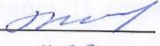


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ХИМИИ
Кафедра органической и экологической химии

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК
И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ
ЗАИМСТВОВАНИЯ
и.о. заведующего кафедрой
канд. тех. наук, доцент
 Г.Н. Шигабаева
«05» июня 2017 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ АККУМУЛЯЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ
БИООБЪЕКТОВ К СОДЕРЖАНИЮ СВИНЦА В АТМОСФЕРНОМ
ВОЗДУХЕ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

04.04.01 Химия

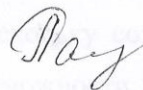
Магистерская программа «Химия нефти и экологическая безопасность»

Выполнила работу
студентка 2 курса
очной формы обучения



Крестьянникова
Елизавета
Вячеславовна

Научный руководитель
канд. хим. наук, доцент



Ларина
Наталья
Сергеевна

Рецензент
Начальник управления научной и
инновационной работы ТюмГУ,
канд. хим. наук



Шелпакова
Наталья
Александровна

Тюмень, 2017

РЕФЕРАТ

93 с., рис. 35 , табл. 22 , библ. 161

В работе изучена аккумуляционная способность биообъектов к содержанию свинца в атмосфере городских территорий (на примере г. Тюмень).

Дано описание образцов, применены методы интегральной оценки и статистической обработки результатов исследования аккумуляционной способности свинца в биообъектах. Проведена химико-экологическая оценка состояния атмосферы города Тюмень за 3 года (2012-2015) по свинцовой нагрузке, опробованы 3 вида объектов экомониторинга (снежный покров, лишайники, биосубстраты человека (волосы)), определены основные источники, поступления свинца на территории города, осуществлен поиск возможности аэрогенной свинцовой интоксикации живых организмов.

В совокупности полученные данные позволили установить наличие достоверных корреляций между содержанием свинца в пылеаэрозолях и волосах человека, что дает право утверждать о возможности использования данного подхода для поиска причин возникновения заболеваний, обусловленных качеством атмосферы и среды обитания. Сделана попытка интерпретировать полученные данные с использованием интегральных методов, чтобы оценить влияние половозрастных признака на минеральный статус человека, а также оценить степень влияния аэрогенного поступления ТМ на биосреды.

Эти данные весьма интересны, поскольку создают информационную аналитическую базу, открывая новые возможности для этого вида контроля уровня свинца в живых объектах и оценки загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: атмосфера, свинец, пылевое загрязнение, снег, элементный статус, микроэлементы, биосубстраты, лишайники

ОГЛАВЛЕНИЕ	
РЕФЕРАТ	1
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1.1. Загрязнение атмосферного воздуха и критерии, характеризующие его качество	8
1.2. Взаимосвязь минерального статуса человека с показателями состояния окружающей среды	17
1.3. Экологически обусловленные заболевания как косвенный индикатор загрязнения атмосферы	18
1.4. Ксенобиотические свойства свинца.....	20
1.5. Пределы физиологического (нормального) содержания свинца в волосах человека.....	24
1.6. Экологическая характеристика г. Тюмени.....	27
ГЛАВА II. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	32
2.1 Отбор и подготовка проб к анализу	32
2.1.1. Снежный покров.....	32
2.1.2. Волосы.....	33
2.1.3. Лишайники.....	33
2.2. Аппаратура.....	34
2.3. Приготовление растворов.....	35
2.3.1. Приготовление рабочего и калибровочных растворов свинца для измерений в режиме пламенной атомизации.	35
2.3.2. Приготовление рабочего и калибровочных растворов свинца для измерений в режиме термической атомизации.....	35
2.4. Методики анализа	36
2.4.1. Методика определение содержания взвешенных частиц и общего содержания примесей в снеге.	36
2.4.2 Методика биотестирования проб талой снеговой воды с использованием <i>Daphnia Magnia Stratus</i>	36
2.4.3. Методика определения свинца в пробах снега, лишайников и волос на ААС Contr AA-700 в режиме пламенной и электротермической атомизации.....	38
2.5. Внутренний оперативный контроль качества проводимых измерений ...	38
2.6. Методы интегральной оценки и статистической обработки результатов	40
2.7. Картографическая обработка результатов.....	42
ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	43

3.1. Описание исследуемых объектов	43
3.2. Результаты гляциохимического анализа	Ошибка! Закладка не определена.
<i>Пылевое загрязнение</i>	Ошибка! Закладка не определена.
<i>Свинец</i>	Ошибка! Закладка не определена.
<i>Экотоксикологический показатель</i>	Ошибка! Закладка не определена.
3.4. Результаты лишеноиндикации	Ошибка! Закладка не определена.
3.5. Результаты химического анализа волосяного покрова	Ошибка! Закладка не определена.
<i>Центильный анализ</i>	Ошибка! Закладка не определена.
<i>Анализ рисков развития элементозов</i>	Ошибка! Закладка не определена.
3.6. Оценка влияния аэрогенного пути поступления металлов в организм человека.....	Ошибка! Закладка не определена.
ВЫВОДЫ	46
ПРИЛОЖЕНИЕ	80
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	50

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ААС – атомная абсорбционная спектрометрия

АЭС-ИСП - атомная эмиссионная спектрометрия с индукционно связанной аргонной плазмой

БДУ – биологически допустимый уровень

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ВС – весовой снегомер

ГОСТ – межгосударственный стандарт

ГРЭС – государственная районная электрическая станция

КБН – коэффициент биологического накопления

ОГСНК - общегосударственная служба наблюдений и контроля состояния окружающей среды

ООН – Организация Объединенных Наций

ОБУВ - ориентировочный безопасный уровень воздействия загрязняющего атмосферу вещества

ПДК - предельно допустимая концентрация вещества

ПДК_{МР} - максимально разовая предельно допустимая концентрация

ПДК_{СС} - предельно допустимая концентрация среднесуточная

РФ – Российская Федерация

СССР – Союз Советских Социалистических Республик

ТБО – твердые бытовые отходы

ТМ – тяжелые металлы

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль

ВВЕДЕНИЕ

Состояние окружающей среды крупных городов обычно оценивается по состоянию отдельных ее составляющих: атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв и растительного покрова, здоровья горожан. Наиболее динамичной и поэтому наиболее сложной для анализа является атмосфера, которая оказывает существенное влияние на состояние всех компонентов урбанизированной экосистемы. Именно поэтому научные исследования по оценке антропогенной нагрузки на воздушный бассейн промышленных городов, а также разработка методов его регулирования относятся к **актуальным проблемам**.

Для общей оценки химико-экологической ситуации в городе необходимо использовать объекты, позволяющие получать интегральную информацию в течение определенного периода времени. В зимнее время таким объектом является снег [1-9], который накапливает загрязняющие компоненты, мигрирующие воздушным путем, в течение 4-6 месяцев. Именно этот объект анализа был использован нами для оценки химико-экологического состояния в городе Тюмени в зимний период 2012– 2015 годов. Этот вид мониторинга позволяет оценить общую загрязненность воздуха на территории города, выделить экологически благоприятные и неблагоприятные районы, установить мобильные и локальные источники загрязнения атмосферы и характер их влияния на прилегающие территории. В данной работе предпринимается попытка провести анализ накопления свинца в объектах, которые могут служить для сезонного мониторинга (снег – зимний период, лишайники – летне-осенний), а также произвести оценку влияния сложившейся экологической ситуации на человека, определив для этого содержания токсиканта в волосяном покрове.

Цель работы – изучение особенностей аккумуляция свинца в атмосфере и биообъектах на урбанизированных территориях (на примере г.Тюмени).

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих **задач**:

1. Отбор проб снега, лишайников и волос жителей города и их пробоподготовка;
2. Определение содержание свинца в водной и пылевой компоненте снега, пробах лишайников и волос;
3. Оценка пространственного распределения свинца по территории города в зимний период, выявление основных источников загрязнения.
4. Выявление закономерностей накопления и распространения свинца в объектах живой и неживой природы.

Результаты работы были частично опубликованы в журнале «Известия Самарского научного центра РАН», входящем в список ВАК и рецензируемого базой данных Web of Science (Zoological Record) [1], а также представлены в материалах и тезисах докладов: Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) «Тобольск научный-2016» [2] (Тобольск, октябрь 2016), XXI Международной экологической студенческой конференции «Экология России и сопредельных территорий» (Новосибирск, октябрь 2016) [3], XVI Гляциологического симпозиума (Санкт-Петербург, май 2016) [4], II Международной школы-семинар для молодых исследователей «Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах-2016» (Тюмень, апрель 2016) [5], Регионального конкурса студенческих научных работ 2015 года (Тюмень, ноябрь 2015) [6], XX Всероссийский конгресс «Экология и здоровье человека» (Самара, ноябрь 2015), XII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) «Тобольск научный-2015» (Тобольск, сентябрь 2015) [7, 8], XX Международной экологической студенческой конференции «Экология России и сопредельных территорий» (Новосибирск, октябрь 2015) [9], Всероссийской научной конференции с международным участием «Почвы холодных областей: генезис, география, экология» (Улан-Удэ, сентябрь 2015) [10].

ГЛАВА I. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Человечество обитает на дне воздушного океана, и поэтому свойства и состав атмосферного воздуха в существенной мере определяет качество жизни и здоровье людей. Люди дышат атмосферным воздухом, зачастую весьма загрязненным, пьют пресную воду, прошедшую, как правило, стадию атмосферных осадков, живут в тех или иных погодных и климатических условиях, определяемых потоками солнечного излучения, составом атмосферы и свойствами земной поверхности – суши и океана. Изменение свойств и состава атмосферы за счет природных и антропогенных факторов, естественно, оказывает разнообразное и преимущественно негативное влияние на здоровье населения [11].

Особенно остро эти вопросы встают в индустриально развитых центрах, где высокая урбанизация приводит к усилению воздействия данных факторов многократно. Важной проблемой является выявление уровня антропогенной нагрузки на таких территориях, ее распределение, выявление наиболее серьезных и опасных загрязнителей окружающей среды и их локализация, выделение экологически чистых участков на территории города и в окрестностях, наиболее пригодных для проживания и отдыха населения [1-6, 11].

1.1. Загрязнение атмосферного воздуха и критерии, характеризующие его качество

Загрязнение атмосферы – это привнесение в атмосферный воздух новых нехарактерных для него физических, химических и биологических веществ или изменение их естественной концентрации [12]. К вредным выбросам, загрязняющим атмосферу, относятся атмосферные пыль, газы и испарения, непосредственно или косвенным образом влияющие на жизнь человека. Различают естественное и антропогенное загрязнение атмосферы. *Естественное загрязнение* возникает в результате природных процессов, не связанных с деятельностью людей. Оно обусловлено поступлением в атмосферу вулканического пепла и газов, космической пыли (до 150–165

тыс. т ежегодно), растительной пыльцы, морских солей. При гниении и разложении органического вещества образуются, как правило, большие количества сероводорода, аммиака, оксидов азота. В результате биологических процессов и деятельности вулканов в атмосферный воздух поступают углеводороды. К *антропогенным источникам загрязнения* атмосферного воздуха относятся энергетические установки, сжигающие ископаемое топливо, промышленные предприятия, транспорт, сельскохозяйственное производство, коммунально-бытовые предприятия. Природные источники в целом выделяют больше вредных веществ, чем антропогенные. Однако антропогенное поступление является более опасным, так как вредные вещества антропогенного происхождения накапливаются непосредственно в зоне обитания человека. Кроме того, специфические вредные вещества, не существовавшие ранее в природных условиях, в настоящее время становятся составной частью атмосферного воздуха, его микроэлементами. В связи с этим основное внимание в системе мониторинга атмосферы уделяется антропогенным загрязнениям и их источникам [13].

Воздушная среда является самой подвижной из всех природных сред, именно поэтому загрязняющие вещества в ней быстро распространяются на большие расстояния. Наблюдения за загрязнением атмосферы на территории города осуществляют на специальных постах. Качество атмосферного воздуха – это совокупность его свойств, определяющая степень воздействия физических, химических и биологических факторов на людей, растительный и животный мир, а также на материалы, конструкции и окружающую среду в целом [14].

В большинстве стран критерием качества воздушного бассейна является предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющего вещества. ПДК — это максимальная концентрация примеси в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не

оказывает на него и на окружающую среду в целом прямого или косвенного воздействия, включая отдаленные последствия

Для оценки качества атмосферного воздуха установлены две категории ПДК: максимально разовая (ПДК_{МР}) и среднесуточная (ПДК_{СС}). ПДК_{МР} – предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м³. Эта концентрация при вдыхании в течение 20-30 мин не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека. ПДК_{СС} – предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м³. Эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (годы) вдыхании [13]. Воздействие веществ, для которых не установлены ПДК, оценивается по ориентировочному безопасному уровню воздействия загрязняющего атмосферу вещества (ОБУВ). ОБУВ - временный гигиенический норматив для загрязняющего атмосферу вещества, устанавливаемый расчетным методом для проектирования промышленных объектов [15]. При этом надо иметь в виду, что система ПДК не учитывает последствия совместного действия на человека смеси химических веществ или различных токсических соединений одного и того же химического элемента при разных концентрациях [16].

Оценка содержания взвешенных частиц. Аэрозоли – это дисперсные системы, состоящие из жидких или твердых частиц, взвешенных в газообразной среде. Аэрозоли с жидкими частицами называются *туманами*, с твердыми – *пылями* и *дымами* [13]. Значительную пространственную и временную изменчивость состояния аэрозоля в атмосферном воздухе диктует применение различных методов их обнаружения на каждом этапе транзита. Выделяют три метода исследования [17]:

1. аспирационный, основанный на просасывании через фильтры определенного объема воздуха;
2. седиментационный, в основе которого лежит изучение аэрозоля, выпавшего на специальные планшеты (сухие выпадения);

3. седиментационный, основанный на анализе атмосферных осадков (мокрые выпадения).

Аспирационные методы очень трудоемки в смысле отбора проб и требуют использования специальной аппаратуры. Седиментационные методы, учитывающие выпадение аэрозоля с помощью планшетов, значительно проще, однако организация наблюдения на большой площади и в течение длительного времени также представляет большие трудности. Поэтому в последние годы в мониторинге загрязнения окружающей среды широко используются природные планшеты – накопители аэрозоля. Их использование дает возможность получения интегральных оценок выпадения загрязняющих веществ за время, соизмеримое с годовыми нормативами [17].

