

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

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ
Кафедра Геоэкологии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ
В ГЭК

Заведующий кафедрой
Доктор биологических наук
А.В. Синдирева
_____ 2021 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистерская диссертация

ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ГОРОДА НИЖНЕВАРТОВСКА

05.04.06 «Экология и природопользование»

Магистерская программа «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»

Выполнил работу
студент 2 курса
очной формы обучения

Шаманский
Владислав
Вячеславович

Научный руководитель
К.г.н.,
доцент

Якимов
Артем
Сергеевич

Рецензент
К.г.-м.н.,
доцент

Устинова
Елена
Валерьевна

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ	5
1.1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
1.2. ПОНЯТИЕ О СЕЛИТЕБНЫХ И ГОРОДСКИХ ЛАНДШАФТАХ	7
1.3. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ГОРОДСКИХ ПОЧВ	17
1.4. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ	24
1.5. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	31
ГЛАВА 2. РАЙОН И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	34
2.1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ	34
2.2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	36
2.2.1. ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	36
2.3. МЕТОД ИК-СПЕКТРОСКОПИИ	38
2.4. ФЛУОРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД	42
ГЛАВА 3. СОДЕРЖАНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ В СНЕЖНОМ И ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА НИЖНЕВАРТОВСКА	49
3.1. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ	49
3.2. СОДЕРЖАНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВЕ	54
3.3. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	67
ПРИЛОЖЕНИЕ	68
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	69

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность

Научно-исследовательская работа посвящена изучению геохимического состояния почв города Нижневартовска. Геохимия городских почв является одним из актуальных междисциплинарных направлений, которое динамично развивается в последнее время. Город является сложным природно-антропогенным объектом с преобладанием техногенных компонентов. Следует отметить, что на природную ландшафтно-геохимическую основу накладываются различные виды хозяйственной деятельности. В результате формируются полиэлементные техногенные геохимические аномалии.

Одним из главных источников поступления тяжелых металлов в почвы является пыль и атмосферные осадки. Аэрозольные частицы дымовых газов при остывании адсорбируют свинец, кадмий, ртуть и другие элементы, которые впоследствии осаждаются на почвенно-растительном покрове. Запыленность также вносит заметный вклад в этот процесс, поскольку вместе с пылью могут переноситься тяжелые металлы и другие химические элементы в различных компонентах городского ландшафта.

Объект исследования – почвы города Нижневартовск.

Предмет исследования – Распределение загрязняющих веществ (углеводороды, тяжёлые металлы) в почвах на территории города Нижневартовска.

Цель: Установить особенности распределения углеводородов и тяжелых металлов в почвах города Нижневартовска.

Задачи:

1. Определить химический состав городских почв.
2. Выявить факторы, влияющие на динамику загрязняющих веществ.
3. Сравнить концентрацию углеводородов и тяжелых металлов с имеющимся, ПДК и ПДВ.

Защищаемые положения

1. Рассмотрены существующие документы, регламентирующие значение ПДК и ПДВ, не отвечают региональным природным особенностям данных загрязнителей, поэтому в качестве эталона для сравнительного анализа были выбраны фоновые почвы.

2. Содержание углеводов находятся в фоновых пределах, за исключением двух точек которые подверглись высокому уровню загрязнения, концентрация тяжелых металлов имеет фоновые пределы. Значения тяжелых металлов в снежном покрове, составляет минимальные либо оптимальные концентрации.

Научная новизна

Заключается в впервые проведенном полном комплексном анализе геохимической обстановке почвенного и снежного покрова города Нижневартовск, включающие определения содержания нефтепродуктов и тяжёлых металлов, в разных участках города. В дальнейшем полученные данные могут использоваться, в исследованиях, и мониторинге окружающей среды города.

ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОЧВ

1.1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Загрязнение — привнесение в окружающую среду или возникновение в ней новых (обычно не характерных для нее) вредных химических, физических, биологических, информационных агентов. Загрязнение может возникать в результате естественных причин (природных) или под влиянием деятельности человека (антропогенное загрязнение).

Геохимическое загрязнение объектов окружающей среды выражается в изменении их химического состава по сравнению со среднефоновым, характерным для данного типа ландшафта.

Геохимия (от др.-греч. γῆ «Земля» + химия) — наука о химическом составе Земли и планет, законах распределения и движения элементов и изотопов в различных геологических средах, процессах формирования горных пород, почв и природных вод.

Миграция химических элементов (*migratio* – перемещение, лат) – перемещение химических элементов и их соединений под действием различных факторов, что сопровождается их концентрированием или рассеянием.

Нефтепродукты - это смеси углеводородов, а также индивидуальные химические соединения, получаемые путем переработки нефти и попутных нефтяных газов.

Тяжелые металлы – класс металлов и их соединений, которые при попадании в организм и накоплении в нем, могут приводить к негативным последствиям.

Ландшафт природный — ландшафт, сформировавшийся исключительно под влиянием природных факторов и не преобразованный хозяйственной деятельностью человека.

Почва – самый поверхностный слой суши земного шара, возникший в результате изменения горных пород под воздействием живых и мертвых организмов (растительности, животных, микроорганизмов), солнечного тепла и атмосферных осадков

Снежный покров — слой снега на поверхности Земли, образовавшийся в результате снегопадов и метелей.

1.2. ПОНЯТИЕ О СЕЛИТЕБНЫХ И ГОРОДСКИХ ЛАНДШАФТАХ

Селитебные ландшафты (с лат. «селить») – антропогенные ландшафты населенных пунктов с их постройками, улицами. Впервые селитебные антропогенные ландшафты выделил Ф.Н. Мильков (1973).

