л. С. О содержании аскорбиновой кислоты и тяжёлых металлов в видах рода *Populus* L. различных зон Оренбуржья / Л. С. Каракаева, Ю. А. Докучаева, А. А. Машкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3 (41). – С. 226–229.
49. Картузов В.М., Шеманаев С.А. Утилизация ртутьсодержащих отходов // Экология и промышленность России. – 2000. – С.14–16.

50. Касимов, Н. С. Эколого-геохимическая оценка состояния древесной растительности в г. Улан-Батор (Монголия) / Н. С. Касимов, Н. Е. Кошелева, О. И. Сорокина и др. // Аридные экосистемы. – 2011. – Т. 17. – № 4 (49). – С. 14-31.

51. Катола В.М. Экологические проблемы Амурской области и заболеваемость населения / Катола В.М. [и др.] // Проблемы региональной экологии. – 2008. – №1. – С.93–96.

52. Катола В.М., Радомская В.И., Радомский С.М. Загрязнения ртутью и сопутствующими элементами Верхнего Приамурья // Экология и промышленность России. – 2008. – С.51–53.

53. Катола В.М., Радомская В.И., Радомский С.М. Токсичные металлы в окружающей среде города Благовещенска и Благовещенского района Амурской области //Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2009. – № 31. – С. 7-11.

54. Ковалевский А.Л. Биогеохимия растений. – М.: Наука, 1991. – 293 с.

55. Ковалевский А.Л., Ковалевская О.М. Биогеохимия урановых месторождений и методические основы их поиска. Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2010. – 362 с.

56. Ковалевский А.Л., Ковалевская О.М. О возможности использования полевых методов озоления проб растений при биогеохимических исследованиях // Микроэлементы в Сибири. Улан-Удэ: Бурят. Книж. Изд. – 1967. – Вып. 5. – С. 112-122.

57. Ковнацкий, Е. Ф. Загрязнение растений химическими элементами в зоне техногенеза и использование их в качестве индикаторов состояния природной среды / Е. Ф. Ковнацкий, В. А. Сурнин, А. Е. Волошин, И. В. Казачевский // Труды института экспериментальной метеорологии. – Госкомгидромет. – 1990. – № 18. – С. 8–17.

58. Кожевник В.В., Росляков Н.П., Самонов А.М., и др. Инструментальный нейтрона активационный анализ биоматериалов и

аэрозольных частиц // Ядерные физические методы анализа по контролю окружающей среды: Труды 3 Всесоюзного совещания – Ленинград. – 1987. – С. 68-73.

59. Кондратьев, И.И. Атмосферный трансграничный перенос загрязняющих веществ из центров эмиссии восточной Азии на юг Дальневосточного региона России / И.И. Кондратьев // Вестник ДВО РАН. – 2008. – № 1. – С. 107-112.

60. Коротаев Г.В. Благовещенск: природа и экология / Г.В. Коротаев. – Благовещенск: БГПУ. – 1994. – 135 с.

61. Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенно загрязненной среды. Киев: Наукова думка, 1996.

62. Красовская И. А. Методические основы комплексной оценки эколого-геологического состояния городских территорий / И. А. Красовская, А. П. Галкин // Ученые записки УО ВГУ им. П.М.Машерова. – 2006. – Т. 5. – С. 223–239.

63. Кузьменко С.П. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Амуро-Зейская. Лист М-52-XIV (Благовещенск). Объяснительная записка. – М.: ВСЕГЕИ, 1983.

64. Кузьминых В.М., Сорокин А.П. Миграция и накопление золота при гипергенных процессах // Вест. ДВО РАН, №2. – 2014. – С. 113-119.

65. Куимова Н.Г., Радомская В.И., Павлова Л.М., Жилин О.В., Радомский С.М., Березина О.В. Особенности химического и микробиологического состава снежного покрова г. Благовещенска. Экология и промышленность России, 2007. С 30-33.

66. Куимова Н.Г., Сергеева А.Г., Шумилова Л.П. и др. Эколого-геохимическая оценка аэротехногенного загрязнения урбанизированной территории по состоянию снежного покрова // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. –2012. – № 5. – С. 422-435.

67. Куимова Н.Г., Шумилова Л.П., Павлова Л.М. Оценка экологического состояния почв г. Благовещенска. Вестник РУДН, серия Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2008. – № 3.
68. Куимова, Н.Г. Мониторинг аэротехногенного загрязнения городской среды / Н.Г. Куимова, В.И. Радомская, Л.М. Павлова и др. // Экология урбанизированных территорий. – 2008. – № 1. – С. 93-99.
69. Куимова, Н.Г. Особенности химического и микробиологического состава снегового покрова г. Благовещенска / Н.Г. Куимова, В.И. Радомская, Л.М. Павлова и др. // Экология и промышленность России. – 2007. – № 2. – С. 30-33.
70. Кулагин А.А. Особенности развития тополя бальзамического в условиях загрязнения окружающей среды металлами // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2003. – Т.5. – №2.
71. Кулагин А.А., Кужлева Н.Г. Об анатомических изменениях, происходящих в листьях *Populus balsamifera* на фоне избыточного содержания металлов в окружающей среде // Биология и экология. – 2005.
72. Кулагин, А. А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей / А. А. Кулагин, Ю. А. Шагиева. – М.: Наука, 2005. – 190 с.
73. Луценко М.Т. Состояние здоровья населения Дальневосточного региона и факторы, его определяющие // Физиологии и патологии дыхания. – 1998. – Вып. 1. – С. 4-14.
74. Мартынова, Ю. Благовещенский воздух не опасен для здоровья / Ю. Мартынова // Комсомольская Правда. – 2009.
75. Мелехова О. П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб пособие / О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсеева и др. – М.: Академия, 2007. – 288 с.
76. Методика М-04-46-2007. Прямое определение содержания ртути в пищевых продуктах, продовольственном сыре, кормах, комбикормах и сырье для их производства. – Санкт-Петербург.: ЛЮМЕКС, 2007. – 2 с.