Оценка содержания металлов в атмосфере воздуха проводится по среднесуточным концентрациям. Из-за трудоемкости отбора проб воздуха и сложности их анализа на широкий спектр химических элементов в городах, как правило, металлы в атмосферном воздухе не контролируются. Кроме того, в условиях крупных городов со сложной промышленно-селитебной застройкой ограниченное число стационарных постов не позволяет получить достоверную информацию о пространственном распределении загрязняющих веществ на всей территории [18].

1.2. Объекты и методы мониторинга состояния атмосферы

Снежный покров. С 1980 г. на базе снегомерной съемки Госкомгидромета в подсистеме Общегосударственной службы наблюдений и контроля состояния окружающей среды (ОГСНК) начал действовать мониторинг загрязнения снежного покрова [19]. Основной задачей сети наблюдений за загрязнением снежного покрова стал отбор проб снега для последующего определения концентраций загрязняющих веществ, получения количественных оценок объема выпадения и переноса веществ на территории СССР, а затем и Российской Федерации (включая трансграничный перенос). В настоящее время в составе большинства

региональных Центров по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЦМС) Росгидромета действуют подсистемы мониторинга снежного покрова; кроме того, данные о состоянии снежного покрова поставляет стационарная сеть мониторинга атмосферных осадков и фоновые станции биосферных заповедников [20].

Изучение мирового мониторинга свойств и динамики снежного покрова, отражено в работах [21, 22, 23]. Работы, описывающие динамику формирования снежного покрова на территории России и его особенности, представлены в современной литературе достаточно широко [24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32,]. Вопросы эколого-геохимической оценки снежного покрова Западной Сибири изучались в разные периоды рядом авторов [33, 34, 35, 36, 37, 38]. Исследование химического загрязнения снежного покрова в г. Тюмени отражено в работах [1-9, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46].

Снежный покров является удобным индикатором загрязнения атмосферных осадков, атмосферного воздуха так как [47]:

1. при образовании и выпадении снега в результате процессов его сухого и влажного вымывания концентрация загрязняющих веществ в нем оказывается обычно на 2-3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе;
2. отбор проб очень прост и не требует специального сложного оборудования; послойный отбор дает возможность отследить динамику загрязнения за зимний период; одна проба, взятая по всей толщине снежного покрова, дает представительные данные о загрязнении в период от образования устойчивого снежного покрова до момента отбора пробы;
3. снежный покров позволяет решить проблему количественного определения суммарных параметров загрязнения (сухих и влажных выпадений снега);
4. снежный покров является эффективным индикатором процессов закисления природных сред.

Определение загрязняющих веществ в снеговом покрове позволяет:

1. провести оценку уровня загрязнения атмосферного воздуха в зимний период,
2. установить районы рассеивания выбросов в атмосферу от их источников,
3. выявить пути поступления экотоксикантов в поверхностные воды и почвы.
4. Определить в каких формах может мигрировать тот или иной поллютант.

Снег, выступая в роли природного концентратора [48] захватывает существенную часть продуктов техногенеза (сульфаты, нитраты, аммоний, основания, тяжелые металлы, полициклические ароматические и нефтяные углеводороды, хлорорганические пестициды и ряд других загрязняющих веществ). Содержание микроэлементов в снеге и их выпадения колеблются в очень широком диапазоне, главным образом, в зависимости от степени антропогенного влияния.

Снег перекрывает открытую поверхность почвы, поэтому уменьшается естественное пылевыведение с территорий. В связи с этим зимой аэрозоли имеют преимущественно антропогенное происхождение. Низкие температуры обеспечивают консервацию химических соединений, захваченных снегом, в течение всего зимнего сезона. Загрязнение снега происходит в 2 этапа: загрязнение снежинок во время их образования и выпадения; загрязнение уже выпавшего снега из-за сухого выпадения из атмосферы, а также почв и горных пород [49].

При мониторинге снежного покрова обычно исследуется две фазы – растворенная, прошедшая через фильтры, и минеральная (пыль), оставшаяся на фильтрах [50]. Такой фазовый анализ позволяет получить информацию о пространственном распределении наиболее подвижных водорастворимых форм химических элементов и форм (сорбированных, карбонатных, гидроксильных и др.), связанных с минеральными и органно-минеральными носителями. Техногенные ореолы этих форм нахождения имеют разные

площадь, контрастность и элементный состав. Наибольшее индикационное значение имеют количество и химический состав пыли, на долю которой приходится обычно 70 – 80% от общего баланса элементов в пробах снега [50]. Пыль можно подразделить на две большие группы:

1. Мелкодисперсная пыль - это легкие частицы, находящиеся в воздухе долгое время, размером до 10–6 м имеют способность накапливаться в организме, попадая туда через легкие.

2. Крупнодисперсная пыль - тяжелые малоподвижные частицы. Из-за быстрого выпадения при отсутствии внешних факторов (ветер) они образуют пылевые отложения вблизи источника.

Поскольку ГОСТа РФ по загрязнению снежного покрова не существует, а применение нормативных документов поверхностных вод к талой воде не всегда обосновано, то для более объективной характеристики оценка опасности загрязнения снежного покрова металлами предлагается использовать [51, 52] ряд геохимических и санитарно-гигиенических показателей:

- коэффициент концентрации (K_c),
- суммарный показатель загрязнения снежного покрова (Z_c)
- коэффициент опасности исследуемых веществ (K_o)

Коэффициент концентрации химического элемента K_c , рассчитывается по отношению реального (аномального) содержания загрязнителя в природном объекте (C) к его фоновому уровню (C_f) в аналогичном объекте:

$$K_c = C / C_f$$

Суммарный показатель загрязнения равен сумме коэффициентов концентраций химических элементов, содержание которых превышает фоновые значения:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{C(i)} - (n - 1)$$

где n - число учитываемых аномальных элементов.

Коэффициент опасности исследуемых веществ (K_o) определяется отношением фактического уровня содержания контролируемых веществ в покровных отложениях (C) к предельно допустимой концентрации (ПДК):

$$K_o = C / ПДК$$

На основе полученных геохимических показателей строятся карты распределения отдельных химических элементов или их ассоциаций. На моноэлементных картах в виде изолиний абсолютных содержаний или превышений над фоном показывается распределение отдельных металлов [51].

Биотестирование как метод оценки качества атмосферного воздуха. Работы в области развития биотестирования как самостоятельного метода ведутся в течение последнего столетия. История биотестирования берет свое начало в 1918 году, когда для токсикологической оценки широко использовали «рыбную пробу», далее начали применять дафний и циклопов. С тех пор токсикологическая наука продвинулась далеко вперед, апробировав в качестве биотестов водоросли, грибки, гидробионтов, ракообразных, червей и даже канареек, но основным объектом для большинства утвержденных методов остается культура *Daphnia Magna* Straus [53]. С помощью дафний можно выявлять присутствие в воде пестицидов и ТМ в концентрациях, близких к ПДК. Метод имеет свои плюсы и минусы, но главным недостатком остается долгое время анализа, по сравнению с большинством химико-аналитических методик. Данный метод носит не количественный, а качественный характер, поэтому часто встает вопрос об интерпретации результатов, поскольку характеристики «токсично/нетоксично» достаточны лишь для лабораторных анализов, но когда речь идет о комплексном исследовании приходится искать пути описания полученных данных. В связи с этим биотестирование как самостоятельный метод в исследованиях используется нечасто, а обычно идет в комбинации с химическими, физико-химическими или другими биологическими методами.

Лихеноиндикация. Биомониторинг является неотъемлемой частью экологического мониторинга [54]. Наиболее широкое распространение получил лихеномониторинг - использование лишайников в качестве объектов наблюдения и исследования химического состава. Согласно ряду работ [55, 56] в таксономическом ряду растений по критерию газостойчивости лишайники располагаются сразу после мхов, опережая популярные биомониторы (хвойные и лиственные древесные породы).

Лишайники (Lichenes) – это очень своеобразные в биологическом отношении низшие растения. Являясь сложным организмом, образующимся в результате симбиоза двух растений: гриба и водоросли, он обладает новыми качествами, поэтому и занимает определенное место в растительном мире. Основную массу слоевища лишайника составляет гриб, который своими гифами плотно переплетает клетки водоросли. Водоросли – автотрофные растения, содержащие хлорофилл и, следовательно, способные создавать органические вещества и снабжать ими клетки гриба. Эпифитные лишайники поселяются на деревьях и кустарниках. Среди них можно выделить несколько подгрупп: эпифильные лишайники, растущие на листьях; настоящие эпифитные лишайники, растущие на коре; эпиксильные лишайники, растущие на обнаженной и обработанной древесине. Эпифитные лишайники на коре деревьев очень многочисленны. На участке коры величиной не более ладони иногда насчитывали до 38 видов лишайников, которые росли вплотную друг около друга и даже один на другом [55, 56].

Лишайникам присуща атмосферная стратегия питания, что позволяет их использовать в качестве информативных биомониторов для оценки региональных атмосферных нагрузок и миграции атмосферных загрязнителей. Т.к. обмен элементов у лишайников осуществляется через всю поверхность их талломов [57], они способны накапливать элементы в концентрациях, превышающих их физиологические потребности, и удерживать их долгое время [58], по сравнению с другими представителями биоты.

Некоторые авторы пытаются сравнивать значения аккумуляции ТМ в почве и в талломах [59], однако чаще всего не обнаруживают прямых зависимостей. Количественно интенсивность биологического поглощения выражается коэффициентом накопления микроэлементов в золе, который имеет высокую пространственную вариабельность. Интенсивность биологического поглощения микроэлементов лишайниками зависит от их видовой принадлежности, аэрального питания и географической приуроченности. Их филогенетическая специализация проявляется в избирательном поглощении микроэлементов. Литературные данные свидетельствуют о накоплении в лишайниках многих редких элементов (Be, Ga, Sc, Y, Ge, Zr и др.) и различных лантаноидов [60].

Основные причины низкой устойчивости лишайников к атмосферному загрязнению: высокая чувствительность водорослевого компонента лишайников, пигменты которого под действием загрязнителей быстро разрушаются; отсутствие защитных покровов и связанное с этим беспрепятственное поглощение газов слоевищами; повышенная требовательность к кислотности субстрата, изменение которой сверх определенного предела приводит к гибели лишайников; небольшие размеры их тела и значительная продолжительность жизни.

1.2. Взаимосвязь минерального статуса человека с показателями состояния окружающей среды

Известно, что подавляющее количество всех встречающихся в природе элементов обнаружены в организме человека. Из них 12 относят к структурным, т.к. они составляют 99% элементного состава. Остальные элементы, находясь в незначительных количествах, играют, тем не менее, крайне значительную роль во всех процессах, происходящих в организме. Локализуясь в ряде важнейших ферментов, гормонов, витаминов и других биологически активных веществ, микроэлементы способны как стимулировать, так и угнетать биохимические процессы [61].

Элементный состав волос является своеобразным интегральным показателем, который может быть использован для оценки состояния минерального статуса человека, особенностей его питания, здоровья [62]. Химический состав волос, в сравнении с биологическими жидкостями организма человека, в меньшей степени подвержен колебаниям, волосы имеют свойство накапливать макро- и микроэлементы, что дает возможность проведения ретроспективных анализов за определенные промежутки времени. В настоящее время в медицине активно развивается учение о микроэлементах – отклонениях в содержании химических элементов, вызванных экологическими, профессиональными, климато-географическими факторами, которые приводят к широкому спектру нарушений в состоянии здоровья [63]. При этом все большее значение приобретают техногенные микроэлементазы [64, 65].

Определение элементного состава биосред человека позволяет проводить оценку уровня работоспособности и эффективности лечения, а также формировать группы риска по гипо- и гиперэлементозам, профессиональным заболеваниям, связанным с интоксикацией химическими элементами, подбирать рациональные диеты как здоровому, так и больному человеку, составлять карты территорий распространенности среди населения заболеваний экологической этиологии [66]. Актуальность определения токсичных химических веществ в биологических средах растет по мере ухудшения экологической ситуации в крупных промышленных городах и мегаполисах [67].

1.3. Экологически обусловленные заболевания как косвенный индикатор загрязнения атмосферы

Экологически обусловленные заболевания – это нарушения в органах и системах организма под воздействием физических или химических факторов, связанных с функционированием различных техногенных объектов. И если воздействие известных загрязнителей на здоровье в рамках различных видов профессиональной деятельности изучено в достаточной степени, то

масштабы и тяжесть последствий постоянного воздействия на человека в местах его проживания антропогенных (и природных) загрязнителей в небольших (следовых) количествах находится сейчас в стадии активного изучения [68].

К экологически обусловленным относится большая часть заболеваний, так как практически весь спектр техногенных выбросов состоит из токсичных веществ, способных в зависимости от дозы и экспозиции оказывать острое или хроническое воздействие на организм. Загрязнение окружающей среды оказывает влияние, как на распространенность, так и на тяжесть отдельных заболеваний [69]. Так, если в экологически неблагоприятном регионе наблюдается невысокая заболеваемость, то при этом часто течение болезней и прогноз по инвалидности оказывается более тяжелым, чем на относительно чистых территориях. В частности, данная закономерность прослеживается при сопоставлении показателей заболеваемости с концентрацией в атмосферном воздухе отдельных компонентов, например при повышенном содержании свинца в воздухе [70]

Принцип современных исследований заключается в доказательстве связи между загрязнением воздуха и уровнем заболеваний. Данные исследования выполняются с помощью методов математической статистики, обычно применяемых в медико-биологических исследованиях. При этом, как правило, осуществляется сравнение изучаемой группы населения экологически неблагоприятного района с контрольной группой, проживающей на относительно чистой территории.

Проведенные в последние годы исследования показывают значительную роль экологических факторов, в частности, загрязнения воздушной среды, в повышении уровня распространенности заболеваний практически по всем основным классам болезней, что обусловлено раздражающим, цитотоксическим и сенсибилизирующим эффектами химических веществ при ингаляционном вступлении в организм [71]. Согласно данным работам, одно из ведущих мест по экологической

обусловленности занимают болезни органов дыхания, связанные с широким спектром источников промышленных выбросов и в большой степени автотранспорта. Динамика увеличения уровня заболеваемости прослеживается с 1990 г. и коррелирует с ростом количества автотранспорта (коэффициент корреляции составляет 0,991 ($p < 0,05$)) [72].

