

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
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
Заведующий кафедрой
(д.х.н., профессор)

 Т.А. Кремлева
18 июня 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ТЯЖЕЛЫМИ
МЕТАЛЛАМИ (Pb, Cu, Cr и Ni) ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНОВ И ОКРАИН
Г. ТЮМЕНИ

04.04.01 Химия

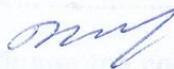
Магистерская программа: «Химия нефти и экологическая безопасность»

Выполнила работу
Студентка II курса
очной формы обучения



Кравчук
Анастасия
Юрьевна

Научный руководитель
канд. техн. наук, доцент



Шигабаева
Гульнара
Нургаллаевна

Рецензент
доцент кафедры ПНГ ТИУ,
канд. техн. наук, доцент



Савченков
Андрей
Леонидович

г. Тюмень, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА I. ЛИТЕАТУРНЫЙ ОБЗОР	7
1.1. СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ КАК ИНДИКАТОР АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ	7
1.1.1. Химический состав снежного покрова	8
1.1.2. Основные загрязнители снега	9
1.2. МОНИТОРИНГ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА	11
1.3. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СИТУАЦИЯ В ГОРОДЕ ТЮМЕНЬ	13
1.4. ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ	17
1.4.1. Понятие тяжелые металлы	17
1.4.2. Химическая природа отдельных тяжёлых металлов	18
1.4.2.1. Свинец	18
1.4.2.2. Хром	19
1.4.2.3. Никель	20
1.4.2.4. Медь	21
ГЛАВА II. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТ	23
2.1. ОТБОР ПРОБ СНЕГА И ПОДГОТОВКА ИХ К АНАЛИЗУ	23
2.2. МЕТОДИКА АНАЛИЗА	26
2.2.1. Метод атомно-абсорбционной спектрофотометрии	26
2.2.2. Метрологические характеристики	28
2.2.3. Оформление результатов измерений и картографическая обработка	29
2.3. АППАРАТУРА	30
2.3.1. Основные принципы работы прибора ContrAA 700	30

2.3.2. Атомно-абсорбционный анализ с электротермической атомизацией элементов	31
2.4. ХАРАКТЕРИСТИКА ТОЧЕК ОТБОРА ПРОБ СНЕГА.....	33
● ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	34
3.1. Содержание свинца в талых водах снежного покрова г.Тюмень....	34
3.2. Содержание меди в талых водах снежного покрова г. Тюмень.....	38
3.3 Содержание никеля в талых водах снежного покрова г. Тюмень ...	42
3.4. Содержание хрома в талых водах снежного покрова г. Тюмень.....	45
3.5. Среднее содержание тяжелых металлов в снежном покрове г.Тюмень.....	49
3.6. Динамика распределения пылевого загрязнения снежного покрова г. Тюмень.....	50
ВЫВОДЫ	52
ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ	63

ВВЕДЕНИЕ

Одной из главных экологических проблем современности является всевозрастающее загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами, которое представляет опасность для живых организмов и в первую очередь для человека [1].

Причиной загрязнения считается воздействие существенного количества источников загрязнения, включая автомобильный транспорт, дорожное покрытие, выбросы промышленных предприятий, твердые бытовые отходы и многое др. [2] Большая антропогенная нагрузка ведет к концентрированию и не естественному распределению химических веществ. В связи с этим остро стоит проблема выявления основных видов загрязнителей, источников загрязнения, установление зоны их влияния и выявление наиболее в экологическом плане благоприятных для проживания районов города [3].

Состояние окружающей среды больших населенных пунктах как правило оценивается по состоянию отдельных ее составляющих: атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв и растительного покрова, здоровья горожан. Более активной и по этой причине наиболее сложной для анализа считается атмосфера, которая оказывает значительное воздействие на состояние всех частей экосистемы [4,5].

В последние годы в качестве объекта мониторинга состояния атмосферы все чаще используют снежный покров как интегральный показатель загрязненности атмосферы на территориях, характеризующихся наличием устойчивого снежного покрова в течение длительного времени [6]. Снежный покров не активен ни в химическом, ни в биологическом отношении, в нем не происходит химических трансформаций веществ, таким образом, он является индикатором предшествовавшего загрязнения атмосферы и будущего загрязнения почвы и гидросферы [7].

В настоящее время г. Тюмень можно отнести к числу крупных урбанизированных центров, который на своей территории имеет

промышленные, производственные и перерабатывающие предприятия, где также стоит проблема оценки и прогноза загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами различных классов токсичности. Поэтому исходя из вышеизложенного, можно утверждать, что исследование загрязнения снежного покрова весьма актуальны, как с точки зрения информированности жителей города, так и с позиции оценки рисков для здоровья населения и регулирования этих процессов.

Таким образом, цель данной работы - исследование степени загрязненности снежного покрова тяжелыми металлами в г. Тюмени и оценка распределения содержания тяжелых металлов на территории города в зимний период на основе химического анализа снежного покрова.

В соответствии с целью были поставлены задачи:

1. Определить содержание тяжелых металлов (Pb, Cu, Cr и Ni) в жидкой фазе снега методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
2. Определить количество взвешенных веществ в нерастворенной фазе снежного покрова.
3. Сопоставить содержание тяжелых металлов с ПДК для вод рыбохозяйственного назначения и фоновым значением. Оценить возможные источники загрязнения.
4. Выявить закономерности распространения тяжелых металлов в снежном покрове;
5. Построить карты изоконцентраций исследуемых металлов с использованием программы Serfer.

Данная работа выполнена совместно с сотрудниками с кафедры физической географии и ландшафтоведения МГУ Меркаловой Ксении Алексеевной и Харитоновой Татьяной Игоревной.

ГЛАВА I. ЛИТЕАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ КАК ИНДИКАТОР АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Имеется очень большое количество видов атмосферных явлений, среди которых можно отметить атмосферные осадки — дождь, снег, град и многое другое. Одним из наиболее информативных и полезных для анализа является снег [8].