77. Михальчук А.А., Язиков Е.Г. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Часть II. Компьютерный практикум. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2014. – 150 с.
78. Моисеенко В.Г., Радомская В.И., Радомский С.М., Пискунов С.М., Савинова Т.А, Леншин А.В. Интоксикация человеческого организма металлической ртутью // Вестник ДВО РАН. – 2004. – № 3. – С. 100-110.
79. Моисеенко Н.В., Кулик Е.Н., Радомская В.И. Оценка экологического состояния места захоронения осадков сточных вод г. Благовещенска // Экология и промышленность России. – 2008. – №6. – С. 19-21.
80. Неверова О.А. Экологическая оценка состояния древесных растений и загрязнения окружающей среды промышленного города: На примере г. Кемерово. Автореферат, 2004.
81. Обухов П.Ф. Минеральный состав и физические свойства природных вод в очаге урсовой болезни// Труды Благовещенского медицинского института. – 1957. – Т.3. – С.12.
82. Павлова Л.М., Радомская В.И., Юсупов Д.В. Высокотоксичные элементы в почвенном покрове на территории г. Благовещенска. Экология и промышленность России. – 2015. – Т. 19. – № 5. – С. 50 -55.
83. Павлова Л.М., Радомская В.И., Юсупов Д.В. Высокотоксичные элементы в снежном покрове на территории г. Благовещенска. Геоэкология. инженерная геология. гидрогеология. Геокриология. – 2015. – № 1. – С. 27-35.
84. Павлова Л.М., Радомская В.И., Юсупов Д.В., Лукичев А.А. Уран и торий в пылевых аэрозолях на трансграничной (Россия-Китай) урбанизированной территории // Экологическая экспертиза, оценка и прогноз. – 2014. – №2. – С. 102-108.
85. Павлова Л.М., Тимченко Н.А. Санитарно-фитопатологический анализ состояния древесно-кустарниковых насаждений на территории г. Благовещенска // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – №44.

86. Пакушина А.П., Платонова Т.П., Тарасенко О.В., Черноситова Т.Н. Экологическое состояние малой реки в условиях города (на примере реки Бурхановка города Благовещенска) // Естественные и технические науки. – 2014. – № 1. – С. 111-115.

87. Пан Л.Н. Экология и технологические процессы современных методов переработки твердых бытовых отходов // Геохимические и биогеохимические процессы в экосистемах Дальнего Востока. – Владивосток: Даль-наука, 1999.

88. Попова, Л. Ф. Комплексная эколого-химическая оценка и нормирование качества почвенно-растительного покрова городских экосистем (на примере Архангельска): автореф. дис. д-р биол. Петрозаводск, 2015. – 34 с.

89. Проект нормативов допустимого воздействия (НДВ) по бассейну реки Амур, Зея. Федеральное агентство водных ресурсов РФ амурское бассейновое водное управление. Хабаровск, 2012. – С. 119.

90. Прохорова, Н.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях в условиях техногенеза / Н.В. Прохорова, Н.М. Матвеев // Вестник СамГУ. – 1996. – С. 125-147.

91. Радомская В.И. Юсупов Д.В., Павлова Л.М. Макрокомпонентный состав снежного покрова г. Благовещенска. //Вода: химия и экология. – 2014. – С. 95-98.

92. Радомская В.И., Радомский С.М., Куимова Н.Г. Оценка загрязнения почвенного покрова г. Благовещенск. Вестник ДВО РАН. – 2008. – № 3.

93. Радомская В.И., Юсупов Д.В., Павлова Л.М. Анализ выпадения химических элементов с атмосферными осадками на территории города Благовещенска. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. – №2(2). – С. 1-5.

94. Радомская, В.И. Техногенное загрязнение тяжелыми металлами территории г. Благовещенска / В.И. Радомская, С.М. Радомский // Мониторинг

природных экосистем: Сборник статей всероссийской научно-практической конференции. Пенза. РИО ПГСХА, 2008. – С.156-159.

95. Радомский С.М., Радомская В.И. Влияние ртутного загрязнения на здоровье населения Амурской области//Информатика и системы управления. – 2007. – № 1. – С. 77-79.

96. Радомский С.М. Экологические проблемы золошлакоотвала Благовещенской ТЭЦ / С.М. Радомский, А.Ф. Миронюк, В.И. Радомская, А.А. Лукичев // ЭКиП. – 2004. – С. 28-31.

97. Радомский С.М., Радомская В.И. Исследование влияния ландшафта на химический состав костной ткани человеческого организма //Информатика и системы управления. – 2008. – № 2 (16). – С. 170-171.

98. Радомский С.М., Радомская В.И., Катола В.М. Токсичные металла в элементах биогеоценозов реки Амур // Проблемы региональной экологии. – 2007. – №6. – С.37–42.

99. Радомский С.М., Радомская В.И., Мусина С.А. Процессы поступления, распределения и миграции химических элементов в компонентах ландшафта Верхнего Приамурья // Мат-лы II междунар. науч.-практич. конф. Фундаментальные и прикладные исследования в системе образования, Часть I. – Тамбов. – 2004. – С. 122-125.

100. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 384с.

101. Рихванов Л.П., Арбузов С.И., Барановская Н.В. и др. Радиоактивные элементы в окружающей среде // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – Т. 311, № 1. – С. 128–136.

102. Рихванов Л.П. Архангельская Т. А. Несветайло В. Д. Изучение уровня и динамики накопления делящихся радионуклидов в годовых кольцах деревьев // Геохимия: ежемесячный журнал / Российская академия наук (РАН). – 2002. – № 11. – С. 1238-1245

103. Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Влияние выбросов промышленных предприятий г. Усть-Каменогорска на

формирование элементного состава листьев тополя // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. – № 2 (85). – С.108-113.

104. 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.

105. Робертус Ю.В., Удачин В.Н., Рихванов Л.П., Юсупов Д.В., Кивацкая А.В. Любимов Р.В. Индикация компонентами природной среды трансграничного переноса загрязняющих веществ на территории горного Алтая. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 9. – С. 39–48.

106. Рождествина В.И., Сорокин А.П. Первые находки самородных палладия, платины, золота и серебра в бурых углях Ерковецкого месторождения (верхнее Приамурье) // Тихоокеанская геология. – 2010. – №6. – С. 26-38.

107. Рождествина В.И., Сорокин А.П., Кузьминых В.М., Киселева А.А. Золото в системе бурый уголь и продукты его горения (зола, дым) // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2011. – № 6. – С. 148.

108. Ртуть в окружающей среде. Учебное пособие. Благовещенск. Изд-во ДальГАУ, 2001. – 41 с.

109. Сает Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. – М. : Недра, 1990. – 335 с.

110. Скляр Е.В. Интерпретация геохимических данных: Учеб. пособие. – М: Интермет Инжиниринг, 2001. – 288 с.

111. Смирнов А.Г. Влияние малых концентраций ртути на центральную нервную систему / Смирнов А.Г. [и др.] // Гиг. и сан. 1998. – №2. – С.49–51.