По всем федеральным округам после болезней органов дыхания, второе занимают болезни системы кровообращения. Наряду с ними первую десятку формируют в разной последовательности болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, болезни органов пищеварения, болезни нервной и эндокринной систем, болезни кожи и подкожной клетчатки, психические расстройства.

Становится ясным, что проблема экологически обусловленных заболеваний требует уже не констатации факта, а углубленного изучения влияния антропогенных загрязнителей на различные органы и системы организма и распространенности экологически обусловленных заболеваний по территории Российской Федерации, разработки и принятия мер, направленных на снижение заболеваемости и эффективное управление данной проблемой с целью повышения качества жизни населения на урбанизированных территориях и улучшения демографической ситуации [11].

1.4. Ксенобиотические свойства свинца

Решением Европейской экономической комиссии ООН в группе наиболее опасных (приоритетных для целей наблюдения и) ТМ включены ртуть, свинец, кадмий, хром, марганец, никель, кобальт, ванадий, медь, железо, цинк, олово, мышьяк. Мера воздействия загрязняющих веществ на экосистему в значительной степени зависит от формы химических элементов, определяющей токсичность, биодоступность, миграционную способность их соединений [73].

Проблема загрязнения окружающей среды свинцом достаточно полно отражена в «докладе о свинцовом загрязнении окружающей среды в

Российской Федерации и его влиянии на здоровье населения» (1997) [74]. Свинец относится к токсикантам 1 класса опасности, обладает высокой растворимостью, биохимической активностью и канцерогенностью; имеет повышенную тенденцию к биоконцентрированию и комплексообразованию; может находиться в окружающей среде в минеральной и органической формах [75].

Основными источниками поступления свинца в воздух, воду и почву городов и районов области являются предприятия черной и цветной металлургии, добычи и обогащения угля, химической и коксохимической промышленности, ГРЭС, выбросы автотранспорта. При этом происходит загрязнение свинцом не только территорий, на которых расположены вышеперечисленные предприятия, но и к ним прилегающих.

Повышенное содержание свинца в объектах окружающей среды определяет его накопление в биоте. Перемещаясь по эколого-трофическим цепям, свинец попадает в организм человека и депонируется в органах мишенях (мягкие ткани, кости, нервная система, кровь), что может приводить к развитию болезней [11, 76].

В атмосферном воздухе свинец способен образовывать разнообразные оксиды, вступать в реакции с кислотами и щелочами. К основным источникам свинца как элемента-загрязнителя относятся выхлопные газы, аэрозоли автотранспорта и техногенная пыль, которая содержит большое количество свинца в виде соединений, плохо растворимых в воде, например оксидов и сульфидов [77]. Суммарное поступление свинца в атмосферу от автотранспорта на территории РФ оценивается в 30 тыс. т ежегодно [74]. При сгорании автомобильного топлива около 70% свинца, добавленного к бензину с этиловой жидкостью, попадает в окружающую среду с отработанными газами, из них 30 % оседает на поверхности сразу, а 40 % остается в атмосфере [78]. Особо опасно применение автомобилистами этилированного бензина, в состав которого входит тетраэтилсвинец. Хотя в России этилированный бензин был запрещен Федеральным законом (№ 34-

ФЗ от 2003 г.), на территории РФ до сих пор действует ГОСТ 2084-77, который позволяет выпускать как неэтилированный (концентрация свинца 0,015 г/л), так и этилированный бензин нового поколения (содержание свинца снижено с 0,45-0,35 до 0,15 г/л). В этой связи проблема свинцового загрязнения окружающей среды по-прежнему остается актуальной, и ее решение связано с полным отказом от использования свинецсодержащего бензина.

Экологическая ситуация усугубляется также наличием многочисленных отопительных предприятий, использующих уголь низкого качества, при сжигании которого в атмосферу города поступает большое количество ТМ, в том числе и токсичного свинца.

К основным факторам, влияющим на масштабы выбросов свинца и их осаждение, относятся следующие:

- более высокое расположение источников выбросов и более высокие температуры выбросов приводят к тому, что факел выбросов располагается выше и, следовательно, расстояние переноса увеличивается;
- физические и химические формы свинца в атмосфере: более крупные частицы осаждаются на более коротких расстояниях, а небольшие частицы могут переноситься на большие расстояния, а также метеорологические условия (осадки и скорость ветра), ландшафт, устойчивость атмосферы и прочие факторы.

Питание также является важной причиной аккумуляции свинца в организме. Актуальность исследования пищевых цепочек, в т.ч. почва – растение – животные – человек, объяснима тем, что накопление ТМ в организме человека в основном осуществляется за счет питания [73]. Цепи и сети питания с экологической точки зрения являются важными параметрами экосистем, поскольку они позволяют описать перенос вещества и энергии [79]. Особенно опасны металлы, не входящие в состав биологических молекул – ксенобиотики, которыми являются ТМ. Процессы детоксикации

постоянно совершенствуются, ведутся поиски новых механизмов исключения ТМ из экологических цепочек.

Питание является одним из ключевых факторов связи человека с внешней средой и поэтому вмешательство в окружающую среду – это вмешательство в собственный рацион, а значит и здоровье. В организм человека из окружающей среды поступает 20-40% загрязнителей с водой и 40-50% - с пищей [80, 81]. В работах [73, 82] указывалось, что нормальное содержание свинца в продуктах - 0,1-1 мг/кг; в напитках – 0,3 мг/кг; овощах и фруктах около 8 мг/кг (на сухое вещество); для твердых продуктов в пределах 2,5 мг/кг; в воде 0,1 мг/л. Сейчас, спустя 15-30 лет, в основных пищевых продуктах содержание свинца регламентировано на уровне от 0,1 до 0,5 мг/кг. Тем не менее, свинец неизменно присутствует в окружающей среде и в организм взрослого человека ежедневно может поступать 0,05 — 0,15 мг этого токсиканта с питьевой водой, 0,2 мг свинца с пищей и 0,05 мг свинца из выхлопов автомобильных газов. Около одной восьмой этого количества отлагается в костях в виде фосфата свинца [83].

Кодексным комитетом объединенной комиссии ВОЗ установлен допустимый еженедельный прием свинца для взрослого человека составляет 3 мг. Это основано на данных о токсичности для взрослых людей и на предположении, что поглощается только 10% принятого с пищей свинца (установленная величина не относится к грудным и маленьким детям). Таким образом, допустимая среднесуточная доза составляет около 0,007 мг/кг массы тела [84].

Однако концентрация свинца в самом продукте не является основным фактором поступления этого металла в организм человека, установлено, что около 20% свинца в ежедневном рационе людей (кроме детей до 1 года) приходится на консервированную продукцию [85]. Свинец как контаминант пищевых продуктов занимает лидирующие позиции [86, 87, 88, 89, 90]. В работе [86] проводилось исследование по установлению степени контаминированности продуктов токсичными элементами в течение 4 лет

(2008-2012) на территории Республики Татарстан, где свинец был обнаружен в 81,3% исследованных образцов. По типу продуктов: 1-е место заняли масличное сырье и жировые продукты (0,10367 мг/кг), 2-е место – зерно (семена), мукомольно-крупяные и хлебобулочные изделия (0,10274 мг/кг), 3-е место – рыба и нерыбные объекты промысла (0,06636 мг/кг) [86]. В исследовании азербайджанских авторов [87] применен другой подход к оценке содержания ТМ в продуктах питания и перспективного риска, был рассчитан коэффициент опасности каждого контаминанта и предпринята попытка подсчета дозы потребления ТМ.

В работе Боковой Т.И. [73] проведено комплексное исследование изменения концентрации свинца в мышечной и костной ткани на фоне свинцовой интоксикации при применении различных детоксикантов. Предложен ряд препаратов для уменьшения концентрации свинца в организме, в том числе, как ранее известные препараты, содержащие гуминовые кислоты, так и новые, на основе полисахаридов. Работы в области сорбционных свойств полисахаридов ведутся и другими учеными [91].

1.5. Пределы физиологического (нормального) содержания свинца в волосах человека

Анализ волос является одним из наиболее пригодных для целей массовых, скрининговых исследований состояния элементного баланса на популяционном и индивидуальном уровнях [92, 93, 94, 95, 96]. В тоже время во многих странах не существует официально принятых нормативных концентраций химических элементов в волосах человека. Полученные эмпирическим путем нормативы, используемые различными исследователями, в ряде случаев существенно различаются [92, 96, 97]. В результате анализа большого числа литературных источников была составлена таблица среднего содержания свинца в волосах населения разных регионов России (табл.1.1).

Из таблицы видно, что различные регионы характеризуются различным уровнем антропогенной нагрузки [98] и геохимической обстановкой [99, 100], следовательно, то, что будет нормой для одного региона, не будет являться ее для другого. В связи с этим для нахождения пределов физиологического содержания макро- и микроэлементов в волосах человека ряд авторов [90, 93, 98, 105] предлагают использовать центиль. Этот показатель отражает содержание жизненно необходимых и токсичных элементов в биосубстрате человека.

Таблица 1.1.

Среднее содержания свинца в волосах у населения различных регионов России

Источник данных, регион проживания	Pb, мкг/г
Оренбургская область, дети (n = 2253) [101]	1,44± 0,05
Ревич Б.А., дети [102]	3,58± 0,34
Нормативные данные, дети [102]	4,33± 0,80
Рекомендуемые уровни микроэлементов [103, 104, 105]	0,1-5,0
Женщины (n=28) г. Томска [103]	2,13 ± 0,43
Женщины (n=5211) в 30 городах в различных регионах России [103]	1,50 ± 0,11
Женщины (n=241) Сибирского региона[103]	1,23 ± 0,32
Мужчины (n=19) г. Томска[103]	1,92 ± 0,32
Мужчины (n=1714) в 12 городах России [103]	1,97 ± 0,16
Мужчины (n=136) Новосибирска, Иркутска [103]	1,62 ± 0,12
Мужчины и женщины (n=6925) в 42 городах в различных регионах России [103]	1,63 ± 0,10
Нечерноземье (n=136) [106]	3,58
Центральное Черноземье (n=37) [106]	7,24
Закавказский(горно-долинный) (n=17) [106]	4,0
Крым (n=27) [106]	4,8
Владивосток (n=34) [106]	8,8
Тува, мальчики (n=22)[107]	1,89± 0,54
Тува, Девочки (n=48) [107]	1,77± 0,27

Иркутск, мальчики (n=32) [107]	1,99± 0,49
Иркутск, Девочки (n=39) [107]	1,23± 0,43
Уфа, девочки (n=44) [107]	1,82± 0,21
Санкт-Петербург, мальчики (n=26) [107]	1,34± 0,27
Санкт-Петербург, Девочки (n=38) [107]	0,73± 0,17
Курск, дети [108]	4–6

Лабораторией АНО "Центр Биотической Медицины" (А.В. Скальный) в период с 1997 по 2001 год были проведены аналитические исследования элементного состава волос 21051 жителя г. Москвы [92] методом атомной эмиссионной спектрометрии с индукционно связанной аргоновой плазмой (АЭС-ИСП) на приборе ICAP-9000. В образцах волос определялась концентрация Ca, Mg, P, Fe, Zn и Cu. В результате проведенных исследований были установлены границы стандартных центильных интервалов, принятых при массовых обследованиях населения. В 2003 году этими же авторами были проведены исследования элементного состава волос (в общей сложности 5220 образцов), полученных в основном у жителей различных регионов России, Украины, Литвы, Хорватии и Македонии на спектрометре Optima2000DV [96]. Полученные референтные значения концентрации химических элементов в волосах представлены в приложении 1, таблице 1. В качестве стандартного образца использовался сертифицированный стандартный образец волос человека GBW 09101 "Human hair", выпущенный Шанхайским институтом ядерных исследований.

Согласно литературным источникам [92, 93, 95, 96] интервал от 25 до 75 центиля соответствует средним значениям концентрации данного химического элемента в популяции, и именно эти значения могут быть приняты в качестве верхней и нижней границ физиологической нормы, а к биологически допустимые уровни (БДУ) - 80% (от 10 до 90 центиля).

В отношении организма человека для токсичных элементов определены не только 25-75% центильные нормы, а также и БДУ. К биологи-

чески допустимым границам могут быть отнесены 80% значений концентраций (от 10 до 90% центиля). С учетом этого, в результате анализа литературных источников [109, 110, 111, 112] обнаружено, что предлагаются неоднозначные интервалы БДУ содержания свинца в волосах: взрослое население – 0,0-6,0 мкг/г, детское – 0,0-5,0 мкг/г).

1.6. Экологическая характеристика г. Тюмени

Город Тюмень – областной центр одной из самых обширных и богатейших по природным ресурсам областей России [113]. В рейтинге российских городов по экологическому управлению за 2015 г. Тюмень занимает 55 место из 55 возможных [114]. На территории города выделяют 4 административных округа: Калининский, Центральный, Ленинский и Восточный (рис. 1.1,б).