Снег — форма атмосферных осадков, который состоит из маленьких кристалликов льда. Он образуется, когда микроскопические капельки воды притягиваются к пылевым частичкам в облаках и замерзают. Поначалу, появившиеся кристаллы льда, не превышают 0,1 миллиметров в диаметре, но затем они падают вниз и увеличиваются из-за конденсации на них влаги из воздуха [9].

По двум причинам снег можно отнести к хорошему показателю чистоты атмосферного воздуха в зимний период. Во-первых, в это время все биоиндикаторы (растения, грибы, водоросли, животные) находятся в состоянии анабиоза и не могут выполнять такую функцию, как определение чистоты воздуха и воды, а во-вторых вследствие значительной сорбционной способности, снег накапливает в своем составе почти все без исключения элементы, поступающие в атмосферу. Благодаря этому снег можно рассматривать как своеобразный индикатор загрязнения окружающей среды [10,11].

Снег, который выпадает на землю формирует снежный покров. Снежный покров — это такой уникальный слой, с помощью которого можно количественно, а также качественно определять содержание загрязнителей в атмосферных осадках, которые постепенно накапливаются в толще снега в течение зимнего периода и затем при снеготаянии поступают в природные среды, главным образом воду и почву, загрязняя их.

При анализе снежного покрова снег можно исследовать так же, как и воду. Пробу снега нужно всего лишь растопить и дальше провести

необходимые исследования. При анализе снега, который был отобран в разных местах можно получить довольно полное представление о степени и характере загрязнения территории, выявить причины и источники загрязнения [9,11-14].

1.1.1.Химический состав снежного покрова

Интегральным показателем загрязнения атмосферы является химический состав снежного покрова.

На состав снежного покрова особое влияние оказывают источники его загрязнения. Так, например, не далеко металлургических заводов снег бывает гидрокарбонатно- и сульфатно-кальциевым, гидрокарбонатно- и сульфатно-магниевым. При этом рост концентрации гидрокарбонатов кальция и магния дает слабощелочную, а в зоне интенсивного загрязнения — сильнощелочную реакцию [8, 15].

А вблизи котельных, ЖД сетей, которые обслуживаются тепловозами на мазутном топливе, значительного потока автомобильного транспорта, который работает на дизельном серосодержащем топливе, и ряда характерных промышленных предприятий можно обнаружить высокое содержание соединений серы в снежном покрове.

Для окружающей среды в настоящее время по своему составу снег можно считать «ядом». Усиленная антропогенная нагрузка дает процентное увеличения ряда компонентов снега в тысячу раз, по сравнению с обычным уровнем. Это все делает снег опасным даже для человека, ведь мы дышим парами испарившейся воды отравленного снега [16-18].

Значительную опасность для экологической обстановки представляет процесс таяния загрязненного снега. Талая вода, которая содержит огромное число тяжелых металлов, полимеров, а также других вредных компонентов, способна передвигаться на тысячи километров. Только своевременный вывоз снега может предотвратить возможность появления опасных очагов загрязнения и поможет придать городу ухоженный, чистый вид [19-21].

1.1.2. Основные загрязнители снега

Зимой снег — это хорошая губка, которая впитывает в себе большое количество загрязняющих веществ из атмосферы, как бы сохраняя химическую историю зимы.

Содержание загрязняющих компонентов в снежном покрове колеблется в очень широком диапазоне, главным образом, в зависимости от степени антропогенного влияния.

Среднее время присутствия в атмосфере антропогенных и природных веществ тесно связано с высотой выброса и физико-химическими свойствами. Время пребывания, как правило, растет с высотой выброса и повышением дисперсности аэрозольных частиц и составляет от нескольких минут до года и более [22,23].

Антропогенные источники различных загрязнителей – автотранспорт, теплоэнергетика, промышленные предприятия. Главным источником загрязнения воздуха в непромышленных районах не зависимо от времени года является автотранспорт. Число машин постоянно увеличивается, и вместе с этим увеличивается валовой выброс вредных веществ в атмосферу.

Автотранспорт оказывает комплексное воздействие на снежный покров. Можно выделить следующие основные загрязнители, которые поступают от автотранспорта: продукты сгорания топлива, протечки горюче-смазочных материалов (ГСМ) и непрерывное сохранение в воздухе дорожной пыли. Более семидесяти процентов оксидов углерода и углеводородов (бензолы, формальдегиды, бенз(а)пирен), приблизительно пятьдесят пять процентов оксидов азота, до шести процентов воды, кроме того сажу (тяжелые металлы), гарь, копоть и многое другое выбрасывают в атмосферу выхлопные и отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания [9,24,25].

Проезжая часть представляет собой аккумулятор абсолютно всех загрязнителей, которые переносятся автотранспортом, происходит это из-за значительного количества машин и при недостатке мер по уборке загрязнений. Так же, это связано с тем, что проезжая часть не замерзает, что делает

перемещение и поднятие в атмосферу загрязнений легче, что, безусловно, сказывается на прилегающем снеговом покрове [26,27].

В стране проводится регулярный мониторинг за загрязнением снегового покрова техногенными выбросами. Проводятся исследования как фоновых загрязнений снежного покрова, так и загрязнения вокруг городов. Согласно проведенным исследованиям было выявлено, что главный вклад в загрязнение атмосферы вносят автомобили, которые работают на бензине (на их долю приходится приблизительно семьдесят пять), затем идут самолеты (примерно пять процентов), автомобили с дизельными двигателями (около четырех), тракторы и другие сельскохозяйственные машины (около четырех процентов), железнодорожный и водный транспорт (примерно два процента) [9,28].

Однако, есть еще один очень важный источник загрязнения снежного покрова в зимний период времени – это использование антигололедных реагентов, которые кроме положительной роли борьбы с оледенением оказывают и ряд отрицательного воздействия. Антигололедные реагенты бывают совершенно разного вида, могут иметь самый разнообразный состав и химические свойства, но всех их объединяет одно общее свойство – все они понижают точку плавления снега.