112. Смирнов В.Т. Гигиеническая оценка влияния сточных вод г. Благовещенска на санитарное состояние реки Амур. Дис. ... канд. мед. наук. – Благовещенск, 2004. – 140 с.
113. Солодов Н.А., Бурков В.В., Овчинников Л.Н. Геологический справочник по тяжелым литофильным редким металлам. – М.: Недра, 1986. – 287 с.
114. Сорокин А.П. Закономерности формирования благородно- и редкометалльного оруденения в кайнозойских угленосных отложениях юга Дальнего Востока \ Сорокин А.П, и др. Геология и геофизика. – 2013. – №7. – С. 876-893.
115. Сорокин А.П., Кузьминых В.М., Рождествина В.И. Золото в бурых углях: условия локализации, формы нахождения, методы извлечения. Геохимия.. – 2009. – № 2. – С. 239.
116. Сорокин А.П., Эйриш Л.В., Кузьминых В.М. Благороднометалльное оруденение в углеродистых формациях (обзор материалов по восточным районам России) // Тихоокеанская геология. – 2007. – №5. – С. 43-45.
117. Сорокина О.А., Зарубина Н.В. Химический состав донных отложений среднего течения р. Амур // Тихоокеанская геология. – 2011. – №5. – С. 150-113.
118. Сочава В.Б. Ботанико-географическое соотношение в бассейне Амура / В.Б. Сочава // Амурская тайга (комплексные ботанические исследования). – Л. – 1969. – С.5-15.
119. Старченко В.М., Тимченко Н.А. Дендрофлора города Благовещенска // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». – 2011. – Т.4, №2. – С. 89-93.
120. Судыко А.Ф. Определение урана, тория, скандия и некоторых редкоземельных элементов в двадцати четырех стандартных образцах сравнения инструментальным нейтронно-активационным методом //

Материалы V Международной конференции, г. Томск. Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. – 2016. – С.620-624.

121. Трахтенберг И.М., Колесников В.С., Луковенко В.П. Тяжелые металлы во внешней среде: современные гигиенические и токсикологические аспекты. – Минск: Наука и техника, 1994. – 285 с.

122. Филов В.А. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I – IV групп. Справочник / под ред. В.А. Филова. – Л.: Химия, 1988.

123. Царев А.П. Сортоведение тополя. — Воронеж: Изд-во ВГУ. –1986. – 152 с.

124. Частников И.Я. Изучение накопления и распределения радиоактивных источников и радиационных нарушений в природных объектах и определение года радиационного заражения / И.Я. Частников, А.И. Поляков, А.Ш. Гайтимов // Радиозэкологическая обстановка на территории Республики Казахстан. – Алматы. – 1997. – С. 61 – 91.

125. Шаймарданова, Б. Х. Биоиндикация урбоэкосистемы г. Павлодара по содержанию химических элементов в золе листвы тополя черного *Populus nigra* L. / Б. Х. Шаймарданова, Г. Е. Асылбекова, Н. В. Барановская и др. // Вестник Томского государственного университета. – 2010. – № 338. – С. 212–216.

126. Шильников И.А., Лебедева Л.А. и др. Факторы, влияющие на поступление тяжелых металлов в растения // Агрохимия. – 1994. – №10. – С. 94-101

127. Шмальгаузен И.И. Пути и закономерности эволюционного процесса. М.:Наука, 1983.

128. Шумилова А.П., Оценка экологического состояния почв и воздушной среды г. Благовещенска. Дис. ... канд. биол. наук. – Благовещенск; 2012. – 174 с.

129. Юдович Я.Э. Ценные элементы-примеси в углях: монография / Юдович Я.Э., Кетрис. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. – С. 539.

130. Юсупов Д.В. Биогеохимические ореолы золота и ртути Покровского золоторудного месторождения (Верхнее Приамурье) // Известия вузов. Геология и разведка. – 2009. – 66. – С. 38-43.

131. Юсупов Д.В., Могилёв А.А., Тростянок Р.В. Геохимия накопления металлов в донных отложениях озёр Благовещенска // Вестник Амурского государственного университета. – 2013. – № 61. – С. 70.

132. Юсупов Д.В., Павлова Л.М., Радомская В.И. Высокотоксичные элементы в почвенном покрове на территории г. Благовещенска // Экология и промышленность России. – 2015. – Т. 19. – № 5. – С. 50-55.

133. Юсупов Д.В., Радомская В.И., Павлова Л.М., Трутнева Н.В., Ильенко С.С. Тяжелые металлы в пылевом аэрозоле северо-западной промышленной зоны г. Благовещенска (Амурская область) // Оптика атмосферы и океана. – 2014. – № 10. – С. 1-5.

134. 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.

135. Юсупов Д.В., Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Ялалтдинова А.Р. Геохимические особенности элементного состава листьев тополя урбанизированных территорий // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 6. – С. 25–36.

136. Юсупов Д.В., Степанов В.А., Трутнева Н.В., Могилев А.А. Минеральный и геохимический состав твердого осадка в снеговом покрове г. Благовещенск (Амурская область) // Геоэкология. – 2014.

137. Юсупов, Д.В. Тяжелые металлы в пылевом аэрозоле северо-западной промышленной зоны г. Благовещенска (Амурская область) / Д.В. Юсупов, В.И. Радомская, Л.М. Павлова и др. // Оптика атмосферы и океана. – 2014. – Т. 27. – №10. – С. 906-910.