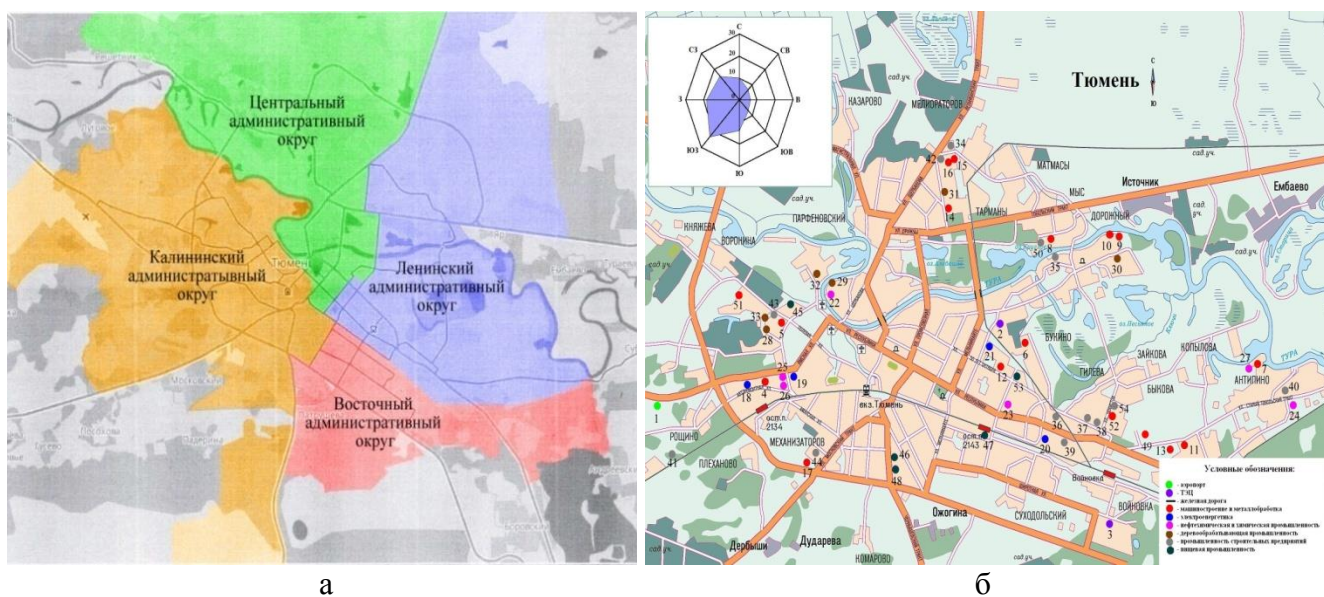


Рис. 1.1. Административные округа (а) и схема размещения предприятий (б) г. Тюмень

Город Тюмень по характеру техногенного загрязнения в настоящее время относится к типу городов, для которых уровень антропогенной нагрузки определяется, в основном, выбросами автотранспорта, которые составляют более 80% валовых выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу города. Линейная структура, неразвитость поперечных направлений, искусственные и естественные преграды, непланомерное развитие города, бессистемное решение транспортных проблем привели к тому, что транспортные магистрали в условиях

интенсивной автомобилизации населения не соответствуют потребностям горожан. Километровые заторы наблюдаются на главных магистралях города (ул. Мориса Тореза, Республики, Герцена, Ленина, Холодильная, 50 лет октября, Ямская, Профсоюзная); экологическая обстановка вдоль таких магистралей опасна для здоровья жителей [115].

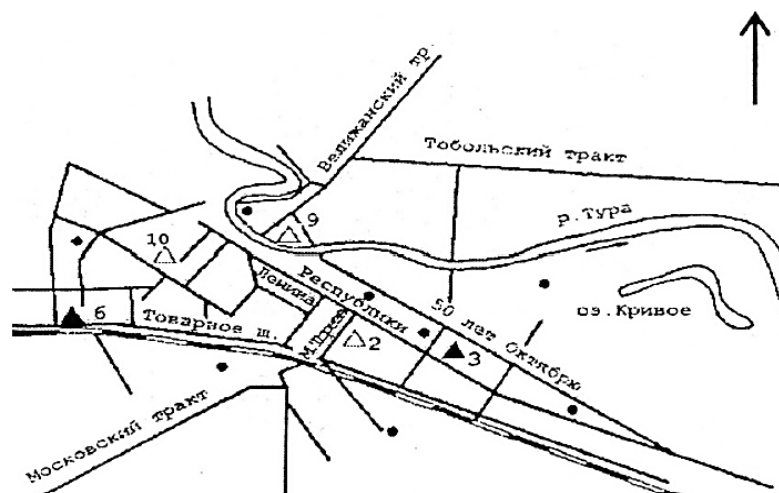


Рис. 1.2. Карта стационарных постов наблюдений в Тюмени [41].

Контроль качества воздушной среды в городе Тюмени осуществляется тремя независимыми организациями: 1) стационарными постами контроля общегосударственной системы наблюдений Тюменского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; 2) ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тюменской области»; 3) передвижной лабораторией МУ «ЛесПаркХоз». Выбор места расположения стационарных постов при организации наблюдений за загрязнением атмосферы в городе осуществлялся органами гидрометеорологической службы в 1967-2004 гг. в соответствии с требованиями нормативных документов [116, 117] (рис. 1.2).

Таблица 1.2.

Характеристики стационарных постов наблюдения г. Тюмень [41, 118].

Тип поста	Номер	Адрес расположения	Контролируемые загрязняющие вещества
автомобильные	2	ул. М. Тореза, 3	взвешенные вещества, сернистый ангидрид, оксид углерода, диоксид азота, сажа, оксид азота, формальдегид
	6	ул. Белинского, 22	взвешенные вещества, сернистый ангидрид, оксид углерода, диоксид азота, сажа, фенол,

			бенз(а)пирен, железо, кадмий, магний, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк
промышленные	9	ул. Луговая, 31	взвешенные вещества, сернистый ангидрид, оксид углерода, диоксид азота, сажа, фенол, формальдегид
	10	ул. Луначарского, 26	
городской фоновый	3	ул. Котовского, 54	взвешенные вещества, сернистый ангидрид, оксид углерода, диоксид азота, сажа, формальдегид, бенз(а)пирен

В соответствии с функциональным зонированием в настоящее время город Тюмень имеет 5 стационарных постов наблюдения, которые делятся условным образом (табл.1.2)

По постановлению Администрации города Тюмени от 20 января 2011 г. №3-пк «Об утверждении местных нормативов градостроительного проектирования города Тюмени» [119] удельный вес озелененных территорий в пределах застройки города должен быть не менее 40. В муниципальном округе г. Тюмень площадь озелененных территорий составляет 25 тысяч га [120]. При смешанной застройке, когда промышленные предприятия соседствуют с жилыми кварталами, полумиллионный город должен иметь на каждого жителя 31,4 м² зеленых насаждений [113], однако данное требование ген.плана на деле не соблюдается.

В Тюмени ежегодно от различных заболеваний умирает примерно 6000 чел.; по статистике 30% всех заболеваний связано с экологическим неблагополучием [122120].

В 2014 году был проведен анализ основных видов экономической и другой деятельности, оказывающей влияние на атмосферный воздух, на территории России с целью выявить в рамках каждого из федеральных округов и субъектов Российской Федерации города с наибольшим уровнем загрязнения воздуха [11]. Установлено, что для Тюменской области преобладающими источниками распространения ксенобиотиков являются следующие виды деятельности: автотранспорт; производство и распределение электроэнергии, газа и воды; добыча нефти и газа;

транспортирование по трубопроводам нефти и газа. Городом с самой «грязной» атмосферой в области была признана Тюмень, что закономерно, т.к. на территории города расположено больше 200 крупных предприятий, которые представляют 12 отраслей промышленности. Степень их экологического участия в общей экологической ситуации зависит от уровня технологии и степени очистки выбросов в атмосферу. География расположения предприятий показывает, что нет в городе территории, которая была бы удалена от промышленных зон на достаточно безопасное расстояние [113]. В то же время отдельные районы города не подвергаются одновременно суммарному воздействию всех промышленных предприятий, как если это случилось бы при концентрации всех производственных узлов на какой-либо одной территории.

К категории техногенных источников, воздействующих на все компоненты городской среды, отнесены, главным образом, предприятия машиностроения, металлообработки и строительного комплекса. Совместная доля предприятий этих отраслей промышленности в Тюмени составляет более 60% всех источников загрязнения городской среды [115]. К таким предприятиям относятся: машиностроительный завод, станкостроительный завод, ТССРЗ судостроительный завод, «Тюменские Моторостроители», ОАО «Тюменский аккумуляторный завод», Завод бетонных изделий, Тюменский ЖБИ, Завод БКУ. В группу предприятий пищевой, лесной и деревообрабатывающей промышленности входят: Тюменский фанерный завод, ДОК «Красный Октябрь», ОАО Заречье, Тюменская Мебельная Компания, Тюменский комбинат хлебопродуктов, Тюменский хлебокомбинат, Тюменьмолоко, БКК и Ко. Особые группы экологически опасных предприятий занимают предприятия энергетики: ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 и транспорта: аэропорт Рошино, Тюменская станция Свердловского отделения ОАО «Российские железные дороги» и т.д. Городские теплоэлектроцентрали ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 являются крупнейшими в городе

источниками загрязнения, большая часть выбросов которых поступает в атмосферу без очистки.

По данным Тюменьстата в 2014 году в Тюменской области число предприятий и организаций, загрязняющих атмосферу, возросло с 1082 до 1195, источников выбросов - с 17156 до 22354 (рис. 4) [121, 122]. Приведенные данные свидетельствуют о росте антропогенной нагрузки на атмосферу города, а значит, возможность негативного воздействия данного фактора на здоровье населения возрастает.

Таким образом, анализ литературных источников позволил сделать следующее заключение:

1. Согласно современным представлениям, биогеохимические факторы оказывают влияние на нормальную жизнедеятельность человека.
2. Состояние здоровья населения – один из показателей, отражающих изменение качества окружающей среды.
3. Развитие большого числа промышленных комплексов играет определяющую роль в загрязнении окружающей среды химическими компонентами крупных мегаполисов, где одними из основных загрязнителей выступают ТМ.
4. Экомониторинг с использованием химических методов анализа отдельных объектов окружающей среды не позволяет оценить истинную опасность загрязнителей, характер и степень воздействия на человеческий организм. Чтобы прогнозировать последствия такого влияния предлагается использовать комплексные методы, в т.ч. основанные на использовании биоиндикаторов (включая человека), чутко реагирующих на изменение микроэлементного состава окружающей среды.

Актуальность обсуждаемых проблем, особенно для обеспечения экологической безопасности населения, недостаточное освещение данных вопросов в современной литературе явились побудительным моментом в планировании и выполнении данного исследования.

ГЛАВА II. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Отбор и подготовка проб к анализу

2.1.1. Снежный покров

Отбор проб. Для отбора снега используются следующие вспомогательные устройства и материалы: снегомер, снегомерная рейка, полиэтиленовые пакеты вместимостью 10-12 куб. дм. [117]. Пробы отбирались *весовым снегомером ВС-43* (рис. 2.1). Отобранные пробы растапливаются при комнатной температуре и переливаются чистые пластиковые бутылки, на которые наносится маркировка пробы.

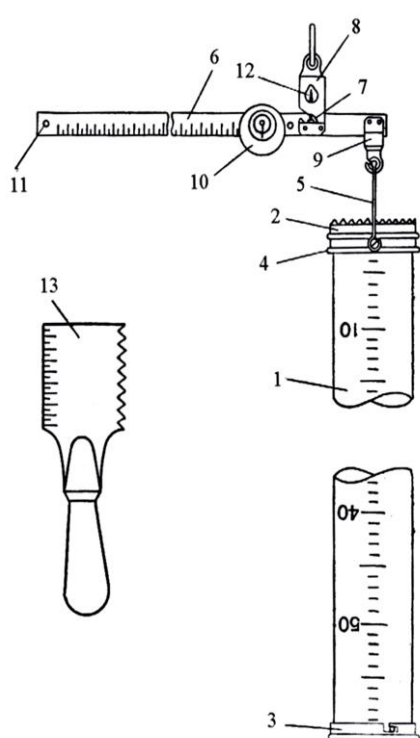


Рис. 2.1. Весовой снегомер

Пробоподготовка проб снега.

Предварительная обработка проб снега заключается в фильтровании, после чего отфильтрованная талая вода (фильтрат) и взвешенное вещество на фильтрах подвергаются дальнейшей обработке и анализу [117].

Подготовка бумажных фильтров.

Бумажные обеззоленные фильтры «синяя лента», складывают, помещают в воронки и промывают 100-150 см³ дистиллированной воды, высушивают при 105 °С до постоянной массы.

Пробоподготовка твердой фазы снега. Полученный осадок, после фильтрования талой воды, вместе с фильтром (синяя лента) высушивают при температуре 105⁰С. Осадок с фильтром озоляют при 550 °С в муфельной печи в течение 2-3 часов до постоянной массы. К озоленной пробе добавляют 10 см³ 10%-азотной кислоты (о.с.ч.), переносят в мерную колбу вместимостью 50 см³ и доводят бидистиллированной водой до метки.

2.1.2. Волосы

Отбор проб. Волосы состригаются с затылочной части головы на всю длину в количестве не менее 0,1 г, (желательно не менее 0,5 г для исключения ошибок при определении концентрации элементов, в связи с их низкой концентрацией). Для снятия поверхностного загрязнения и обезжиривания волос применяется способ подготовки проб волос, рекомендованный МАГАТЭ [123]. Для этого волосы обрабатывают ацетоном в течение 10 - 15 мин., а затем три раза промывают бидистиллированной водой. Сушка волос производится при комнатной температуре в течение 10 - 15 мин.

Пробоподготовка. Разложение проб биосубстратов проводят методом сухого озоления.

Сухое озоление. На аналитических весах берут навеску образца массой 0,10 - 1,00 г. Навеску помещают в тигель и помещают в муфельную печь, выдерживают в течение 3-4 часов при температуре 550 °С до полного озоления. К озоленной пробе добавляют 5,0 см³ концентрированной азотной кислоты (о.с.ч.) и переносят в мерную колбу вместимостью 50 см³, троекратно смывая со стенок тигля, доводят бидистиллированной водой до метки. Герметично закрывают защитной лабораторной пленкой, перемешивают и анализируют.

2.1.3. Лишайники

Отбор проб. Деревья, для исследования лишайников, выбирались без видимых повреждений, примерно одного диаметра и высоты, растущие в одинаковых условиях. Выбор дерева осуществляли случайно, не имея сведений о наличии и обилии на нем лишайников – эпифитов [124]. Для изучения химического состава учитывались фоновые виды эпифитных лишайников и кора деревьев-форофитов. В биомассе лишайников и коры определяли содержание ТМ.

Пробоподготовка. Общепринятой камеральной обработке подвергались собранные образцы. На аналитических весах брали навеску

очищенного образца и помещали ее в тигель. Тигель помещался в сушильный шкаф, где для доведения до постоянной массы образец высушивался при температуре 105°C. Затем озоляли при температуре 550°C в муфельной печи, после чего золу растворяли в 5 мл 10% азотной кислот, переносили в мерную колбу вместимостью 50 см³, трехкратно смывая со стенок тигля, доводили бидистиллированной водой до метки. Герметично закрывали, перемешивали и анализировали.