Все абсолютно антигололедные реагенты обязаны быть сертифицированы, иметь паспорт безопасности и являться безопасными для экологии и здоровья. Но к сожалению, на сегодняшний день результаты множественных исследований по этой теме показывают, что не существует практически экологически чистых противоскользящих реагентов. Это связано с тем, что противоскользящие реагенты вступают в химическое взаимодействие не только с обледеневшим дорожным покрытием, но и с побочными продуктами, такими, как моторные масла, пары бензина, солянки, выхлопных газов, а кроме того с технической солью, которая в больших количествах присутствует на дорожном покрытии, компонентами почвы [29].

1.2. МОНИТОРИНГ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

Мониторинг окружающей среды является крайне необходимым, ведь он дает очень важную информацию для решения фундаментальных научных проблем, а также для выработки эффективной экологической политики [21,30].

Одной из обязательных частей мониторинга антропогенного загрязнения в последнее время является исследование химического состава снежного покрова. Многолетние исследования показывают, что в зимнее время прослеживается увеличение концентрации различных химических элементов в атмосфере, это связано с ухудшением метеорологических условий рассеяния примесей, повышением числа промышленных выбросов, замедлением химических процессов трансформации веществ при низкой температуре воздуха. Именно поэтому главная масса поллютантов накапливается в снеговом покрове [1,31,32].

Особое значение в качестве интегральной характеристики загрязненности атмосфера на территории, которая имеет наличие устойчивого снежного покрова на протяжении долго времени является мониторинг снежного покрова. Как раз именно Сибирские районы и относятся к таким регионам, снеговой покров здесь сохраняется на протяжении четырёх-шести месяцев. Это достаточный срок для того, чтобы в снежном покрове успело накопиться значительное количество загрязнителей, необходимых для проведения химического анализа проб снега [3].

Кроме того, мониторинг снежного покрова дает возможность:

- оценить загрязненность атмосферы на территории города,
- выделить экологически благоприятные и неблагоприятные районы,
- определить мобильные и локальные источники загрязнения воздуха и характер их воздействия на прилегающие территории [33, 34].

По результатам мониторинга снежного покрова, с помощью методики автоматизированного эколого-географического картографирования можно составить компьютерные карты, которые наглядно будут показывать загрязнение территории конкретными элементами. [2,35,36].

1.3. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СИТУАЦИЯ В ГОРОДЕ ТЮМЕНЬ

Город Тюмень расположен в подтаежной зоне умеренного пояса, на которую приходится климатический оптимум Западно-Сибирской равнины, это очень положительно влияет для развития города. Климат Тюмени обладает умеренно суровой снежной зимой (примерно сто пятьдесят дней), теплым и вполне продолжительным летом, короткими переходными сезонами - весной и осенью - с частыми волнами холода и возвратами тепла. Преобладающим направлением ветров являются юго-западное и западное направление. Характерны слабые ветры, скоростью которых 2-4-А м/с [37].

Согласно сведениям 2014-го года Тюмень занимает 79-ое из 94 возможных в рейтинге экологического развития. Как и в любом другом большом городе индустриализация негативно влияет на и без того неидеальную экологическую обстановку в городе. Создаются новые заводы, а кроме того возрастают силы ранее имеющихся. Связано это с ростом и развитием мегаполиса [38,39].

Известно, что атмосферная среда г. Тюмени загрязнена главным образом автотранспортом. Специализированной инспекцией государственного экологического контроля и анализа Госкомэкологии области исследовано качество атмосферного воздуха на наиболее напряженных участках движения автотранспорта г. Тюмени. Замечены разовые превышения предельно допустимых концентраций на кольцевом перекрестке в районе Дома Обороны по углеводородам примерно в десять раз, оксиду углерода в три раза и пыли в два раза; перекрестке ул. Профсоюзная и 50 лет Октября по оксиду углерода и пыли в два раза; перекрестке улиц Челюскинцев и Ленина по углеводородам в тридцать три раза, оксиду углерода в полтора раза, пыли в шестнадцать раз, фенолу в три раза [40].

Исходя из вышесказанного, можно утверждать, что одним из главных загрязнителей атмосферного воздуха в городе Тюмень является автотранспорт. Выбросы автотранспорта опасны не только потому, что содержат огромное число токсичных веществ, но и потому, что мгновенно

поступают в активную зону биосферы – они находятся на уровне дыхания человека [38,39].

Кроме главного загрязнителя – автотранспорта, в воздух поступают вредные вещества от разного рода предприятий, заводов и фабрик.

В Тюменском районе насчитывается более 1,5 тыс. промышленных предприятий и организаций.

Структура промышленности Тюмени представлена предприятиями следующих отраслей: энергетика (сорок четыре процента), машиностроение и металлообработка (двадцать пять процентов), пищевая отрасль (одиннадцать процентов), лесная и деревообрабатывающая (шесть процентов), легкая (четыре процента), медицинская (три процента), химическая и нефтехимическая (полтора процента), химико-фармацевтическая (один процент) [41].

В настоящее время на территории города выделяют 4 административных округа (рис 1.1, а) и девять промышленных узлов (рис.1.1, б) [6,40].

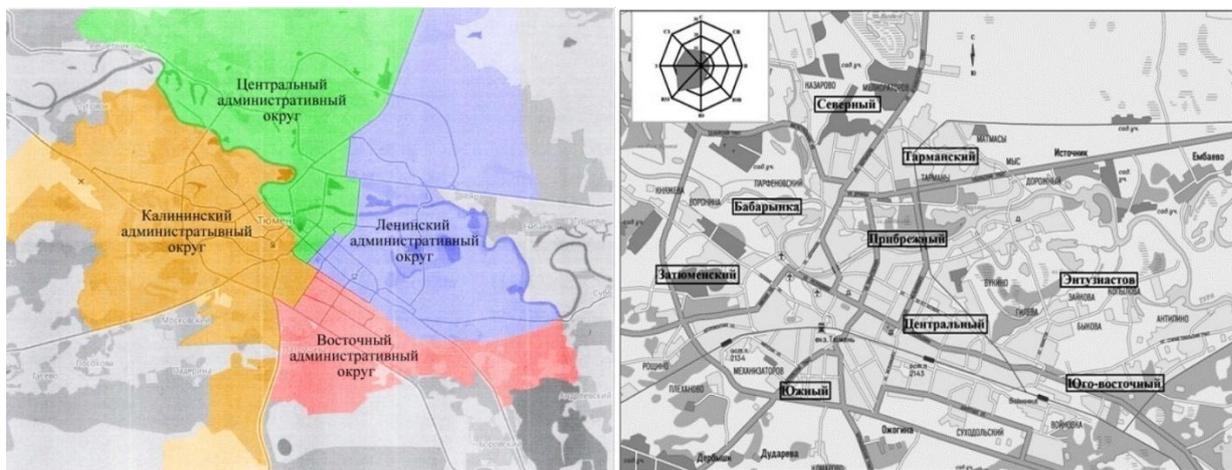


Рис. 1.1. Административные округа (а) и схема размещения промышленных узлов г. Тюмень (б).