138. Язиков Е.Г., Барановская Н.В., Игнатова Т.Н. Эколого-геохимическая оценка территории района города по данным биогеохимической съемки. Методические указания. Геоэкология. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 32с.
139. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг. Учебное пособие для вузов. – Томск: Изд-во. – 2003. – С. 336
140. Ялалтдинова А.Р., Барановская Н.В., Рихванов Л.П. Влияние выбросов промышленных предприятий г. Усть-Каменогорска на формирование элементного состава листьев тополя // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. – № 2 (85). – С. 108-113.
141. WWF. Экологические риски Российско-китайского трансграничного сотрудничества. Под ред. Симонова Е., Шварца Е., Прогунова Л, 2010.
142. Alagic, S. C., Serbula, S. S., Totic, S. B., Pavlovic, A. N., Petrovic, J. V. Bioaccumulation of arsenic and cadmium in birch and lime from the Bor region. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. – 2013. – № 65(4). – Pp. 671–682.
143. Alekseenko V. A. and A.V. Alekseenko. Quantitative Evaluation of Several Geochemical Characteristics of Urban Soils. Biogenic—Abiogenic Interactions in Natural and Anthropogenic Systems. – 216. – Pp. 125-143.
144. Anicic, M. Trace elements accumulation and temporal trends in leaves of urban deciduous trees (*Aesculus hippocastanum* and *Tilia* spp.) / M. Anicic, T. Spasic, M. Tomasevic et al. // Ecological Indicators. – 2011. – № 11. – pp. 824–830.
145. Assad M., Parelle J., Cazaux D., Gimbert F., M. Chalot, F. Tatin-Froux. Mercury uptake into poplar leaves. Chemosphere. – 2016. – №.146. – Pp. 1–7.
146. Bargagli R Plants as biomonitors. In: Trace elements in terrestrial plants: an ecophysiological approach to biomonitoring and biorecovery. Springer, Berlin Heidelberg New York. – 1998. – pp 79–248.
147. Bargagli R. Biogeochemistry of terrestrial plants. Moscow, Geos Publ. – 2005. – p. 457.

148. Baslar S. Et al. Trace element biomonitoring by leaves of *Populus nigra* L. from Western Anatolia, Turkey // *Journal of Environmental Biology*. – 2005. – № 26 (4). – P. 665-668.
149. Bell, M. L. Assessment of the health impacts of particulate matter characteristics. Research Report (Health Effects Institute). – 2012. – pp. 5–38.
150. Bell, M. L., Ebisu, K., Peng, R. D. Community-level spatial heterogeneity of chemical constituent levels of fine particulates and implications for epidemiological research // *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. – 2011. – pp.372–384.
151. Berlizov A.N., Blumb O.B., Filbyc R.H., Malyuka I.A., Tryshyna V.V. Testing applicability of black poplar (*Populus nigra* L.) bark to heavy metal air pollution monitoring in urban and industrial regions // *Science of The Total Environment*. – 2007. – Pp. 693–706.
152. Bruker AXS Microanalysis GmbH. Berlin. Germany. – 2010. – Pp. 2.
153. Cecil C. Konijnendijk. The Forest and the City: The Cultural Landscape of Urban Woodland // Springer Netherlands. – 2009. – P. 246.
154. Daniels, M.J., Dominici, F., Zeger, S.L., Samet, J.M. The National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study. Part III: PM10 Concentration-response Curves and Thresholds for the 20 Largest US Cities. Research Report (Health Effects Institute), 1-21. Health Effects Institute, Cambridge, MA. – 2004.
155. Davydova ND, Znamenskaya TI, Lopatkin DA. Identification of chemical elements as pollutants and their primary distribution in steppes of the southern Minusinsk depression // *Contemp Prob Ecol* – 2013. – № 6(2). – Pp.228–235.
156. Djingova R., Wagner G., Peshev D. Heavy metal distribution in Bulgaria using *Populus nigra* Italicar as biomonitor. – 1995. – Pp. 151-158.
157. Elias R. W., Hirao Y. and Patterson C. C. The circumvention of the natural biopurification of calcium along nutrient pathways by atmospheric inputs of industrial lead // *Geochim. Cosmochim. Acta*. – 1982. – № 46. – Pp. 2561–2580.

158. Ericksen, J.A., Gustin, M.S. Foliar exchange of mercury as a function of soil and air mercury concentrations. *Sci. Total Environ.* – 2004. – Pp. 271-279.
159. Ericksen, J.A., Gustin, M.S., Schorran, D.E., Johnson, D.W., Lindberg, S.E., Coleman, J.S. Accumulation of atmospheric mercury in forest foliage // *Atmos. Environ.* – 2003. – Pp. 37.
160. Everett, J. L. Comparative survey of lead at selected sites in the British Isles in relation to air pollution / J. L. Everett, C. L. Day, D. Reynolds // *Food and Cosmetics Toxicology.* – 1967. – № 5. – Pp. 29–35.
161. Fleck, J.A., Grigal, D.F., Nater, E.A. Mercury uptake by trees: an observational experiment // *Water. Air. Soil Pollut.* – 1999. – Pp. 513-523.
162. Frescholtz, T.E., Gustin, M.S., Schorran, D.E., Fernandez, G.C.J. Assessing the source of mercury in foliar tissue of quaking aspen // *Environ. Toxicol. Chem.* – 2003. – Pp. 2114-2119.
163. Goodman, G. T. Plants and soils as indicators of metals in the air / G. T. Goodman, T. M. Roberts // *Nature, Lond.* – 1971. – № 231. – Pp. 287–292.
164. Gustin Ericksen, J.A., Schorran, D.E., Johnson D.W., Lindberg, S.E., Coleman, J.S. Application of controlled mesocosms for understanding mercury airesoileplantexchange // *Environ. Sci. Technol.* 2004. – № 38. – Pp. 6044-6050.
165. Hofman, J., Wuyts, K., Van Wittenberghe, S., Samson, R. On the temporal variation of leaf magnetic parameters: seasonal accumulation of leaf-deposited and leafencapsulated particles of a roadside tree crown // *Science of the Total Environment.* – 2014. – Pp. 766–772.
166. Ito K., Mathes, R., Ross Z., Nadas A., Thurston, G., Matte, T. Fine particulate matter constituents associated with cardiovascular hospitalizations and mortality in New York City // *Environmental Health Perspectives.* – 2011. – Pp.467–473.
167. James Corner. *Recovering Landscape: Essays in Contemporary Landscape Theory.* New York. Princeton Architectural Press. – 1999.
168. Kabata-Pendias A. *Trace elements in soils and plants*, Fourth Edition. CRC Press, 2011. – P. 548