2.2. Аппаратура

Для определения свинца в образцах волос и жидкой фазы снега был использован атомно-абсорбционный спектрофотометр ContrAA700 в режиме термической атомизации (рис.2.2.). Для определения свинца в образцах твердой фазы снега и лишайников ААС ContrAA700 использовался в режиме пламенной атомизации.



Рис. 2.2. Атомно-абсорбционный спектрофотометр ContrAA700

Сочетание в приборе ContrAA700 режима пламенной и электротермической атомизации позволяет проводить определения в более широком диапазоне концентраций, наличие ксеноновой лампы - многоэлементный анализ.

2.3. Приготовление растворов

Для приготовления всех растворов используется бидистиллированная вода.

2.3.1. Приготовление рабочего и калибровочных растворов свинца для измерений в режиме пламенной атомизации.

Рабочие растворы кальция, магния, железа, меди, цинка, кадмия, свинца с концентрацией 100 мг/дм³ готовят из основных растворов ГСО. Ампулу основного раствора ГСО с концентрацией элемента 1 мг/см³ вскрывают, отбирают 5 см³, помещают в колбу вместимостью 50 см³ и доводят до метки 1М азотной кислотой. Полученный раствор с концентрацией элемента 100 мг/дм³ используют для приготовления калибровочных растворов, добавлением к указанным в таблице 2.1 количествам рабочего раствора 1М азотной кислоты, доводят объем растворов до 50 см³.

Таблица 2.1.

Приготовление калибровочных растворов

Металл	Количество рабочего раствора, см ³			
	Концентрация калибровочного раствора, мг/дм ³			
Свинец	0,10	0,25	0,50	1,00
	0,2	0,5	1,0	2,0

2.3.2. Приготовление рабочего и калибровочных растворов свинца для измерений в режиме термической атомизации.

Рабочие растворы элементов с концентрацией 1,0 мг/ дм³ готовят из ГСО. Из ампулы отбирают 5 см³ стандартного раствора, помещают в мерную колбу вместимостью 50 см³ и доводят до метки 1М азотной кислотой. Из полученного раствора с концентрацией элемента 100 мг/дм³ отбирают 0,5 см³, помещают в мерную колбу вместимостью 50 см³ и доводят до метки 1М азотной кислотой. Полученный раствор с концентрацией элемента 1,0 мг/ дм³ используют для приготовления калибровочных растворов, добавлением к указанным в таблице 2.2 количествам рабочего раствора 1М азотной кислоты, доводят объем растворов до 50 см³. Калибровочные растворы готовят в день проведения анализа.

Приготовление калибровочных растворов

Металл	Количество рабочий раствора, см ³		
	Концентрация калибровочного раствора, мкг/дм ³		
Свинец	1,0	2,0	4,0
	20	40	80

Примечание* - калибровочный раствор с данной концентрацией готовился автоматически с помощью прибора.

Градуировочные графики строят в координатах зависимости оптической плотности (абсорбции) (D) от концентрации калибровочного раствора (C).

2.4. Методики анализа

2.4.1. Методика определение содержания взвешенных частиц и общего содержания примесей в снеге (на основе ПНД Ф 14.1:2. 110-97)[125].

Гравиметрический метод определения взвешенных веществ основан на выделении их из пробы фильтрованием воды бумажный фильтр «синяя лента» и взвешивании осадка на фильтре после высушивания его до постоянной массы.

Общее содержание примесей в анализируемой пробе воды C_x (мг/дм³), рассчитывают по формуле:

$$C_x = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 1000}{V},$$

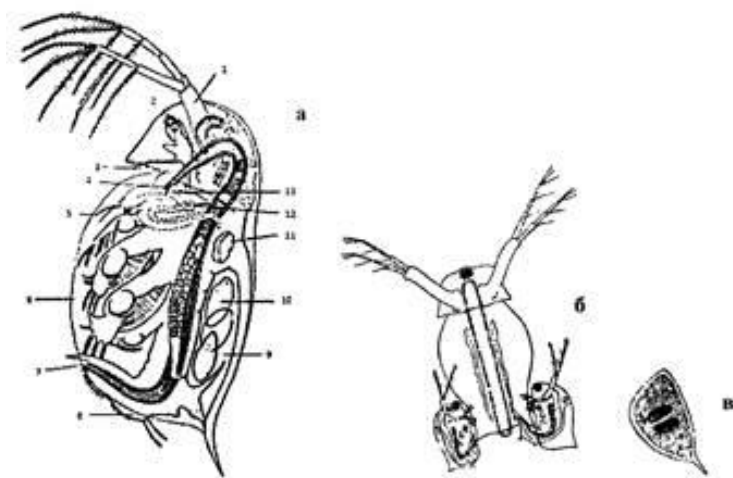
где m_1 - масса тигля, г; m_2 - масса тигля с высушенным остатком, г; V - объем пробы воды, взятый для упаривания, см³.

2.4.2 Методика биотестирования проб талой снеговой воды с использованием *Daphnia Magnia Stratus* (на основе ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12-06 16.1:2:2.3:3.9-06) [126].

Daphnia magna Straus (далее Дафнии) (рис. 2.3) - один из стандартных объектов для тестирования токсичности водных растворов химических соединений, применяемых в исследовании загрязнений водной среды. Вследствие того, что у дафний плохие системы выведения, они хорошо накапливают токсины, соответственно высокочувствительны к присутствию

в воде загрязнителей. Водные организмы высоко чувствительны к загрязнениям, а также не требуют трудоемких условий в содержании.

Методика основана на определении смертности тест-объекта при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой пробе, по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих токсических веществ (далее контроль). Острое токсическое действие исследуемого объекта устанавливается по их смертности за определенный период экспозиции. Критерием острой токсичности служит гибель более 50% дафний за 48 часов в исследуемой пробе, при условии, что в контрольной пробе рачки сохраняют жизнеспособность. Количество живых и мертвых дафний определяется методом прямого счета. Неподвижные особи считаются погибшими, если не начинают двигаться в течение 15 сек после легкого покачивания пробирки.



а - самка: 1 - антенна, 2 - сложный глаз, 3 - антеннула, 4 - глотка, 5 - грудные ножки, 6 - створки панциря, 7 - каудальные когти, 8 - постабдомен, 9 - выводковая камера, 10 - партеногенетические яйца, 11 - сердце, 12 - кишечник, 13 - печеночные выросты; **б** - самка с самцами (копуляция); **в** - внешний вид эффипиума [126]

Рис. 2.3. Строение *Daphnia magna* Straus

Биотестирование проводится в нормальных лабораторных условиях (температура 17-27°C, атмосферное давление 630-800 мм рт.ст.). Температура в климатостате Р2, где разводят дафний для биотестирования составляет 19-21°C, освещенность составляет 1200-2500 лк при фотопериоде 12/12 часов.

Биотестирование проводят в специальных стеклянных пробирках объемом 100 мл, которые заполняются 50 мл исследуемой пробы. В них

помещают 10 дафний возрастом 6-24 часа, которых отлавливают из емкостей, в которых хранится синхронизированная культура. Пробирки с пробами воды и тест-организмами помещаются в устройство для экспонирования рачков УЭР-03. Благодаря вращению кассеты происходит непрерывная и одинаковая аэрация проб. Методика основана на определении смертности дафний при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой пробе. Острое токсическое действие исследуемого объекта устанавливается по их смертности за определенный период экспозиции. Критерием острой токсичности служит гибель более 50% дафний за 48 часов в исследуемой пробе, при условии, что в контрольной пробе рачки сохраняют жизнеспособность. Количество живых и мертвых дафний определяется методом прямого счета.

2.4.3. Методика определения свинца в пробах снега, лишайников и волос на ААС «Contr AA-700» в режиме пламенной и электротермической атомизации

Анализ элементного состава волос проводили методом атомно-абсорбционной спектрометрии в соответствии с Руководством по эксплуатации ААС «Contr AA-700».

Калибровочные растворы в порядке возрастания в них концентрации анализируемого элемента, а также полученные пробы размещают в автосемплер, запускают программу и проводят анализ.

2.5. Внутренний оперативный контроль качества проводимых измерений

Контроль повторяемости результатов. Для оценки повторяемости результатов анализа было проанализировано 5 параллельных проб снеговой воды на содержание свинца. Результаты статистической обработки по оценке повторяемости представлены в Приложение 2 табл.1. Значение предела повторяемости (относительное значение допускаемого расхождения между двумя результатами параллельных измерений), характеризуемое

относительным стандартным отклонением от среднего значения (S_r), для свинца, не превышает 10 %.

Для оценки повторяемости метода анализа волос было проанализировано 5 проб одного из образцов в условиях повторяемости. Результаты статистической обработки по оценке повторяемости представлены в Приложение 2, табл.2. Значение предела повторяемости, характеризуемое относительным стандартным отклонением от среднего значения (S_r), для свинца не превышает 10 %,

Контроль воспроизводимости. Для оценки воспроизводимости результатов анализа снеговой воды проведен повторный анализ тех же проб в другое время. Результаты статистической обработки по оценке воспроизводимости представлены в Приложении 2, табл.3. Относительное стандартное отклонение от среднего значения (S_k) не превышает 20%.

Для оценки воспроизводимости метода анализа волосяного покрова было проанализировано по 5 проб в разное время. Результаты статистической обработки по оценке воспроизводимости представлены в приложении 2, табл.4. Значение предела воспроизводимости, характеризуемое относительным стандартным отклонением от среднего значения (S_k) для Pb не превышает 20%

Контроль правильности (точности) анализа с использованием метода добавок. Для оценки точности определения был использован метод добавок. Сущность метода заключается в том, что сначала определяют содержание элемента (иона) в анализируемой пробе. Затем в данную пробу вносят точный объем стандартного образца, содержащего определяемое вещество, в количестве, составляющем 50-150% от найденного в пробе. Этим же методом определяют содержание элемента в пробе с добавкой. Для определения содержания свинца в пробе с добавкой и без нее было отобрано 5-6 разных образцов снеговой воды и волосного покрова. Результаты метрологических характеристик контроля правильности элементного анализа представлены в Приложении 2, табл.5. и табл. 6.

Оперативный контроль процедуры анализа проводят путем сравнения результата отдельно взятой контрольной процедуры K_k с нормативом контроля K .

$$K_k \leq K$$

Как видно из приложения 2, условие $K_k \leq K$ выполняется для всех типов проб.

Таким образом, проведя контроль повторяемости, воспроизводимости и правильности используемого метода анализа, полученные нами результаты и погрешности, не превышают регламентируемой погрешности, прописанной в используемом нами методе анализа, поэтому предложенная.

2.6. Методы интегральной оценки и статистической обработки результатов

При обработке полученных данных определяют значения относительного стандартного отклонения и доверительного интервала измеряемой величины при доверительной вероятности 0,95, чтобы оценить величину случайной погрешности.

Для характеристики рассеяния результатов в выборочной совокупности используется относительное стандартное отклонение S_r :

$$S_r = \frac{S_x}{\bar{x}}$$

где S_x – стандартное отклонение и рассчитывается по формуле:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}},$$

где n - число измерений.

Доверительный интервал $E_{\alpha, k}$ – это интервал значений измеряемой величины, в который, при имеющейся выборке в n результатов с заданной вероятностью, попадают результаты химического анализа.

Доверительный интервал $E_{\alpha, k}$ рассчитывают по формуле:

$$E_{\alpha, k} = \frac{t_{\alpha, k} \cdot S_x}{\sqrt{n}}$$

где $t_{\alpha, k}$ – коэффициент нормальных отклонений (коэффициент Стьюдента), где α – доверительная вероятность, K – число степеней свободы.

В общем случае граница доверительного интервала при выбранной доверительной вероятности выражается неравенством: $\bar{x} \pm E_{\alpha}$.

Резкие переходы между результатами разных лет заставляют искать другой подход к описанию больших выборок данных с разными порядками. Одним из таких способов является статистическая обработка с помощью медианных значений, позволяющих видеть реальное «среднее» значение концентраций за каждый год, а не среднее между максимумом и минимумом. Другой способ оценки – переход от абсолютных значений к относительным, например, расчет коэффициента концентрации (K_c), использование которого позволяет исключить влияние различий во времени и условиях накопления снега, что позволяет сравнивать результаты разных лет между собой. Коэффициент концентрации (K_c) представляет собой отношение концентрации определяемого элемента в исследуемых пробах к фоновой концентрации.

Трактовка результатов анализа биосред представляет определенные трудности, в связи с тем, что геохимическая ситуация в различных регионах страны значительно отличается, как и уровень антропогенной нагрузки на окружающую среду и человека. Поэтому концентрация какого-либо элемента в организмах также не будет постоянной величиной и обычные способы описания результатов химического анализа (среднее арифметическое, стандартная ошибка, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии и т.д.) не будут являться адекватными и достаточными.

Предлагаются различные способы статистической обработки результатов элементного анализа волос и интегральной оценки влияния экологической и геохимической ситуации в регионах на микроэлементный статус человека и его здоровье. К числу таких методов можно отнести:

- центильный (персентильный) анализ [90, 92, 96, 97, 98], отражающего содержание жизненно необходимых и токсичных элементов в рассматриваемом биосубстрате человека, который учитывает особенности антропогенной нагрузки отдельного региона и особенности накопления поллютанта данным субстратом;
- анализ рисков развития элементоза
- картографическая обработка

2.7. Картографическая обработка результатов

Установить характер *распределения загрязнений* разного типа по территории основные источники загрязнений позволяет использование программного обеспечения (построение картосхем распределения исследованных показателей производилось с использованием моделирующей программы Surfer 8.0 на основе карты с сайта www.geomap.ru).

ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Описание исследуемых объектов

Снег. В пределах города отбор проб снега производился на участках с ненарушенным снежным покровом у промышленных предприятий, тепловых электростанций и т.п., в жилых кварталах города, парках, скверах, садах, у транспортных магистралей (не ближе 50 м). Работы по отбору проб выполнялись с использованием методических рекомендаций [117]. Определение параметров загрязнения производилось путем анализа одной сборной пробы. Ее получают отбором нескольких частных проб в одной точке отбора снежного покрова. В качестве фоновой точки был выбран участок, расположенный в лесном массиве (участок, расположенный на расстоянии 24 км от города по Ирбитскому тракту). Данный участок испытывает минимальное антропогенное воздействие. Концентрации химических элементов в этой точке были приняты в качестве фоновых концентраций для территории города.