Пространственное положение промышленных узлов это один из главных факторов, которые определяют степень экологической опасности.

Посмотрев на рис.1.1(б) можно сказать, что промышленные узлы в Тюмени располагаются достаточно равномерно по всей территории. Это имеет как хорошие, так и негативные стороны. Минус состоит в том, что при любом

ветре какая-нибудь часть города всегда находится под шлейфом загрязнения. Но в тоже время плюс в том, что территория города не получает ни в одной части города одновременного суммарного воздействия от всех промышленных узлов, как это могло бы быть, если бы все производственные части находились на какой-нибудь одной территории [42].

Главными загрязнителями г. Тюмень являются: АО «Тюменский завод медицинского оборудования и инструментов», «Тюменский ЖБИ», ООО «Тюменский станкостроительный завод» и др., данные предприятия кроме того, что располагаются в центре города, да они еще окружены жилыми домами со всех сторон.

Так как в последние годы наметился рост производства, следовательно, возросла тенденция выбросов. источники, которые выбрасывают вредные вещества, являются: ОАО «Тюменский аккумуляторный завод» (выбросы, в которых присутствуют свинцовые соединения) и ЗАО «Птицефабрика Боровская» (выброс формальдегида), а также ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, аэропорт «Рощино», ОАО «Российские железные дороги», АООТ «Сибнефтепровод», Тарманское центральное торфопредприятие, Тюменская газонаполнительная станция [40].

В структуре промышленности г. Тюмени предприятия химического и нефтехимического производства занимают незначительное место (примерно один процент от общего объёма производства). Но несмотря на это, токсичность выбросов химической промышленности вызывают опасения.

В г. Тюмень есть два основных предприятия, которые загрязняют город компонентами химической промышленности, это: ООО «Тюменский завод пластмасс» и ОАО "Тюменский Химфармзавод". Годовые выбросы предприятий химической промышленности около 450 Т (примерно двапроцента от общего числа выбросов в г. Тюмень). Главные компоненты выбросов: фенол (более 1,5 т/год и фармальдегид (примерно 10 т/год) [43]. Отрицательные последствия выброса вредных веществ могут быть снижены,

а состав воздуха улучшен при помощи зеленых насаждений, обеспечив их равномерное распределение в городе и пригородных зонах.

1.4.ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

1.4.1 Понятие тяжелые металлы

Понятие тяжелые металлы (ТМ) характеризует большую группу загрязняющих веществ, получивших в последнее время существенное распространение. В различных научных и практических трудах создатели по-разному трактуют роль данного термина. Известно приблизительно 40 разных определений понятия ТМ, и нельзя указать на одно из них, как более принятое. Исходя из этого, перечень тяжёлых металлов в соответствии с различными определениями будет содержать различные элементы [44].

В качестве основного критерия может быть выбран атомный вес свыше 50 атомных единиц, и тогда под термин ТМ попадают все металлы периодической системы Д.И. Менделеева начиная с ванадия, это: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi и др. Другим зачастую используемым критерием является плотность, которая приблизительно равна или больше плотности железа (8 г/см^3), в таком случае в список попадают такие элементы как Pb, Hg, Cu, Cd, Co, а более легкое, например, Sn выпадает из списка [45].

Также существуют еще классификации, которые основаны на иных значениях пороговой плотности, например, классификация Н. Реймерса, где ТМ следует считать металлы с плотностью более 5 г/см^3 [44].

Кроме того, есть классификации, которые делают исключения для благородных и редких металлов, не относя их к тяжёлым, некоторые исключают не цветные металлы (Fe, Mn).

Число же опасных загрязнителей, если принимать во внимание токсичность, устойчивость и способность накапливаться во внешней среде, а помимо этого и масштабы распространения упомянутых металлов, в таком случае их значительно меньше. В основном, наибольшую заинтересованность представляют металлы, которые наиболее обширно и в значительных объемах используются в промышленности и в следствии накопления в окружающей среде представляют существенную опасность как с точки зрения их

биологической активности, так и токсических свойств. К таким металлам относятся: Pb, Hg, Cd, Zn, Bi, Co, Ni, Cu, Sn, Sb, V, Mn, Cr, Mo и As [46-48].

1.4.2. Химическая природа отдельных тяжёлых металлов

По опасности для здоровья человека тяжелые металлы делятся на следующие классы:

- 1 класс (самый опасный): Cd, Hg, Se, Pb, Zn
- 2 класс: Co, Ni, Cu, Mo, Sb, Cr
- 3 класс: Ba, V, W, Mn, Sr [46].

1.4.2.1. Свинец

Свинец по своему воздействию на организм человека относится к веществам 1 класса опасности.

Вредное воздействие свинца на здоровья проявляется в следующем:

- свинец главным образом влияет на нервную систему человека, это приводит к снижению интеллекта, вызывает изменение физической активности, координации слуха, воздействует на сердечно-сосудистую систему, приводя к заболеванию сердца;
- также свинец активно влияет на синтез белка, энергетический баланс клетки и её генетический аппарат;
- кроме того, свинец подавляет активность SH - содержащих ферментов, холинэстеразы в мембранах эритроцитов, вызывает заметное отклонение в липоидном обмене – повышается содержание общего и не связанного с белками холестерина [46,49].

Источники, которые загрязняют окружающую среду свинцом очень много.