169. Kolon, K., Samecka-Cymerman, A., Klink, A., & Kempers, A. J. *Viscum album* Versus host (*Sorbus aucuparia*) as bioindicators of urban areas with various levels of pollution // *Journal of Environmental Science and Health*. – 2013. – № 48(2). – Pp. 205–210.
170. Kosheleva N.E. Trace element Composition of poplar in Mongolian Cities /, I.V. Timofeev, N.S. Kasimov et al. // *Biogenic_abiogenic interactions in natural and anthropogenic systems, lecture notes in earth system sciences* / O.V. Frank Kamenetskaya et al. (eds.). – Springer. – 016. – Pp. 165–177.
171. Laacouri, A., Nater, E.A., Kolka, R.K. Distribution and uptake dynamics of mercury in leaves of common deciduous tree species in Minnesota, U.S.A. *Environ. Sci. Technol.* – 2013. – Pp. 105
172. Land M., Ingri J., Andersson P. S. and Ohlander B. Ba/Sr, Ca/Sr and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios in soil water and groundwater: implications for relative contributions to stream water discharge. *Appl. Geochem.* – 2000. – № 15. – Pp.311–325.
173. Markert B. Instrumental analysis of plants. In: Markert B. *Plants as biomonitors. indicators for heavy metals in terrestrial environment* // Weinheim: VCH. – 1993. – Pp 65–103.
174. Markert B. Quality assurance. In: Quevauviller PH (ed) *Environmental monitoring—sampling and sample pretreatment* // Weinheim: VCH, New York. – 1995. – Pp 215–254.
175. Millhollen, A.G., Gustin, M.S., Obrist, D. Foliar mercury accumulation and exchange for three tree species // *Environ. Sci. Technol.* – 2006. – Pp. 6001–6006.
176. Millhollen, A.G., Obrist, D., Gustin, M.S. Mercury accumulation in grass and forb species as a function of atmospheric carbon dioxide concentrations and mercury exposures in air and soil // *Chemosphere*. – 2006. – Pp. 889–897.
177. Mostofsky, E., Schwartz, J., Coull, B. A., Koutrakis, P., Wellenius, G. A., Suh, H. H., Gold, D. R., & Mittleman, M. A. Modeling the association between

particle constituents of air pollution and health outcomes // *American Journal of Epidemiology*. – 2012. – Pp. 317-326.

178. Motuzova GV, Minkina TM, Karpova EA, Barsova NU, Mandzhieva SS. Soil contamination with heavy metals as a potential and real risk to the environment // *J Geochem Explor.* – 2014. – № 144(B). – Pp. 241-246.

179. Negrel P., Alle`gre C. J., Dupre B. and Lewin E. Erosion sources determined by inversion of major and trace element ratios and strontium isotopic ratios in river water: the Congo Basin case // *Earth Planet. Sci. Lett.* – 1993. – № 120. – Pp. 59–76.

180. Pacheco, A. M. G. Nuclear and non-nuclear techniques for assessing the differential uptake of anthropogenic elements by atmospheric biomonitors / A. M. G. Pacheco, M. do Carmo Freitas, S. Sarmento // *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A.* – 2007. – № 579. – Pp. 499-502.

181. Peachey C. J. Deposition and solubility of airborne metals to four plant species grown at varying distances from two heavily trafficked roads in London / C. J. Peachey, D. Sinnett, M. Wilkinson et al. // *Environmental Pollution*. – 2009. – № 157. – Pp. 2291-2299.

182. Peek S, Mark T. Clementz. Sr/Ca and Ba/Ca variations in environmental and biological sources: A survey of marine and terrestrial systems. // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 2012. – Pp. 36–52.

183. Rühling A., Tyler G. An ecological approach to the lead problem. *Botaniska Notiser*. – 1968. – №121. – Pp. 321-342.

184. Sara E. Gillooly, Jessie L. Carr Shmool, Drew R. Michanowicz, Daniel J. Bain, Leah K. Cambal, Kyra Naumoff Shields, Jane E. Clougherty. Framework for using deciduous tree leaves as biomonitors for intraurban particulate air pollution in exposure assessment // *Springer International Publishing Switzerland*. – 2016. – Pp. 1-23.

185. Serbula, S. M., Miljkovic, D. D., Kovacevic, R. M., Ilic, A. A. Assessment of airborne heavy metal pollution using plant parts and topsoil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2012. – № 76. – Pp. 209-214.

186. Simon, E., Braun, M., Vidic, A., Bogyo, D., Fabian, I., Tothmeresz, B. Air pollution assessment based on elemental concentration of leaves tissue and foliage dust along an urbanization gradient in Vienna // *Environmental Pollution*. – 2011. – № 159(5). – Pp. 1229-1233.
187. Soldatini G.F., Guidi L. Biochemical aspects of plant-air pollution interactions. In: Lorenzini G, Soldatini G.F., eds. *Responses of Plants to Air Pollution // Biological and Economic Aspects*. Pisa: Pacini. – 1994. – Pp. 23-38.
188. Speak A.F., Rothwell J.J., Lindley S.J., Smith C.L. Urban particulate pollution reduction by four species of green roof vegetation in a UK city // *Atmospheric Environment*. – 2012. – Pp. 283-293.
189. Stobrawa K, Lorenc-Plucińska G. Thresholds of heavy-metal toxicity in cuttings of European black poplar (*Populus nigra* L.) determined according to antioxidant status of fine roots and morphometrical disorders // *Sci Total Environ*. – 2008. – Pp. 86–96.
190. Szramek K., Walter L. M. and McCall P. Arsenic mobility in groundwater/surface water systems in carbonate-rich Pleistocene glacial drift aquifers (Michigan) // *Appl. Geochem*. – 2004. – № 19. – Pp. 1137–1155.
191. Tchepel, O., Dias, D. Quantification of health benefits related with reduction of atmospheric PM10 levels: implementation of population mobility approach // *International Journal of Environmental Health Research*. – 2011. – Pp. 189-200.
192. Tomasevic M., Rajsic S., Dordevic D., Tasic M., Krstic J., Novakovic V. Heavy metals accumulation in tree leaves from urban areas Springer-Verlag. – 2004. – Pp. 151-154.
193. Treshow M. Diagnosis of air pollution effects and mimicking symptoms. In: Treshow M., ed. *Air Pollution and Plants Life*. Chichester: John Wiley and Sons. – 1984. – Pp. 97-112.
194. WHO Air hygiene report №10. Biomonitoring of air quality using plants, Geneva). – 2000.

195. Wyttenbach A, Tobler L. Effect on surface contamination on results of plant analysis. Commun Soil Sci Plant Anal. – 1998. – Pp.809–823.

Нормативно-методические документы

196. 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.

197. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования к безопасности / М.: Стандартинформ – 2007г, –37с.

198. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты / М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

199. ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля/ М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

200. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования / М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.

201. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 31 с.

202. ГОСТ Р 54639-2011. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектроскопии на основе эффекта Зеемана. – М.: Стандартинформ, 2012. – 18с.

203. Международный стандарт ICCSR 26000:2011 «Социальная ответственность организации», 2011.

204. СанПиН 2.2.2.542-96 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы / М: Госкомсанэпиднадзор, - 1996, 24 с.

205. 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.

206. СанПиН 2.2.4.548-96. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». – М.: Минздрав России, 1997.

207. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып. 2. Геолого-экологические работы. – М.: ВИЭМС, 1993. – 153 с.

208. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение, 1995.

209. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (ред. от 10.07.2012) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», 2008.

210. Федеральный закон от 28.12.2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», 2013.

Фондовые источники

211. Шадрин А.К. Отчет о результатах геоэкологических исследований в г. Благовещенске Амурской области в 1990-19991 гг. – Благовещенск: Амурский филиал ФБУ «ТФГИ по ДФО». – 1992. – С. 92.

Интернет ресурсы

212. Основы растровой электронной микроскопии. Использование РЭМ в процессе электронной литографии. // Центр коллективного пользования. "Материаловедение и диагностика в передовых технологиях". [Электронный ресурс]-URL: http://ckp.rinno.ru/uploads/files/labs/SEM_EL_v.n2.0beta.pdf (дата обращения: 27.12.2015).

213. Север Китая накрыла пыльная буря. [Электронный ресурс]-URL: <https://news.mail.ru/incident/29639578/?frommail=1> (дата обращения: 20.04.2017).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Chapter 1 Using biogeochemical methods for environmental assessment in the urbanized areas

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Дорохова Л.А.		

Консультант – лингвист кафедры ИЯПР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Матвеевко Ирина Алексеевна	кандидат филологических наук, доцент		

Chapter 1 Using biogeochemical methods for environmental assessment in the urbanized areas

In the 30's of the last century, V.I. Vernadsky developed a scientific concept of biogeochemical biosphere as a geological environment of the Earth. The structure and energy were created by the activities of living matter within the geological history of the planet. He is the founder of the new scientific field - biogeochemistry - the study of life in terms of migration of atoms of chemical elements (Vernadsky, 1926).

Biogeochemistry is a system of knowledge, science systems about elemental composition of living matter and its role in the migration, transformation and concentration of chemical elements and their compounds in the biosphere, about geochemical processes involving organisms and their interaction with the geochemical environment and geochemical features of the biosphere (Vernadsky, 1992).

Biogeochemistry is a subject of studying processes and mechanisms of migration of chemical elements and their compounds between organisms and their environment. Biogeochemistry - science systems. Its development has been made possible thanks to the disciples and followers V.I Vernadsky (Dobrovolsky, 2003).

It should be noted that among the scientists who have made a significant contribution to the development of biogeochemistry as a science over the last 20 years were, first of all, V.V. Dobrovolsky, A.L. Kovalevsky and et al.

Until recent years, the main practical application of biogeochemistry has been associated with the activities of Geological Survey, the so-called method of biogeochemical prospecting of mineral deposits (Dobrovolsky, 2003).

Biochemical studies have played an important role in the discovery of many deposits of non-ferrous and rare metals, raw materials for the nuclear industry and other minerals (Alekseenko, 2013)

Later, in the sixties of the 20 century, when two Swedish ecologist Ruhling and Tyler (Ruhling, Tyler, 1968) used mosses to investigate heavy metals pollution, plants in biogeochemical research did not find wide application (Pacheco, 2007).

However, being a universally recognized and widely applied as indicators of atmospheric pollution, lichens and mosses are characterized by slow regeneration and relatively weak tolerance to the complex influence of mycophytotoxic pollutants. Therefore, intensive sampling may lead to their scarcity and untimely death.

In this time first reference to the use of leaves' higher plants as a bioindicator of the cities' conditions appeared. Poplar of Biruchina normal (*Ligustrum vulgare* L.) were first used to detect lead pollution in the city (Everett, 1967).

Application of biogeochemical method contributed to the discovery in a number of fields. For example, in British Columbia (Canada) molybdenum mine and copper - molybdenum Bethlehem were found by the analysis of needles and branches of trees Endako, and in the south - east of the U.S. a group of small uranium deposits were discovered by the analysis of some ash astragalus, tree branches and shrubs. Similar discoveries were made in the former USSR (molybdenum deposit in Buryatia, etc.) and in other regions (Dobrovolsky, 2003).

Actually, biogeochemical methods deal with chemical composition of various environmental objects (vegetation, animals, etc.). The most common methods are phytogeochemical. For example, it revealed the high zinc content in plants growing on the soil located in areas of zinc calamine deposits, barium - in plants grown on soils with barite, beryllium - plants in areas rich in tourmaline, etc.

By the early twentieth century considerable material of geo-botanical and chemical character had been accumulated, that pointed out to the close relationship between the plant and the environment. Possibility of application of biogeochemistry to search for deposits of nickel, cobalt, copper, chromium, lead, molybdenum, selenium, and other elements was emphasized by A.E. Fersmana (1939), D.P. Malyuga (1963), A.N. Perelman (1955), E.T. Shakhova (1958), H.L. Cannon (1957) and many others (Yasikov et al., 2009).

Chemical elements accumulate selectively by various plants and their level of accumulation in different parts may differ materially. In one and the same organ of a living organism the concentration of chemical elements varies quite significantly, depending on its phase (body), age and seasons. For example, the mercury content in the leaves of poplar depending on the seasons varies greatly (Zvolinsky et. al, 2015).

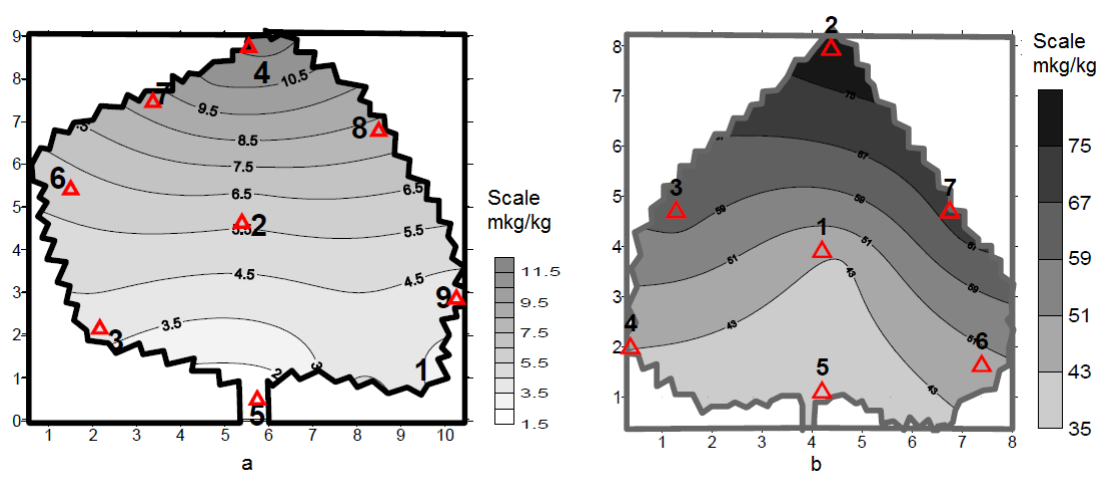


Figure 19 – Contents of Hg in poplar leaves (a – in spring; b – in autumn)

Pollution in major industrial cities became environmental factor endangering human genetic health and even its existence. The question becomes relevant to detailed and comprehensive monitoring of urbo ecosystems.