В зимние периоды 2012-2013 и 2013-2014 гг. с территории города было отобрано 50 проб (рис. 3.1). В 2014-2015 гг. количество проб было увеличено до 90 (рис. 3.2) для повышения репрезентативности получаемых результатов и захвата прилегающих территорий, для оценки возможного воздействия эоловых переносов. Отобранные пробы фильтровали и определяли содержание пылевой компоненты, а затем проводилось отдельное определение содержания свинца в жидкой и твердой фазе снега методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Волосы. Для оценки воздействия состояния окружающей среды на минеральный статус людей было отобрано 49 образцов волос жителей г. Тюмени, проживающих в разных районах города (рис.3.3). Характеристика проб биосубстратов приведена в Приложении 3. Образцы волос были переведены в раствор (п. 2.1.2), который анализировался на содержание свинца методом атомно-абсорбционной спектрометрии с термической атомизацией.

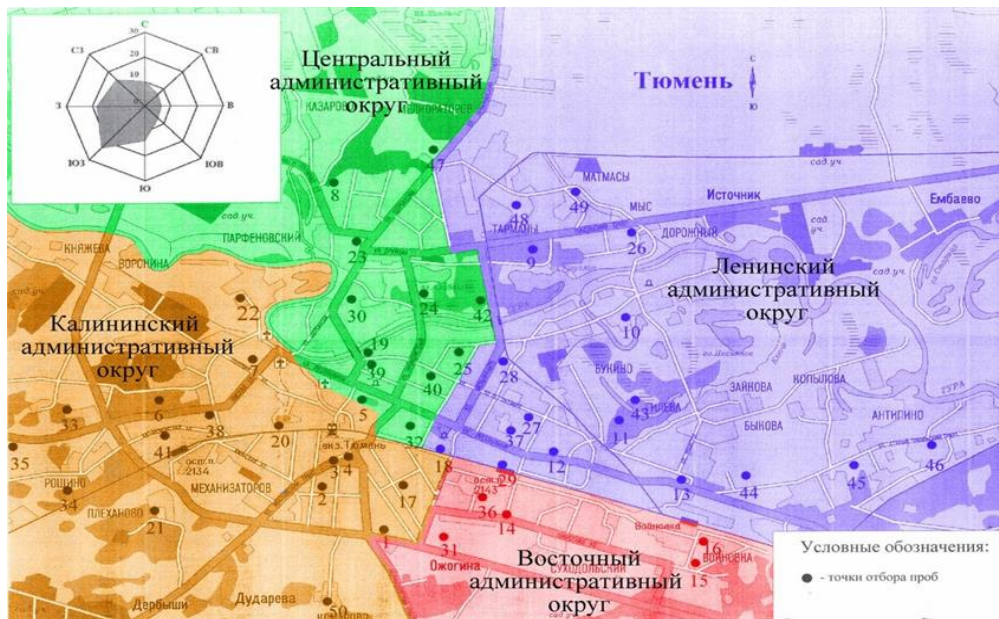


Рис. 3.1. Места отбора проб снега в 2012-2014 гг. (50 точек)

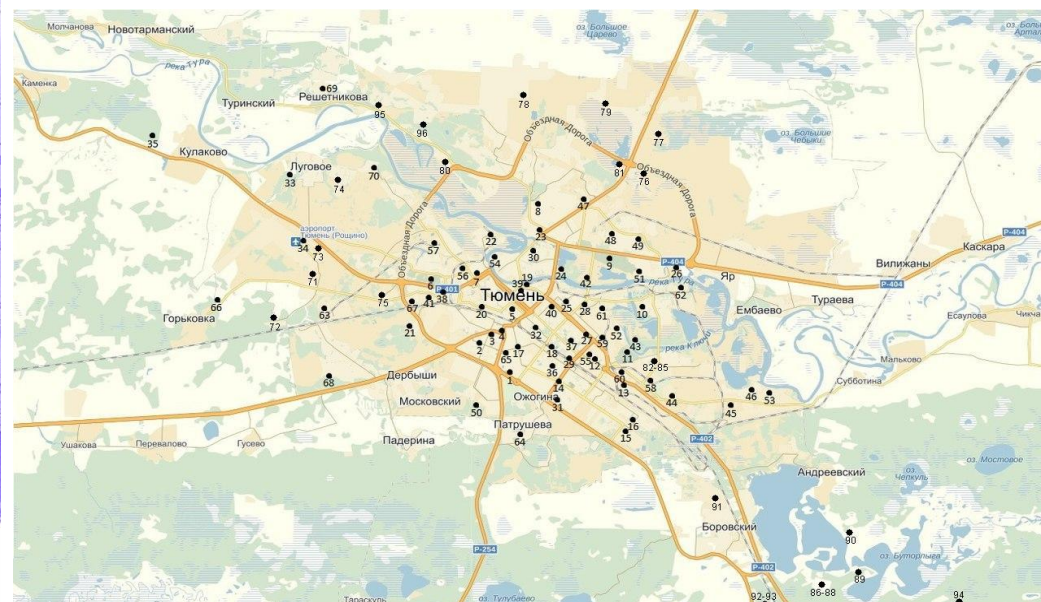


Рис. 3.2. Места отбора проб снега в 2015 гг. (90 точек)

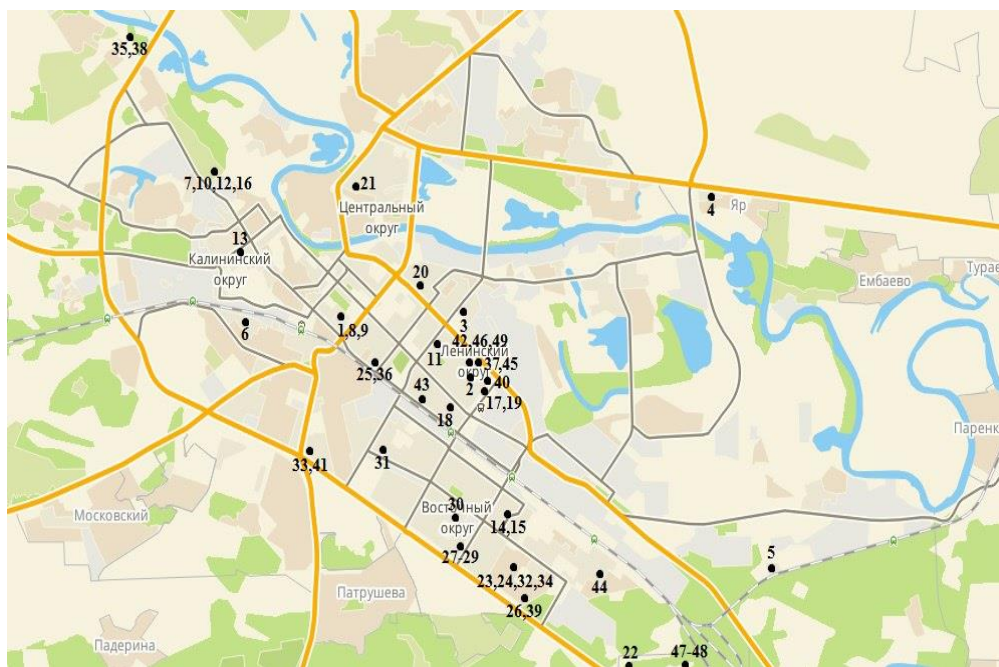


Рис. 3.3. Места отбора биоматериала (волос)



Рис. 3.4. Места отбора проб лишайников

Лишайники. Осенью 2015 года было отобрано 18 образцов эпифитных лишайников и 18 образцов коры (рис.3.4), на которых локализовался эпифит. Лихенофлористические работы и сбор биоматериала осуществляли на нескольких участках городской территории в Центральном и Ленинском АО с высоким уровнем заселения, активным движением пешеходов, интенсивным движением автотранспорта: 1 - сквер Борцов Революции (район ул. Республики, 9); 2 - Цветной бульвар; 3 - двор школы №25 (ул. Первомайская, 1; 4 - Александровский сад (район Профсоюзного моста через р.Тура); 5 - обочина автодороги, ул. Мельникайте (в районе пересечения с ул. Республики). Контрольными служили данные, полученные при обследовании участка леса, расположенного по ходу Червишевского тракта, в 30 км от г. Тюмени - 6.

Биосреды были подготовлены для анализа в соответствии с пунктом 2.1.3. Полученный раствор анализировался на содержание свинца методом атомно-абсорбционной спектрометрии с пламенной атомизацией.

ВЫВОДЫ

1. Большинство промышленных предприятий г.Тюмени и прилегающих территорий являются источниками загрязнения атмосферного воздуха пылеаэрозолями. Ореол распространения пылевых загрязнений в значительной степени зависит от скорости и направлении ветра.
2. При анализе снегового покрова для получения объективных данных в результате мониторинга необходимо отдельно анализировать твердую и жидкую фазы снега, чтобы установить формы миграции загрязнителей и определить приоритетные источники загрязнения и область их воздействия
3. Установлено, что свинец мигрирует в атмосфере преимущественно в твердой фазе и основными источниками его поступления являются предприятия машиностроения, металлообработки, строительный комплекс и транспорт
4. Центильный анализ содержания свинца в волосах позволил установить спиральность миграции этого токсиканта в организме в течение жизни; в целом к интоксикации женщины оказались наиболее склонны, чем респонденты мужского пола; по проживанию Калининский округ остается самым экологически не стабильным с точки зрения загрязнения свинцом.
5. Анализ рисков развития свинцового элементоза выявил, что наиболее уязвимыми возрастными группами являются возрастные типы: молодой (19-29 лет), средний (29-49 лет), по половому признаку склонностей установлено, по месту проживания самым опасным признан Калининский, самыми безопасными - Ленинский и Центральный округа, пригородные зоны занимают промежуточную позицию.
6. При оценке влияния аэрогенного пути поступления элементов в организм человека путем элементного анализа снежного покрова обнаружено соответствие между содержанием свинца в волосах и свинца в пылевой компоненте снега.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Таблица 1.

Центильные шкалы для оценки содержания химических элементов в волосах детей
разного возраста (мкг/г) [96]

Возраст	Центиль	Li	Mg	Na	Ni	P	Pb	Se	Zn
От 1 года до 18 лет n = 2100	25	0,00	18	75	0,15	118	0,76	0,65	94
	75	0,04	56	562	0,55	156	2,73	2,43	183
От 18 до 65 лет n = 2838	25	0,00	39	73	0,14	135	0,38	0,69	155
	75	0,02	137	331	0,53	181	1,40	2,20	206
От 65 лет n = 282	25	0,00	32	138	0,14	128	0,50	0,77	145
	75	0,04	113	739	0,51	160	1,67	2,51	196

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 1.

Оценка повторяемости определения

№пробы	Pb (мкг/г)		S _x	S _r ,%
18	3,56	3,99	0,31	8,1
19	4,10	3,65	0,32	8,3
20	7,82	7,56	0,19	2,4
21	7,13	6,68	0,32	4,6
23	7,11	8,25	0,80	10,5

Таблица 2.

Оценка воспроизводимости

№пробы	Pb (мкг/г)		S _x	S _r ,%
18	3,56	4,66	0,77	18,9
19	4,10	3,56	0,38	10,0
20	7,82	6,90	0,66	8,9
21	7,13	6,22	0,64	9,6
23	7,11	8,96	1,30	16,2

Таблица 3.

Метрологические характеристики контроля правильности элементного анализа

№ пробы	$\Delta_{n, X}^{1_{cp}^2}$	$\Delta_{n, X_{cp}}^2$	K _k	K
Pb, мкг/л				
68	0,5058	8,1453	0,7140	2,941
69	0,6184	7,0969	0,6120	2,777
71	1,0145	10,291	1,0040	3,362
72	0,5577	8,9760	1,2460	3,087
70	0,3309	6,6977	0,0640	2,651