Наибольший выбросы свинца в атмосферу происходит в следующих отраслях производств:

- металлургическая промышленность (на цветной металлургии приходится девяносто восемь процентов от общего выброса данной промышленности);

- топливно-энергетический комплекс (загрязнение обусловлено производством этилированных бензинов);
- химическая промышленность (производство пигментов, сиккативов, специальных стекол, смазок, антидетонационных присадок, к автомобильным бензинам, полимеризацией пластмасс и др.);
- стекольные предприятия;
- консервное производство;
- деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность;
- машиностроение (в частности, производство аккумуляторов);
- ну и конечно автотранспорт, который использует свинец-содержащий (этилированный) бензин. На передвижные источники загрязнения в отдельные годы приходилось свыше семидесяти процентов суммарных выбросов свинца [49].

1.4.2.2. Хром

Токсичность соединения хрома находится в прямой зависимости от его валентности: наиболее ядовиты соединения хрома шестой валентности, высокотоксичны соединения хрома третьей валентности, металлический хром и его соединения второй валентности менее токсичны.

Хром негативно влияет на здоровье следующим образом:

- независимо от пути поступления в первую очередь поражаются почки. Также страдают функции печени и поджелудочной железы;
- кроме того, хром обладает канцерогенным эффектом, поражает ЦНС, оказывает повреждающее действие на репродуктивную функцию [46,49].

Основными источниками хрома и его соединений в атмосферу являются выбросы предприятий, где добывают, получают, перерабатывают и применяют хром и его соединения (например, предприятия по производству цемента, стекольное производство, черная металлургия, металлообрабатывающая, автомобильная, текстильная, кожевенная, пищевая

и химическая промышленность). Промышленные отходы предприятий в виде золы, пыли, шлака, шлама содержат в своем составе значительное количество хромовых загрязнений. Активное рассеяние хрома связано с сжиганием минерального топлива, главным образом, угля. Значительные количества хрома поступают в окружающую среду с промышленными стоками [49,50].

1.4.2.3. Никель

Никель – вещество общетоксического действия на организм.

Помимо общетоксических эффектов хроническая интоксикация приводит к следующему:

- возникновение заболеваний носоглотки, легких;
- появление злокачественных новообразований;
- также возможны аллергические поражения в виде дерматитов и экзем, так как никель и его соединения- сильные аллергены [46].

К важным источникам загрязнения окружающей среды никелем относятся:

- предприятия горнорудной промышленности;
- цветной металлургии (восемьдесят девять процентов общего поступления в окружающую среду),
- машиностроительные,
- металлообрабатывающие,
- химические предприятия.

Также к этому списку можно отнести ТЭС, которые работают на мазуте и каменном угле и прочие производства, которые используют в качестве источника энергии ископаемые углеводородные топливные материалы.

Никель также поступает в воздух с выхлопными газами автотранспорта в количествах, зависящих от вида используемого топлива, а также в виде продуктов износа автомобильных шин и деталей автомобилей.

Кроме того, курение тоже является антропогенным источником загрязнения атмосферы. Одна сигарета содержит никеля 2,2-2,3 микрограмм,

примерно десять-двадцать процентов которого высвобождается в газовой форме в струе сигаретного дыма при курении.

Никель мигрирует от источника загрязнения на частицах пыли. Согласно данным, полученных учеными, в районах топливно-энергетических предприятий рассеяние никеля прослеживается в радиусе до пятидесяти километров. При этом, согласно некоторым исследованиям, замечается повышение содержания никеля в пыли по мере удаления от источника.

Интенсивность загрязнения никелем окружающей среды характеризуется также выпадением металла с атмосферными осадками даже в сравнительно чистых районах Земли (Антарктида, районы индийского и Тихого океанов) [49].

1.4.2.4. Медь

Медь относят к группе высокотоксичных металлов.

Ионы меди, при избытке их в организме, способны блокировать КН-группы белков, в особенности ферментов, чем нарушают их каталитическую функцию.

Соли меди отрицательно влияют на организм следующим образом:

- повышают проницаемость мембран митохондрий, разрушают эритроциты;
- вызывают расстройства нервной системы, печени и почек;
- вызывают снижение иммуннобиологической реактивности, поражение зубов и слизистой рта, гастриты, язвенную болезнь желудка [46,51].

К основным источникам меди относятся промышленные выбросы, отходы, стоки предприятий цветной металлургии, выхлопные газы автотранспорта, медьсодержащие удобрения и пестициды, сжигание топлива. Годовой объем техногенных поступлений меди в окружающую среду составляет: пятьдесят шесть тысяч тонн в атмосферу, семьдесят семь тысяч тонн с отходами, девяносто четыре тысячи тонн с удобрениями [49].

Также источником загрязнения являются предприятия Теплоэлектроцентралей, многочисленные отопительные предприятия,

использующих уголь низкого качества, при сжигании которого в атмосферу города поступает большое количество тяжелых металлов, в том числе и меди [52].

ГЛАВА II. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Глава изъята автором

ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Глава изъята автором

ВЫВОДЫ

1. Определено содержание тяжелых металлов (Pb, Cu, Ni и Cr) в снежном покрове г. Тюмень. Концентрации тяжелых металлов изменяются в следующих интервалах: свинец - от $0,16 \pm 0,056$ до $24,8 \pm 5,0$ мкг/л, медь - от $0,34 \pm 0,13$ мкг/л до $18,2 \pm 4,5$ мкг/л, никель - от $0,56 \pm 0,17$ до $48,1 \pm 8,7$ мкг/л, хром - от $0,04 \pm 0,01$ до $11,6 \pm 2,9$ мкг/л.

2. Сопоставлено содержание тяжелых металлов в пробах снежного покрова с ПДК_{р-х} и с фоновыми значениями. Средние концентрации свинца, никеля и хрома превышают их фоновые значения в несколько раз. Средние концентрации меди находятся примерно на одном уровне с фоновым значением.

Важно отметить, что концентрации хрома ни в одной из отобранных проб снежного покрова не превышает ПДК_{р-х}. Для свинца и никеля средние их концентрации не превышают ПДК_{р-х}, но имеются отдельные пробы, в которых наблюдается значительное превышение ПДК_{р-х} (в 1,5- 5 раз).