To assess the influence of anthropogenic factors wild vegetation (natural) both cultural and agricultural is used. Extensive use of vegetation and microelement composition as an indicator is explained by the fact that they are first exposed to the anthropogenic influence (Gorshina, 1991). Global anthropogenic biosphere transformation manifests itself primarily in the transformation of matter in surface that envelopes our planet as a result of human production activity. Processes of geochemical migration are responsible for penetration of anthropogenic products into the geochemical environment and biogeochemical cycles, where accumulation of bioactive toxic substances and xenobiotics takes place. The natural geochemical components are being gradually replaced by natural – anthropogenic components.

Based on the article by Kasimova K.A., the research on woody vegetation in major cities of Makhachkala and the Caspian was conducted. As bio-indicative tests for environmental pollution woody plants were used. It is known that plants as producers of ecosystems throughout life tied to the local territory and subject to the influence of the two media: soil and air, most fully reflect the range of stressful effects on the body. On the basis of developmental stability, bio-indication of woody plants growing in Makhachkala and the Caspian were studied. For this sample leaves Lombardy poplar (*Populus nigra pyramidales* Spach.) and box elder (*Acer negundo* L.) were taken.

Currently, by means of vegetable objects contamination with radionuclides is estimated in the environment as well as contaminated areas around of the nuclear fuel cycle plant are studied, the effects of radiation accidents are established.

The study by Rikhvanov L.P. is concerned with herbs and litter in the zone of influence of the SCC in the environment where the area of increased radionuclide content was highlighted in the northeast strike, which coincides with the basic "wind rose" and the maximum radiation load (Rikhvanov, 1997).

Kovalevsky (Kovalevsky, 2010) showed regularity in absorption of radioactive elements by plants. The plants were used to search for uranium mineralization.

The study by Bersina shows that plants can be used to detect halos of radioactive pollutions of the environmental, identify different types of radiators and the pathways of radioactive elements in the plants with high sensitivity, accuracy, and clarity radiography methods (Bersina, 1993).

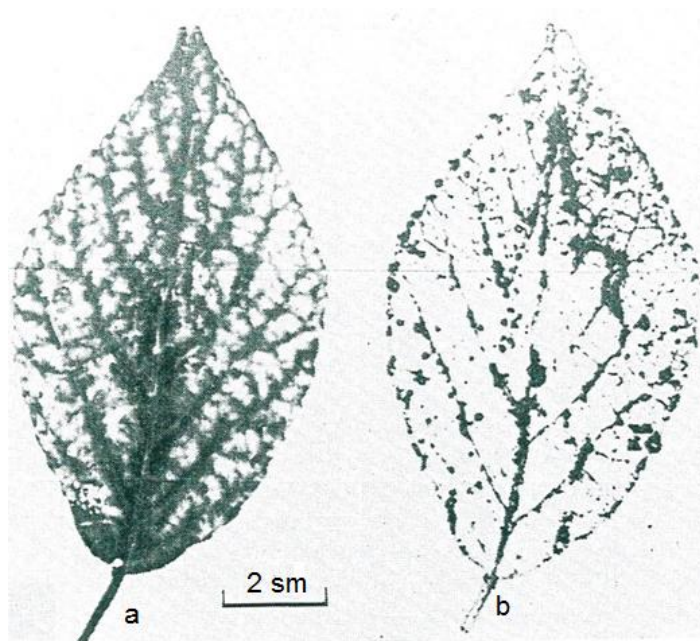


Figure 20 – Distribution of uranium in poplar leaves near field of uranium
(a – a poplar leaf; b – a detector)

Using the classical method of preparation of alpha-radiography thick nuclear emulsions, I.Ya. Chastnikov and others studied the accumulation of alpha-emitters in tree rings of Kazakhstan, and, hence, determined the period of radioactive contamination of the studied area (Chastnikov, 1997).

Research by Yusupov and etc. (Yusupov et al., 2016) was devoted to the contents of some major elements (Na, Ca, Fe) and trace elements in poplar leaf ash in some cities of Kazakhstan, southern Siberia, and Far East of Russia. Geochemical associations of elements have been established in poplar leaf ash from urban areas with different industrial specialization. Geochemical indicators of chemical element accumulation, including the ratio of radioactive and rare earth elements, can be used for differentiation of urban areas taking into account natural and anthropogenic environmental factors.

In the sixties of the XX century leaves (Kabata-Pendias, 2011), bark (Bargagli, 2005) and trees rings (Rikhvanov, 2002) were objects in ecology research to estimate the conditions of air. One of the first articles in this research was the

study on the distribution of lead from major highways in mosses and higher plants (Ruhling, Tyler, 1968).

The research by Berlizov (Berlizov et al., 2007) is a comparative study of the capabilities of black poplar-tree (*Populus nigra L.*) bark as a bioindicator of atmospheric heavy-metal pollution. Results of this study support black poplar-tree bark as an alternative to epiphytic lichens for heavy metal air pollution monitoring in urban and industrial regions, where severe environmental conditions may result in scarcity or even lack of the indicator species.

Research by Mohamad Assad and et all. (Assad and el all., 2016) dealt with tailings dumps requiring mercury stabilization to prevent air pollution by evaporated mercury, which can be achieved through plant covers. Plants are considered a net sink of atmospheric Hg through its penetration into leaf tissues. However, most studies related to Hg uptake by plants have considered plants exposed to only atmospheric Hg, whereas in the case of tailings dumps, plants are potentially exposed to both soil and atmospheric Hg. Their set of data prompted them to conclude that Hg entry into poplar leaves is exclusively through an atmospheric pathway. Besides, data from Millhollen et al (Millhollen et al., 2006) demonstrated that the actual age of a leaf is greatly influenced by the foliar Hg concentrations. It was demonstrated for the deciduous species *Robinia pseudoacacia*. In a recent study, Laacouri et al. (2013) investigated Hg concentrations in leaves of several deciduous species from emergence to senescence and showed their strong positive correlation with leaf age. However, in this study, the objective was only to record Hg concentrations in woody tissues under atmospheric exposure to the urban environment and thus, did not consider soil Hg contamination.