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 1

Характеристика проб волосяного покрова

№ обр.	Возраст, лет	Пол	Адрес проживания	Время проживания, лет	Краш./ Не Краш.
1	23	ж	Орджоникидзе, 67	3	Не Краш.
2	20	м	Севастопольская, 15	20	Краш.
3	20	м	Харьковская, 65	10	Краш.
4	65	ж	Строителей, 16, п. Яр	5	Краш.
5	25	ж	Мкрн. Лесной	11	Краш.
6	8	м	Карла Маркса, 110	6	Не Краш.
7	46	ж	Мельзаводская, 4,	6	Краш.
8	21	ж	Орджоникидзе, 67	3	Не Краш.
9	40	м	Орджоникидзе, 67	6	Не Краш.
10	13	ж	Мельзаводская, 4	6	Не Краш.
11	23	ж	Ямская, 73	5	Краш.
12	46	м	Мельзаводская, 4	6	Не Краш.
13	24	м	Мельникайте, 93а,	3	Не Краш.
14	36	м	Моторостроителей	3	Не Краш.
15	33	ж	Моторостроителей	3	Не Краш.
16	47	м	Мельзаводская, 4	6	Не Краш.
17	47	ж	Пермякова, 10	45	Не Краш.
18	22	ж	Пермякова, 10	22	Не Краш.
19	21	ж	50 лет октября, 21а	3	Краш.
20	22	ж	Муравленко, 7	22	Краш.
21	21	ж	п. Винзили	21	Краш.
22	21	ж	Орджоникидзе, 7	21	Краш.
23	16	ж	ул. Народная, 35	8 лет	Не Краш.
24	40	ж	ул. Народная, 35	8 лет	Краш.
25	30	ж	ул. Холодильная, 138	8 лет	Краш.
26	16	м	ул. Зоологическая, 30	2,5 года	Не Краш.
27	16	ж	ул. Широтная, 138	16 лет	Не Краш.
28	7	м	ул. Широтная, 138	7 лет	Не Краш.
29	8	ж	ул. Широтная, 138	8 лет	Не Краш.
30	16	ж	ул. Широтная, 108	4 года	Не Краш.
31	16	ж	ул. Широтная, 17	16 лет	Не Краш.
32	18	ж	ул. Народная 35	4 года	Не Краш.
33	23	ж	ул.Чер-ий тракт 35	18 лет	Не Краш.
34	62	ж	ул. Народная, 35	9 лет	Краш.
35	59	ж	ул. Метелева 4	35 лет	Краш.
36	15	ж	ул. Холодильная, 138	6 лет	Не Краш.
37	16	ж	ул. 50 лет Октября 78	16 лет	Не Краш.
38	7	м	ул. Метелева 4	7 лет	Не Краш.
39	17	м	ул. Зоологическая, 30	2,5 года	Не Краш.
40	17	ж	ул. Текстильная 3	13	Краш.
41	54	ж	ул.Чер-ий тракт 35	15	Краш.
42	16	м	ул. Энергетиков 50	12	Не Краш.
43	16	м	ул. 50 лет ВЛКСМ 83	4,5 года	Не Краш.
44	59	ж	ул. Малая Боровская 38	7 лет	Не Краш.
45	17	ж	ул. Энергетиков 60	17	Не Краш.
46	15	м	ул. Энергетиков 53	15	Не Краш.
47	16	ж	ул.Водопроводная 32. Винзили	10 лет	Не Краш.
48	16	ж	ул.Водопроводная 32. Винзили	10 лет	Не Краш.
49	16	ж	ул. Энергетиков 53/1	13 лет	Краш.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Крестьянникова Е.В., Козлова В.В., Ларина Н.С., Ларин С.И. *Химико-экологическая оценка загрязнения свинцом атмосферы города Тюмени* // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Том 17, №5 С. 679-684
- 2) Крестьянникова Е.В., Самчук А.И., Загайнова Е.О. Лихеноиндикационный мониторинг атмосферного загрязнения города Тюмени // Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) «Тобольск научный-2016», Тобольск: ООО Принт-Экспресс, 2016, С. 124-127
- 3) Крестьянникова Е.В., Махмутова Э.Р., Чемакина И.С. *Оптимизация методик пробоподготовки волос для определения тяжелых металлов методом ААС* // Материалы XXI Международной экологической студенческой конференции «Экология России и сопредельных территорий», Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2016. С.263
- 4) Ларина Н.С., Ларин С.И., Крестьянникова Е.В. *Снег как индикатор аэрозольного загрязнения атмосферы урбанизированных территорий* // Тезисы докладов XVI Гляциологического симпозиума, Санкт-Петербург, 2016, С. 23.
- 5) Крестьянникова Е.В., Яхина Э.Д. Биотестирование как метод оценки качества атмосферного воздуха урбанизированной территории // Материалы II Международной школы-семинар для молодых исследователей, посвященной памяти профессора В.Б.Ильина «Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах-2016», Тюмень: ТюмГУ, 2016, С. 322-326
- 6) Крестьянникова Е.В., Ковалев Д.Ю., Химико-экологическая оценка загрязнения свинцом атмосферы г. Тюмень // Сборник рефератов работ дипломантов конкурса Регионального конкурса студенческих научных работ 2015 года, Тюмень: ТюмГНГУ, 2015, С. 147-148.
- 7) Ковалев Д.Ю., Крестьянникова Е.В. Оценка степени минерального загрязнения снежного покрова города Тюмень // Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) «Тобольск научный-2015», Тобольск: ТКНС УрО РАН, 2015, С. 85-88.
- 8) Миллер А.Р., Долгушин А.В., Крестьянникова Е.В. Особенности накопления тяжелых металлов в урбаноземах // Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) «Тобольск научный-2015», Тобольск: ТКНС УрО РАН, 2015, С. 88-90.
- 9) Крестьянникова Е.В., Козлова В.В. Химико-экологическая оценка загрязнения свинцом атмосферы города Тюмени в 2012–2015 гг. // Материалы XX Международной экологической студенческой конференции «Экология России и сопредельных территорий», Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2015. С.8
- 10) Миллер А.Р., Долгушин А.В., Крестьянникова Е.В. Особенности накопления и форма нахождения тяжелых металлов в городских почвах // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Почвы холодных областей: генезис, география, экология», Улан-Удэ: Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, 2015, С. 115-117.

- 11) Здоровье населения России: влияние окружающей среды в условиях изменяющегося климата / Под общ. ред. академика А.И. Григорьева; Российская академия наук. — М. : Наука, 2014. — 428 с.
- 12) Булат Е.С. Снежный покров Центральной Антарктиды (станция Восток) как идеальный природный планшет для сбора космической пыли: предварительные результаты по выявлению микрометеоритов типа углистых хондритов / Е.С. Булат [и др.] // Лед и снег. – 2012. - №4 (120).
- 13) Медведев А.Н., Медведева М.А. Процессы загрязнения в окружающей среде и их изучение // Учебное пособие, Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ. – 2009, 63 с.
- 14) Федеральный закон от 04.05.1999 N 96-ФЗ "Об охране атмосферного воздуха" (04 мая 1999 г.)
- 15) Калинин В.М. Мониторинг природных сред : учебное пособие / В.М. Калинин. – Тюмень : Изд-во ТюмГУ, 2007. – 208 с.
- 16) Сыныныс Б.И., Тянтова Е.Н., Мелехова О.П., Экологический риск, Москва Логос, 2005
- 17) Бояркина А. П. Аэрозоли в природных планшетах Сибири. / А. П. Бояркина, В. В. Байковский, Н. В. Васильев. – Томск : Изд-во Том. гос. ун-та, 1993. – 157 с.
- 18) Буштуева К.А., Парцеф Д.П., Беккер А.А., Ревич Б.А. Выбор зон наблюдений в крупных промышленных городах для выявления влияния атмосферных загрязнений на здоровье населения // Гиг. санитария, 1964. N 1. С. 4 - 6.
- 19) Василенко В.Н. Мониторинг загрязнения снежного покрова / В.Н. Василенко, И.М. Назаров, Ш.Д. Фридман. — Л.: Гидрометеиздат, 1985. — 181 с.
- 20) Зарина Л.М. Геоэкологический мониторинг. Система мониторинга окружающей среды [Электронный ресурс] / Л.М. Зарина. – Режим доступа : <http://geoecology.nethouse.ru/page/148314>
- 21) Котляков В.М. Снежный покров Антарктиды и его роль в современном оледенении материка / В.М. Котляков. - М. : Изд-во АН СССР, 1961. - 245 с.;
- Платонов Н.Г. Снежный покров и морской лед Арктики / Н.Г. Платонов, И.Н. Мордвинцев, И.В. Алпацкий // Экология северных территорий. Материалы международного Конгресса, Новосибирск, 17-20 января 2013 г. / Новосибирск: ЗАО ИПП «Офсет», 2012. – С. 121-124.
- 22) Котляков В.М. Снежный покров Земли и ледники / В.М. Котляков. - Л. Гидрометеиздат, 1968. - 479 с.;
- 23) Платонов Н.Г. Снежный покров и морской лед Арктики / Н.Г. Платонов, И.Н. Мордвинцев, И.В. Алпацкий // Экология северных территорий. Материалы международного Конгресса, Новосибирск, 17-20 января 2013 г. / Новосибирск: ЗАО ИПП «Офсет», 2012. – С. 121-124.
- 24) Голубев В.Н. Закономерности формирования стратиграфии снежного покрова / В.Н. Голубев, М.Н. Петрушина, Д.М. Фролов // Лед и снег 2010. - №1(109). - С. 58-72.
- Саввинов Д.Д. Роль снежного покрова в формировании экосистем криолитозоны (на примере Якутии) // Экология северных территорий. Материалы международного Конгресса, Новосибирск, 17-20 января 2013 г. / Новосибирск: ЗАО ИПП «Офсет», 2012. – С. 38-41.

- 25) Копанев И.Д. Снежный покров на территории СССР / И.Д. Копанев, - Л.: Гидрометеиздат, 1978. - 167 с.
- Кренке А.Н. Снегозапасы и продолжительность залегания снежного покрова в России / А.Н. Кренке и др. // Криосфера Земли. – 2000. Т.4. - № 4. – С. 32-44.
- 26) Максютлова Е.В. Многолетние колебания толщины снежного покрова и максимальных снегозапасов на территории Предбайкалья / Е.В. Максютлова // Лед и снег. – 2013. - №2 (122). - С. 40
- 27) Максютлова Е.В. Характеристика снежного покрова лесостепи Предбайкалья /Е.В. Максютлова // Лед и снег. – 2012. - №1 (117). - С. 54-61
- 28) Переведенцев Ю.П. Динамика снежного покрова на территории Республики Татарстан / Ю.П. Переведенцев и др. // Лед и снег. – 2011. - №1 (113). - С. 53
- 29) Китаев Л.М. Современные особенности изменения снежности зим на территории Восточно-Европейской равнины / Л.М. Китаев // Лед и снег. – 2012. - №3 (119) - С. 47-51
- 30) Сократов В.С. Численное моделирование снежного покрова на о. Гукера (архипелаг Земля Франца-Иосифа) / В.С. Сократов, А.Б. Шмакин // Лед и снег. – 2013. - №3 (123). - С. 55-62.
- 31) Черноус П.А. Изменчивость характеристик снега и образование лавин / П.А. Черноус, Н.В. Барашев, Ю.В. Федоренко // Лед и снег. – 2010. - №3 (111) - С. 27.
- 32) Саввинов Д.Д. Роль снежного покрова в формировании экосистем криолитозоны (на примере Якутии) // Экология северных территорий. Материалы международного Конгресса, Новосибирск, 17-20 января 2013 г. / Новосибирск: ЗАО ИПП «Офсет», 2012. – С. 38-41.
- 33) Петров А.И. Закономерности формирования снего-запасов на заболоченном водосборе южно-таежной зоны Западной Сибири / А.И. Петров, Н.Г. Инишев, Л.И. Дубровская // Вестник Томского гос. ун-та. 2012. – № 360. – С. 182–187.].
- Гертер - О.В. Анализ загрязнения снежного покрова территории Песчаного месторождения // Геоэкологические проблемы Тюменского региона. Сборник. Выпуск 3.- Тюмень: «Вектор Бук». – 156 с. 2008 108-112
- 34) Ермолов Ю.В. Широтная изменчивость фоновых концентраций химических элементов в снеговом покрове Западной Сибири / Ю.В. Ермолов // Экология северных территорий. Материалы международного Конгресса, Новосибирск, 17-20 января 2013 г. / Новосибирск: ЗАО ИПП «Офсет», 2012. – С. 221-229.
- 35) Рапуга В.Ф. Сравнительная оценка состояния длительного загрязнения атмосферы и снегового покрова г.Новосибирска на сети стационарных постов Гидрометеослужбы / В.Ф. Рапуга, В.В. Коковкин, А.Ю. Девятова // Оптика атмосферы и океана. – 2010. - Т.23. №6. - С. 499-504.
- 36) Рапуга В.Ф. Анализ данных наблюдений аэрозольного загрязнения снегового покрова в окрестностях Томска и Северска / В.Ф. Рапуга [и др.] // Оптика атмосферы и океана. - 2011. - Т.24. №1, - С. 74-78.
- 37) Самохина Н.П. Оценка химического загрязнения атмосферы в окрестностях железобетонных заводов г. Томска по данным изучения снегового покрова / Н.П. Самохина, Е.А. Филимоненко // Материалы XVIII Международной экологической студенческой конференции «Экология России и сопредельных территорий». – Новосибирск, 2013. – С. 14.

- 38) Гертер - О.В. Анализ загрязнения снежного покрова территории Песчаного месторождения // Геоэкологические проблемы Тюменского региона. Сборник. Выпуск 3.- Тюмень: «Вектор Бук». – 156 с. 2008 108-112
- 39) Коковкин В.В. Оценка канцерогенных рисков здоровью населения по загрязнению снежного покрова городов юга Западной Сибири / В.В. Коковкин [и др.] // Экология северных территорий. Материалы международного Конгресса, Новосибирск, 17-20 января 2013 г. / Новосибирск: ЗАО ИПП «Офсет», 2012. – С. 230-234.
- 40) Состояние окружающей среды города Тюмени : экологический сборник / Управление по экологии администрации города Тюмени. – Тюмень : “Экспресс”, 2007. – 68 с.
- 41) Гарманова Т.В., Керножитская А.Ф. К вопросу загрязнения атмосферного воздуха города Тюмени автомобильным транспортом // Вектор науки ТГУ. № 2 (24), 2013, с. 25-28
- 42) Ларина Н.С. Химико-экологический мониторинг снегового покрова города Тюмени / Н.С. Ларина, М.Н. Куранова, Н.С. Палецких // Успехи современного естествознания. 2006. - №11. - С. 38-41.
- 43) Гарманова, Т. В. Геоэкологическая оценка концентрации макроэлементов и пылеаэрозолей в атмосфере г. Тюмень (по данным анализа депонирующей среды) / Т. В. Гарманова // Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов : тез. докл. Междунар. конф., Тюмень, 11-13 окт. 2010 г. / Тюмень, 2010. - С. 166-168.
- 44) Гарманова Т. В. Мониторинг загрязнения снежного покрова пылеаэрозолями в городе Тюмень / Т. В. Гарманова, Н. С. Ларина // Вестник Тюменского государственного университета. - 2012. - № 7. - С. 55-62.
- 45) Боев В.А. Тяжелые металлы в снежном покрове Тюменского района Тюменской области /В.А. Боев, А.А. Лежнина // Вестник ТюмГУ. – 2012. - №7. - С. 41-48.
- 46) Калинин В.М., Соромотин А.В. Тяжелые металлы в снежном покрове города Тюмени и его окрестностей // Геоэкологические проблемы Тюменского региона. Сборник. Выпуск 1. - Тюмень: «Вектор Бук», 2004, 168 с. . 8-19].
- 47) Голицин А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды : учебник / А.Н. Голицин. – М.: Изд-во Оникс, 2007. – 336 с.
- 48) Шумилова, М. А. Снежный покров как универсальный показатель загрязнения городской среды на примере Ижевска [Текст] / М. А. Шумилова, О. В. Садиуллина // Вестник Удмуртского университета. Физика. Химия. - Ижевск, 2011. - № 2. - С. 91-96.
- 49) Зарина Л. М., Гильдин С. М. Геоэкологический практикум — СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2011, 60 с.
- 50) Экогеохимия городских ландшафтов. Под ред. Н.С. Касимова. М.:Изд-во МГУ, 1995. – 336 с.
- 51) Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами / сост. Б.А. Ревич [и др.].— М.: ИМГРЭ, 1982. — 112 с
- 52) Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. 5174 – 90. — М. : ИМГРЭ, 1990. — 9 с.
- 53) Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды: учебно-методическое пособие / А.Г. Бубнов [и др.]; под общ. ред. В.И. Гриневича; ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2007. – 112 с. (С. 7-8)