Для меди ПДК_{р-х} не превышают лишь 8 точек, что составляет 5,5% от всех проб. Остальные точки и даже фоновое значение превышают ПДК_{р-х} примерно в 5-7 раз, но при этом не превышают ПДК для вод хозяйственно-бытового (ПДК_{х-б.} = 1000 мкг/л) назначения.

3. Оценены возможные источники загрязнения тяжелыми металлами. Основной вклад в загрязнение вносят автомагистрали, крупные кольцевые пересечения, автомобильные мосты с непрерывным движением. К наиболее загрязненными улица и мостам г. Тюмень, в которых превышение ПДК_{р-х} для меди составляет 6-7 раз, для никеля примерно в 2 раза, для свинца в 1,5-2,5 раза, можно отнести: центральные улицы, такие как Ленина, Республики; ул. Алебашевская, в частности Профсоюзный мост; мост Челюскинцем, ул. Мельникайте, ул. Широтная, ул. Федюнинского.

Автомагистрали (ул. Ямская, Авторемонтная) и объездная дорога в Калининском АО вносят особенный вклад в загрязнение свинцом западную

часть г. Тюмень (концентрации свинца здесь находятся в диапазоне $10,4 \pm 2,1$ - $21,0 \pm 4,2$ мкг/л; превышение ПДК_{р-х} в 2-4 раза)

Железнодорожный вокзал, который находится почти в самом центре г. Тюмень тоже вносит значительный вклад в загрязнение города такими тяжелыми металлами, как свинец и никель. Наибольшая концентрация свинца вблизи ЖД вокзала составляет $24,8 \pm 5,0$ мкг/л (превышение ПДК_{р-х} в 4 раза), для никеля $20,3 \pm 3,7$ мкг/л (превышение ПДК_{р-х} в 2 раза).

Кроме главного загрязнителя – автотранспорта, различные промышленные предприятия также вносят существенный вклад в загрязнение города. Наибольшее содержание свинца было зафиксировано вблизи ОАО «Тюменский аккумуляторный завод» ($15,9 \pm 3,2$ мкг/л, превышение ПДК_{р-х} почти в 3 раза), рядом с МЗ «УГМК Сталь» обнаружены завышенные концентрации никеля (от $6,8 \pm 2,1$ мкг/л до $23,1 \pm 4,2$ мкг/л; превышение значений ПДК_{р-х} в среднем в 1,5 раза). Наибольшие концентрации меди наблюдаются вблизи Антипинского НПЗ и МЗ «УГМК Сталь» (от $3,9 \pm 1,6$ мкг/л до $9,6 \pm 3,9$ мкг/л, что составляет превышение ПДК_{р-х} примерно в 3-8 раз).

4. Кроме тяжелых металлов было определено количество взвешенных частиц. Содержание взвешенных частиц в снежном покрове г. Тюмени колеблется в пределах от 0,42 до 94,2 г/м². Содержание количества взвешенных веществ сокращается в ряду: железнодорожный вокзал → крупные заводы (Антипинский НПЗ, Metallургический завод «Электросталь Тюмени», заводы ЖБИ) → крупные транспортные развязки и мосты (мост Мельникайте, Профсоюзный, Монтажников) → оживленные дороги на центральных улицах (Ленина, Республики) → автовокзал.

4. Наиболее чистыми по содержанию тяжелых металлов и количеству взвешенных частиц и благоприятными районами для проживания являются в основном районы, которые удалены от города и подверженным техногенной нагрузке со стороны различных предприятий и автотранспорта. Это такие районы, как: микрорайоны Берязнековский и Княжево, деревня Метелева, коттеджный посёлок Комарово, деревня и жилой комплекс

«Ожогино». Также мене загрязнёнными являются: район Матмассы и Тарманы.

5. Также были составлены карты-схемы в программе Serfer. Проанализировав полученные данные, можно сказать, что ореолы, фиксирующие наиболее высокий уровень техногенной нагрузки, только для меди ориентированы в направлении господствующих ветров. Для остальных металлов и для распределения пылевого загрязнения снежного покрова направление господствующих ветров не оказывает существенного влияния.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1. Ознобихина, А.О. Тяжелые металлы в снежном покрове районов юга тюменской области / А.О. Ознобихина, Е.В. Гаевая // Геология и нефтегазоносность западно-сибирского мегабассейна (опыт, инновации): материалы XX международной научно-технической конференции (посвященной 60-летию Тюменского индустриального университета) (Тюмень, 24 ноября 2016 г.). – Тюмень, 2016 – С.192-195.
2. Катыгинская, О.Н. Влияние снежного покрова на накопление загрязняющих веществ в почве: магистерская диссертация. – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, 2016 – 112 с.
3. Медведев, А.Н. Процессы загрязнения в окружающей среде и их изучение. Учебное электронное текстовое издание / А.Н. Медведев, М.А. Медведева. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2009. – 83 с.
4. Буйволов, Ю.А. Программа комплексного исследования загрязнений наземных экосистем (введение в проблему мониторинга природной среды): методическое пособие / Ю.А. Буйволов, А.С. Боголюбов. – М.: Экосистема, 1997. – 17 с.
5. Studbooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studbooks.net/1239537/ekologiya/ekologicheskaya_obstanovka_osnovnye_zagryazniteli_snezhnogo_pokrova_saratova. Определение загрязнения путем снегомерных измерений (дата обращения: 01.02.2019).
6. Гарманова, Т.В. Мониторинг загрязнения снежного покрова пылеаэрозолями в городе Тюмень / Т.В. Гарманова, Н.С. Ларина // Вестник тюменского государственного университета. Экология и природопользование. –2012. – № 7 – С. 55-62.
7. Калманова, В.Б. Экологическое состояние снежного покрова как показатель качества урбанизированной среды (на примере г. Биробиджана) // Современные проблемы науки и образования. – 2015 – № 2-2 URL:

- <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21525> (дата обращения: 07.03.2019).
8. Исследование талой воды (снега) как показатель загрязнения атмосферы урбанизированной среды / Н. Е. Соловьёва, Е. А. Олькова, А. А. Алябьева, О. В. Краева // Молодой ученый. – 2015. – №14. – С. 668-672.
 9. Бокова, А. В. О чём молчит снег (исследование загрязнения снежного покрова путём биотестирования) / А.В. Бокова // Молодой ученый. – 2016. – №9.1. –С. 11-12.
 - 10.Топчилко, Е.В. Снежный покров как зеркало экологического состояния природы / Е.В. Топчилко, С. И. Сухоцкая // Мастерство online – 2017. – №4. – URL: http://ripo.unibel.by/assets/masterstvo_online/docs/13/6.pdf (дата обращения: 05.02.2019).
 - 11.Sorokina, O.I. Heavy metals in the air and in the snow cover of Ulaanbaatar city / O.I. Sorokina, N.E. Kosheleva, N.S. Kasimov // Geography and Natural Resources. – 2013. – Vol. 34, No. 3. – P. 291-301.
 - 12.Смирнова, С.М. Тяжелые металлы в снежном покрове г. Николаева / С.М. Смирнова, В.В. Долин // Сборник научных трудов института геохимии окружающей среды. – 2011. – №19. – С. 115-125.
 - 13.Assessment of pollution levels and human health risk of heavy metals in snow dust (case study, Yerevan) / N. Maghakyan, G. Teranosyan, O. Belyaeva et al. // 18th International Conference on Heavy Metals in the Environment (Ghent, Belgium, 12-15 September 2016). – Ghent, 2016. – P. 334-335.
 - 14.Василевич, М.И. Формирование химического состава снежного покрова в таежной зоне Европейского северо-востока России: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. – М., 2009. - 160 с.
 - 15.Results of AAS measurements of atmospheric trace metals deposition in snow cover in lower kama urban agglomeration / S. V. Dvoryak, G. V. Mavrin, A. I. Mansurova et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2015. – Vol. 6, No. 5. – P. 1576–1584.

16. HintFox [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hintfox.com/article/ekologicheskaja-sityatsija-okryzhajuschej-sredicherez-sneg.html>. Экологическая ситуация окружающей среды через снег (дата обращения: 05.02.2019).
17. Кольцова, А. Н. Исследование содержания тяжелых металлов в снежном покрове Чувашской республики / А. Н. Кольцова, В.В. Сироткин // Вестник ЧГУ. – 2006. – №4. – С. 171-173.
18. Heavy metals in the air and their adverse effects on human being health / N. A. Osipova, E. P. Yankovich, E.G. Yazikov, A.V. Talovskaya // 7th International Forum on Strategic Technology (Tomsk, Russian Federation, 18- 21 September, 2012). – Tomsk, 2012.
19. Features of heavy metals accumulation in the snow cover of the Russian north urbanized territories on the example of Arkhangelsk / N. Chagina, M. Nikitina, E. Aivazova et al. // Air Pollution and Climate Change: SGEM2018 Conference Proceedings. – 2018. – Vol. 18, No. 4.2.
20. Source and origin of atmospheric trace elements entrapped in winter snow of the Italian Eastern Alps / P. Gabrielli, G. Cozzi, S. Torcini et al. // Atmospheric Chemistry and Physics Discussions. – 2006. – Vol. 6. – P. 8781–8815.
21. Нестеров, Е.М. Мониторинг поведения тяжелых металлов в снежном и почвенном покровах центральной части Санкт-Петербурга / Е.М. Нестеров, Л.М. Зарина, М.А. Пискунова // Вестник московского государственного. – 2009. – №1. – С.27-34.
22. Яковлев, Ю.В. О формах нахождения химических элементов в атмосфере: распределение микроэлементов между парами атмосферной влаги и аэрозолем в приземных слоях воздуха / Ю.В. Яковлев, А.З. Миклишанский, Б.В. Савельев // Геохимия. – 1978 – №1. – С. 3-10.
23. Иванов, В.Б. Распределение загрязнения тяжелыми металлами в снежном покрове г. Нижневартовск / В.Б. Иванов, Э.А. Мухаметдинова, В.С. Королик // Вестник тюменского государственного университета. Экология и природопользование. – 2010. – №3. – С. 148-153.

24. Исследование содержания тяжелых металлов в снеговом покрове г. Архангельска и оценка их влияния на здоровье населения / Н.Б. Чагина, Е.А. Айвазова, Н.Л. Иванченко и др. // Вестник САФУ. Сер: Естеств. науки. – 2016. – № 4. – С. 57–68.
25. Environmental impacts of urban snow management — The alpine case study of Innsbruck / C. Engelhard, De Toffol Se, I. Lek, et al. // Science of The Total Environment. – 2007. – Vol. 382, No. 2-3. – P. 286-294.
26. Metal contamination of short-term snow cover near urban crossroads: correlation analysis of metal content and fine particles distribution / M. V. Vasic, A. Mihailovic, U. Kozmidis-Luburic et al. // Chemosphere. – 2012. – Vol. 86, No. 6. – P. 585-592.
27. Nitskaya, S. G. Study of snow cover of functional zones of city territory / S. G. Nitskaya, Y. V. Lunev, E. I. Danilina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 451.
28. Zarina, L., Comparative analysis of the Results of Ecological-geochemical Investigations of the Snow Cover on Urbanized Areas with Different Technogenic Load / L. Zarina, I. Gracheva, E. Nesterova // Procedia Environmental Sciences. – 2011. – Vol. 8. – P. 382-388.
29. Мосин, О.В. Статья об антигололёдных средствах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.o8ode.ru/article/krie/noice/article.htm> (дата обращения: 05.02.2019).
30. Adil, E. Monitoring of Heavy Metals in Urban Snow as Indicator of Atmosphere Pollution / E. Adil // International Journal of Environmental Analytical Chemistry. – 2002. – Vol. 282, No. 1. – P. 37-45.
31. Рогулева, Н.О. Оценка загрязненности и биотоксичности снежного покрова парков г. Самары / Н.О. Рогулева // Вестник СамГУ. – 2009. – № 4(70). – С. 198-205.
32. Ondar, U.V. Roentgen fluorescent control of heavy metals in precipitation of snow cover / U.V. Ondar, I.V. Chambal, S.O. Ondar // Research journal of