Research by Ericksen et all (Ericksen et al., 2004) concluded that Hg entry into poplar leaves took place primarily through the atmospheric pathway.

Plants are an extremely important and interesting object to characterize the state of the environment. They are main producers.

their role in the ecosystem is difficult to overestimate. Plants are sensitive object that allows evaluating the entire complex effects typical for the area as a

whole, as they assimilate the material and subject to direct influence of two media simultaneously: from the soil and from the air. Due to the fact that the plants are attached lifestyle, the state of their body reflects the state of specific local habitats (WHO, 2000).

Ease of use consists in plant availability and ease of collecting material for research. Specificity of plants as an object of study imposes certain requirements for the selection of species. When selecting the type depending on the objectives of the study, it is necessary to consider that, in view of the attached lifestyle, small herbaceous plant species are to a greater extent compared to tree species and may reflect the microbiological conditions (local differences as natural soil type, humidity, and other factors and man-made - point pollution). If there are such differences in microbiological indicators, the obtained assessment of plants can vary significantly for different species. This means that for the detection of microbiological differences it is preferable to choose herbaceous plants, while woody plants large enough in size are used to characterize areas (Yasikov, 2003).

Plants have advantages:

- easy to identify;
- prevalence of the species;
- play a great role in reducing the level of content of PM_{2.5};
- ability to be toxically tolerant to pollutants;
- ability to concentrate pesticides;
- fast growth accompanied with high biomass yield,
- a deep root system
- easy to harvest
- can tolerate and accumulate a range of heavy metals in their harvestable parts (Anicic et al., 2011).

Woody plants act as a universal natural filter, because they extract various elements and concentrate them in the tissues. An excess of certain elements can disturb important physiological and biochemical processes in the plant organism (Stobrawa et al., 2008; Kabata-Pendias, 2011).

It was found that the variability of the external appearance of plants, their size, shape and color of leaves, flowers, nature, depending on the growth lack or excess of certain elements. All of these changes, or as they are called geobotany "morphs" may be external indicators of certain levels in a number of biologically important landscape elements. All plant morphological deviations from the norm should be recorded. Changes in the abundance of some species or genera of plants may be indicative of the anomalous content of some elements in soils (Yasikov, 2003).

Fine particulate matter (PM_{2.5}) air pollution, varying in concentration and composition, has been shown to cause or exacerbate adverse effects on both human and ecological health. Ambient fine particulate matter (PM_{2.5}) has been linked to ill health, including cardiovascular and respiratory outcomes, with varying health effects depending on chemical composition (Bell, Ebisu et al. 2011; Mostofsky, Schwartz et al. 2012).

The concept of biomonitoring using deciduous tree leaves as a proxy for intra urban PM air pollution in different areas has previously been explored using a variety of study designs (e.g., systematic coverage of an area, source-specific focus), deciduous tree species, sampling strategies (e.g., single day, multi-season), and analytical methods (e.g., chemical, magnetic) across multiple geographies and climates. Biomonitoring is a low-cost sampling method and may potentially fill an important gap in current air monitoring methods by providing low-cost, longer-term urban air pollution measures. As such, better understanding of the range of methods, and their corresponding strengths and limitations, is critical for employing the use of tree leaves as biomonitors for pollution to improve spatially resolved exposure assessments for epidemiological studies and urban planning strategies (Ito, Mathes et al. 2011; Bell 2012).

Use of pollutant-tolerant, robust species may improve ability to capture full spatial variation in pollutant concentration and composition throughout an urban area, but ultimately the most abundant tree species with high PM collection efficiencies may serve as the ideal biomonitor (Sara et al., 2016).

Higher plants may be used as biomonitors for the assessment of atmospheric heavy metal pollution by means of their bioaccumulative properties. Several studies have pointed out the importance of atmospheric input in the biogeochemical cycling of heavy metals, as reviewed by Bargagli (1998).

Although higher plants are usually not as suitable biomonitors as lichens and mosses, in industrial and urban areas, where lichens and mosses are often missing, higher plants can act as biomonitors. Also, in industrial and urban areas higher plants can give better quantifications for pollutant concentrations and atmospheric deposition than non-biological samples. Therefore, using plant leaves primarily as accumulative biomonitors of heavy metals pollution has a great ecological importance (Bargagli, 1998).

The research in heavy metals contamination of vegetation requires the use of standard methodological procedures (Markert 1993; Bargagli 1998). The representative sampling of plant material is necessary, otherwise may contribute to serious experimental errors (Markert 1995). As also pointed out by some authors (Wytenbach and Tobler 1998), there has been a significant difference between the concentrations in washed and unwashed leaves (Tomasevic et al., 2004).

Studies have demonstrated that the deciduous species (such as poplar) are often used for landscaping cities (James Corner, 1999; Cecil, 2009).

Air is one of the main vital components of the natural environment. It is an essential part of human environments and wildlife habitats. Atmospheric pollution remains the main problem in modern cities including Blagoveshchensk in the Amur Region. It is categorized as a city with high air pollution in the Russian Federation.

Blagoveshchensk is an administrative center in the Amur Region on China's border; it is located on the confluence of the Amur and Zeya rivers. Its population is about 215 000 people within a land area of 57,8 km². Blagoveshchensk's heat electric plant, located in north-west industrial area, is the main source of air pollution. Its gross emission in to the atmosphere is more than 33,000 tons; about 8,800 tons of which were solid contaminants. There is also a metallurgical plant, Amursky metallist, a plant of the conversion of gold-containing and iron-containing

ores, works on bank protection, reconstruction and improvement of the embankment in the territory and so on.

The adverse effects on human health due to atmospheric particulate pollution have been the subject of a growing number of studies in recent years (Daniels et al., 2004; Tchepel and Dias, 2011).

Urban residents are at particular risk from certain anthropogenic sources such as traffic, and a rapidly increasing urban population worldwide gives these studies additional importance because higher number of people will be exposed to urban particulate pollution (Speak et al., 2012).

Geochemical plant ecology, reflecting the current state of flora and trends in the evolution of high-power technogenic transformation of the biosphere, contribute to the formation of environmental attitudes and policies for sustainable development, ensuring the harmonization of society, nature and the economy.