- 54) Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по биолог. спец. / под ред.: О. П. Мелеховой, Е. И. Сарапульцевой. 2-е изд., испр. М.: Academia, 2008. 288 с.
- 55) Боголюбов, Александр Сергеевич. Методика комплексной экологической оценки антропогенных воздействий на местность [Текст] : метод. пособие / А. С. Боголюбов. М. Экосистема, 1998. 21 с.
- 56) Ляшенко О.А, Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие / СПб ГТУРП. СПб., 2012. 67 с.
- 57) Власова Н. В. Ландшафтно-геохимическое состояние таежных экосистем в бассейне Нижней Тунгуски // География и природные ресурсы. 2011. № 2. С.100-107.
- 58) Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений / Пер. с англ. И. Н. Михайловой. М.: ГЕОС, 2005. 457 с.
- 59) Osyczka P., Rola K., Jankowska K. Vertical concentration gradients of heavy metals in Cladonia lichens across different parts of thalli // Ecological Indicators. 2016. Vol. 61. P. 766-776. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.10.028.
- 60) Сайт Зооинженерного факультета МСХА [Электронный ресурс] / Режим доступа : <http://www.activestudy.info/filogeneticheskaya-specializaciya-lishajnikov> (дата обращения 20.05.2017)
- 61) Полякова А.М. Изучение содержания йода, селена и токсических элементов в волосах жителей Тюменской области // Материалы XXXVIII Всероссийской научной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы теоритической, экспериментальной и клинической медицины», Тюмен. гос. мед. академия. Тюмень: Издат. центр «Академия», 2004. С.85-86.
- 62) Скальная М.Г. Гигиеническая оценка влияния минеральных компонентов рациона питания и среды обитания на здоровье населения мегаполиса: дис. ... д-ра мед. наук / М.Г. Скальная. - М., 2005. - 339 с.
- 63) Тупиков В. А., Наумова Н. Л., Ребезов М. Б. Элементный состав волос как отражение экологической ситуации // Человек. Спорт. Медицина. 2012. №21 (280) С.119-122
- 64) Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, А.С. Строчкова. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
- 65) Скальная М.Г. Гигиеническая оценка влияния минеральных компонентов рациона питания и среды обитания на здоровье населения мегаполиса: дис. ... д-ра мед. наук / М.Г. Скальная. - М., 2005. - 339 с.
- 66) Дубовой, Р.М. Элементный статус при действии неблагоприятных факторов производственной деятельности и его алиментарная восстановительная коррекция: дис. ... д-ра мед. наук / Р.М. Дубовой. – М., 2009. – 370 с.
- 67) Другов Ю.С., Родин А.А. Пробоподготовка в экологическом анализе /М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 855 с.
- 68) Григорьев А.И., Макоско А.А., Матешева А.В. Перспективы геомедицинских исследований в Российской академии наук // Навка в России. 2012. №2 (188). С. 4-12.
- 69) Савилов Е. Д. Проявления инфекционной патологии в условиях загрязнения окружающей среды // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2007. №2. С.84-89

- 70) Дыбунова Е.Л., Модестов А.А., Терлецкая Р.Н., Торшхоева Р.М. Распространенность аллергических заболеваний у детей, проживающих в различных эколого-географических условиях // Вопросы современной педиатрии, 2007, Т.6, № 4. С. 12-16.
- 71) Петров С.Б., Онучина Е.Н., Петров Б.А. Эколого-эпидемическое исследование влияния атмосферных выбросов городского промышленно-энергетического комплекса на здоровье населения // Экология человека, 2012 №3. С. 11-15.
- 72) Филатов Я. Я., Аксенова О. И., Волкова И. Ф., Ефимов М. В., Корниенко А. П. Заболеваемость как критерий оценки влияния автотранспорта на здоровье населения Москвы. М.: ФГУ ЦГСЭН.
- 73) Бокова Т.И. Эколого-технологические аспекты поведения тяжелых металлов в системе почва – растение – животное – продукт питания человека/ РАСХН. Сиб. Отд-ние.ГНУ СибНИПТИП. – Новосибирск, 2004. – 206 с.
- 74) Доклад о свинцовом загрязнении окружающей среды Российской Федерации и его влиянии на здоровье населения (белая книга)/под ред. В.В. Снакина. М.: РЭФиа, 1997. 233 с.
- 75) Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. М.: МЗ СССР, 1998
- 76) Иваницкая Н.Ф., Степанова М.Г., Усикова З.Л., Зыков Д.С., Шарапова А.Н. Комплексная оценка содержания свинца в объектах окружающей среды Донецкого региона // Медико-социальные проблемы семьи, № 2 (том 18), 2013
- 77) Воробьев С. А. Влияние выхлопов автомобильного транспорта на содержание тяжелых металлов в городских экосистемах // Безопасность жизнедеятельности. 2003. № 10. С. 36-38.
- 78) Гурьев Т.А., Тутьгин Г.С., Филимонкова Е.Ю. Техногенное загрязнение полосы отвода автомобильных дорог и его воз действие на прилегающие лесонасаждения //Автомоб. дороги: Информ. сб. /Информавтодор. -1999. - Вып. 1. - С. 24-40.
- 79) Исидоров В.А. Экологическая химия.- СПб.: Химиздат, 2001.-304 с.
- 80) Комаров В.И. Проблемы безопасности пищевых продуктов // Пищевая промышленность.-1996.-№2.-С.26-27
- 81) Кузубова Л.И. Элементы-экоотоксиканты в пищевых продуктах/ Л.И. Кузубова, О.В. Шуваева, Г.Н. Аношин.-Новосибирск, 2000.-67 с.
- 82) Росивал Л. Посторонние вещества и пищевые добавки в продуктах/ Л. Росивал, Р. Энгст, А.Соколай. – М.: Мир, 1982. – С.102
- 83) Рачев Х., Стефанова С. Справочник по коррозии: Пер. с болг./Перевод Нейковского С.И.; под редакцией и с предисл. Н.И. Исаева. – М.; Мир, 1982 – 520 с.
- 84) Донченко Л.В. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания / Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта.- М.: Пищепромиздат, 1999.- С.7.
- 85) Эйхлер В. Яды в нашей пище.- М.: Мир, 1993.- С.12
- 86) Фролова О.А., Карпова М. В., Махмутова И. П., Мусин Р. А. Мониторинг и оценка контаминации токсичными элементами пищевых продуктов на территории Республики Татарстан // Гигиена и санитария. 2014. №6 С.72-75
- 87) Казимов М. А., Алиева Н. В. Изучение и гигиеническая оценка риска для здоровья от присутствия тяжёлых металлов в продуктах питания // Казанский мед.ж.. 2014. №5 С.706-709.

- 88) Дубовой Р.М. Элементный статус при действии неблагоприятных факторов производственной деятельности и его алиментарная восстановительная коррекция: дис. ... д-ра мед. наук / Р.М. Дубовой. - М., 2009. - 370 с.
- 89) Оберлис, Д. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных / Д. Оберлис, Б. Харланд, А. Скальный. - СПб.: Наука, 2008. -544 с.
- 90) Скальная М.Г. Гигиеническая оценка влияния минеральных компонентов рациона питания и среды обитания на здоровье населения мегаполиса: дис. ... д-ра мед. наук / М.Г. Скальная. - М., 2005. - 339 с.
- 91) Глаголева Л. Э., Корнеева О. С., Шуваева Г. П. Влияние ферментированных некрахмальных полисахаридных комплексов на сорбцию ионов тяжелых металлов в биосистемах // Вестник ВГУИТ. 2013. №1 (55) С.148-152
- 92) Скальная М.Г., Демидов В.А., Скальный А.В. О пределах физиологического (нормального) содержания Са, Mg, P, Fe, Zn, Cu в волосах человека// Микроэлементы в медицине.-2003.-Т.4.(2).-С.5-10.
- 93) Савельева Л.Ф. Применение показателей элементного статуса населения в гигиенической практике// Микроэлементы в медицине. -2004.-Т.5.(4).-С.117-118.
- 94) Табаку А., Чуллай А.. Содержание микроэлементов в волосах дошкольников// Микроэлементы в медицине .-2001.- Т.2 (1).-С. 58–60.
- 95) Демидов В.А., Скальный А.В. Оценка элементного статуса детей Московской области при помощи многоэлементного анализа волос // Микроэлементы в медицине. - 2001. – Т.2. - Вып.3. - С.46–55.
- 96) Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС (АНО Центр биотической медицины) // Микроэлементы в медицине. - 2003. – Т.4. - Вып.1. - С. 55-56.
- 97) Егорова Г.А. Элементный статус взрослого населения, проживающего в различных медико-географических зонах республики Саха (Якутия)// Экология человека.- 2007.-№1.- С.55-59.
- 98) Болодурина И.П., Арапова О.С.. Определение оптимальных концентраций микроэлементов в организме человека на основе генетических алгоритмов//Успехи современного естествознания.-2008.-№9.-С.1.
- 99) Тунакова Ю.А., Туполева А.Н. Элементный состав биосред как интегральный показатель опасности полиметаллического загрязнения компонентов окружающей среды урбанизированных территорий (на примере г. Казани)// Камская государственная инженерно-экономическая академия (КамПИ). -2006.- №8.-С.8.
- 100) Луговая Е.А., Максимов А.Л. Особенности микроэлементного статуса девочек различных районов Магаданской области // Экология человека.-2007.-№1.-С.24-29.
- 101) Нотова С.В., Нигматуллина Ю.Ф.. Сравнение содержания химических элементов в волосах детей Оренбуржья с центильными шкалами. Микроэлементы в медицине.-2004.-Т.5.(4).-С.107-109.
- 102) Ревич В.А. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия загрязнения производственной и окружающей среды// Гигиена и санитария. -1990.-№3.- С.55-59.
- 103) Хлусов И.А., Некрасова А.М., Слепченко Г.Б., Жерлов Г.К., Коломиец С.А., Карпович А.В., Радзивиль Т.Т. Баланс микроэлементов и показатели гомеостаза как

- прогностические критерии при прогрессировании рака пищеварительного тракта// Сибирский онкологический журнал. -2007. -№4 (24).-С.70-79.
- 104) Скальный А.В., Быков А.Т. Эколого-физиологические аспекты применения макро- и микроэлементов в восстановительной медицине. Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2003.
- 105) Sweileh J.A. Sorption of trace metals on human hair and application for cadmium and lead pre-concentration with flame atomic absorption determination // Anal. Bioanal. Chem.-2003.- Vol.375, № 3.-P.450-455.
- 106) Гудков А.В., Багрянцев В.Н., Кузнецов В.Г. Общая детская заболеваемость и тяжелые металлы в окружающей среде г. Владивостока //Инфекционная патология в Приморском крае. Владивосток: Дальнаука, 1994. -С. 96-97.
- 107) Велданова М.В., Скальный А.В. Многоэлементный анализ волос детей из эндемичных по зубу регионов России.// Медицинский научный и учебно - методический журнал.-2001.-№2- С.132-141
- 108) Ревич Б.А. Свинец и здоровье детей//Экологические и гигиенические проблемы здоровья детей и подростков. М., 1998. С. 229–260.
- 109) Кубасова Е.Д. Физиологическая характеристика биоэлементного статуса и его влияния на состояние щитовидной железы детей архангельской области.// Автореферат. Дисс...канд.биол.наук.-Архангельск,2007.-С.24.
- 110) Московченко Д.В. Микроэлементы в водных источниках Севера западной Сибири и их влияние на здоровье населения// Микроэлементы в медицине.-2004.-Т.5.(4).-С.93-95.
- 111) Петухов В.И., Дмитриев Е.В., Шкестерс А.П., Скальный А.В. Проблемы интегральной оценки элементного статуса человека по данным спектрометрии волос//Микроэлементы в медицине.-2006.-Т.7(4).-С.7-14.
- 112) Ревич Б.А. Биомониторинг металлов в организме человека// Микроэлементы в медицине .-2005.-Т.6 (4).-С. 11–16.
- 113) Мусиенко А.И. Тюмень. Градостроительная экология. Анализ состояния, проблемы, пути решения. – Челябинск, Абрис, - 2001, 256 с.
- 114) Экологический рейтинг городов Российской Федерации за 2015 г. [Электронный ресурс] / Сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ. – Режим доступа : <http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=251817> (дата обращения 20.05.2017)
- 115) Гусейнов А.Н. Экология города Тюмени: состояние, проблемы. / А.Н. Гусейнов. - Тюмень: «Слово», 2001. – 176с.
- 116) ГОСТ 17.2.2.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов»;
РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы»
- 117) РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы»
- 118) <https://kvobzor.ru/news/i34186>
- 119) Постановление Администрации города Тюмени от 20 января 2011 г. N 3-пк «Об утверждении местных нормативов градостроительного проектирования города Тюмени»
- 120) Обращение Коллегии Экологов Тюмени, 2011 [Электронный ресурс] Режим доступа : <http://www.nashgorod.ru/obraschenie-collegii-ekologov-tumeni/>
- 121) Доклад об экологической ситуации в тюменской области в 2013 году, Правительство Тюменской области, Тюмень, 2014 – 204 с.

- 122) Доклад об экологической ситуации в тюменской области в 2014 году, Правительство Тюменской области, Тюмень, 2014 – 202 с.
- 123) Определения химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомной - эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой, Методические указания (МУК 4.1.1482-03)/ Иванов С.И., Подунова Л.Г., Скачков В.Б. и др., М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2003. - 23 с
- 124) Пауков А.Г. Определитель лишайников Среднего Урала / А.Г. Пауков, С.Н. Трапезникова. Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та. – 2005. – 207 с.
- 125) ПНД Ф 14.1;2.110-97 Методика выполнения измерений содержаний взвешенных веществ и общего содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных вод.
- 126) ПНД Ф Т 14.1:2.3:4.12-06 16.1:2.2.3:3.9-06, Методика измерений количества *Daphnia magna* Straus для определения токсичности питьевых, пресных, природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления методом прямого счета, Москва, 2014