- pharmaceutical, biological and chemical sciences. – 2016. – Vol. 7, No. 1. – P. 2157-2163.
33. Боев, В. А. Тяжелые металлы в снежном покрове тюменского района тюменской области / В. А. Боев, А.А. Лежнина // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. – 2017. – №7. – С. 41-48.
34. Химики - экологическая оценка загрязнения свинцом атмосферы города Тюмени / Е.В. Крестьянникова, В.В. Козлова, Н.С. Ларина, С.И. Ларин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17. – №5(2). – С. 679-684.
35. Studme [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studme.org/169013/ekologiya/monitoring_zagryazneniya_snezhnogo_pokrova/. Мониторинг загрязнения снежного покрова (дата обращения: 27.02.2019).
36. Zarina, L.M. Ecological Geochemical Investigations of the Contents of Heavy Metals in the Snow Cover in the Saint- Petersburg Region with Application of GIS Technologies / L.M. Zarina, S.V. Lebedev, E.M. Nesterov // International Journal of Chemical Engineering and Applications. – 2011. – Vol. 2, No. 2. – P. 117-120.
37. Дорожукова, С. Л. Оценка воздействия нефтегазодобывающей промышленности Тюменской области на окружающую среду / С.Л. Дорожукова. – М.: ИМГРЭ, 2013. – 320 с.
38. Betosteel [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://betosteel.ru/ecology/tyumen-7.html#5>. Экология и климат города Тюмень (дата обращения: 4.03.2019).
39. Гусейнов, А.Н. Экология города Тюмени. Состояние, проблемы / А.Н. Гусейнов. – Тюмень: Слово, 2014. – 170с.
40. Livejournal [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zelenka-tmn.livejournal.com/4817.html>. Анализ экологической обстановки в г. Тюмени (дата обращения: 04.03.2019).

41. Экономическая и социальная география тюменской области: учебн. пособие для заочной формы обучения с применением дистанционных технологий / под ред. доцента В. А. Ермолаевой. – Тюмень: Изд-во Тюменского гос. ун-та, 2007. – 256 с.
42. Гашев, Н.А. Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области): дис. ... док. биол. наук: 03.00.16. – Тюмень. – 2003. – 379с.
43. Stud24 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: stud24.ru/ecology/istochniki-zagryazneniya/439690-1654409-page1.html.
Источники загрязнения (дата обращения: 04.03.2019)
44. Теплая, Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды / Г.А. Теплая // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – №1 (23). – С.182-192.
45. Техногенные системы и химическая безопасность: учебное пособие для лекционного курса «Техногенные системы и экологический риск» / Н.А. Улахович, С.С. Бабкина, Э.П. Медянцева и др. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2012. – 110 с.
46. Дабахов, М.В. Экотоксикология и проблемы нормирования / М.В. Дабахов, Е.В. Дабахова, В.И. Титова. – Н. Новгород: Изд-во НГСХА, 2005. – 165 с.
47. Heavy metals in fresh snow collected at different altitudes in the Chamonix and Maurienne valleys, French Alps: initial results / A. Veysseyre, K. Moutard, C. Ferrari et al. // Atmospheric Environment. – 2001. – Vol. 35, No.2. – P. 415-425.
48. Siudek, P. Trace element distribution in the snow cover from an urban area in central Poland / P. Siudek, M. Frankowski, J. Sierpak // Environmental Monitoring and Assessment. – 2015. – Vol. 187, No. 5. – P. 225-240.
49. Chelpogoda [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.chelpogoda.ru/>. Загрязняющие вещества (дата обращения: 27.03.2019)

50. Chemie Mania [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.chemiemaniamania.ru/chemies-9542-1.html>. Хром (дата обращения: 22.04.2019)
51. Илларионова, Е.А. Химико-токсикологический анализ тяжелых металлов: учебн. пособие / Е.А. Илларионова, И.П. Сыроватский. – ГФБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, кафедра фармацевтической и токсикологической химии. – Иркутск: ИГМУ, 2016. – 58 с.
52. 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.
53. Методические рекомендации по степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве МР 5174-90. М.: ИМГРЭ, 1990. – 9 с.
54. Руководство по контролю загрязнения атмосферы: РД 52.04.186-89. М.: Гидрометеоздат, 1991. – 693 с.
55. ГОСТ Р 57162-2016 Вода. Определение содержания элементов методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией. – М.: Стандартинформ, 2016. – 19 с.
56. Руководство по эксплуатации contrAA 700, 2009. – 103 с.
57. Пупышев, А.А. Пламенный и электротермический атомно-абсорбционный анализ с использованием спектрометра AAnalyst 800. Учебное электронное текстовое издание / А.А. Пупышев. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2008. – 101 с.
58. Гайнутдинова, В.В. Мониторинг аэрозольного загрязнения и распределения тяжелых металлов в снежном покрове города Тюмени / В.В. Гайнутдинова, А.Ю. Кравчук, Г.Н. Шигабаева // Экологический мониторинг и биоразнообразие: материалы VIII Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции (Ишим, 25-26 декабря 2018г.). – Ишим: Изд-во ИПИ им. П.П. Ершова (филиала) ТюмГУ, 2018. – С.14-17.

- 59.Кравчук, А.Ю. Оценка загрязнения снежного покрова тяжелыми металлами в городе Тюмень / А.Ю. Кравчук, Г.Н. Шигабаева // Водные ресурсы – основа устойчивого развития поселений Сибири и Арктики в XXI веке: сборник докладов XXI Международной научно-практической конференции (Тюмень, 22 марта 2019 г.). Том I. – Тюмень: ТИУ, 2019. – С. 144-149.
- 60.Гайнутдинова, В.В. Мониторинг аэрозольного загрязнения снежного покрова города Тюмень / В.В. Гайнутдинова, А.Ю. Кравчук, Г.Н. Шигабаева // Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах: материалы III Международной школы-семинар для молодых исследователей (Тюмень, 23-28 апреля 2018г.). – Тюмень: ТюмГУ, 2018, С. 343-347.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Глава изъята автором