В Толковом словаре русского языка Д. Н. Ушакова про селитьбу (от слова «селить») сказано: «Земельная площадь в городах и др. населенных пунктах, занятая постройками, садами, городскими проездами» [Ушаков, 1940]. От этого четкого и ясного определения селитьбы отходят составители Краткой географической энциклопедии, ограничивающие селитебные земли земельными участками только городов и поселков городского типа.

С нашей точки зрения, селитебные ландшафты - это антропогенные ландшафты населенных мест: городов и сел с их постройками, улицами, дорогами, садами и парками.

По степени преобразованности селитебные ландшафты делятся на два типа: городские и сельские антропогенные ландшафты.

Точных и к тому же универсальных критериев для разграничения города и села не существует. «В разных странах имеются различные критерии, разделяющие городские и сельские поселения. Во всяком случае город - это относительно большой населенный пункт, преобладающая часть жителей которого заняла несельскохозяйственным трудом» [Саушкин, 1970]. Но даже и это столь общее определение не отражает всей специфики города. В малых городах многих стран нередко основным занятием жителей является сельское хозяйство. Что касается минимума жителей для города, то он сильно колеблется по разным странам: в Японии - 30 тыс. человек, в США - 2,5 тыс., в Канаде - 1 тыс. человек. В СССР минимум жителей для города устанавливается отдельно по каждой союзной республике, например, в РСФСР он составляет 12 тыс. человек, в Грузии и Туркмении - 5 тыс. человек.

И в антропогенных ландшафтах малого города и крупного села порой трудно найти существенные различия. В целом, однако, городские ландшафты отличаются значительно более глубоким преобразованием природной среды по

сравнению с сельскими ландшафтами.

Городские ландшафты

Город как тип ландшафта моложе сельских поселений [Девис, 1965; Грушка, 1963]. По Э. Грушка, первые города возникли в Междуречье около 4 тыс. лет до н. э. К. Девис образование первых небольших городов относит к еще более раннему времени – 6000-5000 лет до н. э.

В городах живет сейчас не менее трети всего человечества, одних крупных городов с населением более 100 тыс. человек в каждом около 2 тыс. В наиболее урбанизированных странах большая часть населения проживает в городах. Много городов принадлежит к числу сверхкрупных, с населением более 1 млн. человек. В СССР таких городов - «миллионеров» в 1970 г. было 10.

В густонаселенных странах встречаются агломерации - скопления городов, перерастающие в «сверхагломерации» - мегалополисы типа Рура или побережья Северного моря от Гента до Амстердама в Западной Европе, Атлантического побережья от Бостона на севере до Вашингтона на юге в США.

С развитием общества наблюдаются тенденция роста городов и увеличение доли городского населения. Тенденция эта стала особенно заметной в наше время. В ФРГ, например, ежегодно застраивается 260 км² земли, ранее находившейся под лесами и пашней. Уже к началу 60-х годов 10% всей территории этой страны находилось под камнем и цементом. В Великобритании города занимают около 12% всей ее территории. Пройдет, очевидно, немного десятилетий, и преобладающая часть населения Земли станет городской. В этой связи городское ландшафтоведение следует рассматривать одним из ведущих разделов антропогенного ландшафтоведения.

Природные условия городов отличаются большим своеобразием. На большей части территории города почти нацело уничтожена растительность, а почвы одеты сверху асфальтом и камнем. Растительность, очень далекая от естественной как по-своему флористическому составу, так и по группировкам, сосредоточена на ограниченной площади парков и скверов, а также однорядных

озеленительных полос на улицах. Тем не менее, город есть подлинная экосистема не только со своей «каменной» литогенной основой и специфической растительностью, но и особым животным миром.

Городская фауна наземных позвоночных г. Мелитополя (по наблюдениям 1964-1968 гг.) состоит из 10 видов млекопитающих, 100 видов птиц, 3 видов рептилий и 2 видов амфибий [Филонов, 1969]. В городе обособляется до пяти типов местообитаний, каждое из которых летом характеризуется своим набором видов позвоночных животных: 1) постройки и застроенные кварталы, 2) парки и лесопарки, 3) сады, 4) открытые пространства пустырей, склонов балок и дорог, 5) водоемы.

Многолетние наблюдения (с 1948 г.) показали богатую фауну птиц г. Харькова: обнаружено 82 вида, из них гнездящихся - 36, пролетных - 21 и зимующих - 33 [Лисецкий, 1969]. В Ленинграде гнездятся 53 вида птиц - 19,7% от всей орнитофауны Ленинградской области, в Москве - 50 видов птиц - 23%, орнитофауны Московской области [Строков, 1970].

Богатство и разнообразие орнитофауны - общая черта городского биоценоза. Птицы легко приспособляются к культурным ландшафтам, и «настоящих беглецов от культуры среди птиц почти нет». Преобладают среди птиц представители отряда воробьиных, в некоторых городах доля их достигает 80% и больше.

Асфальтовое и каменное покрытие создает в городах совершенно новые условия для поверхностного стока. Значительная часть его отводится в искусственную подземную канализационную сеть, остатки сбрасываются по открытым водосливам в ближайшую речную сеть.

Город не только загрязняет воды протекающих в нем рек, но и меняет саму гидрографическую сеть. В Москве, Марселе и ряде других крупных городов на месте скрытых под асфальтом рек благоустроенные улицы с многоэтажной застройкой.

Приморские крупные города существенным образом меняют очертания береговой линии. Воздействие города на береговую линию сложное, многозначное, что хорошо видно на примере Японии.

В районе городов Токио и Осака установлено очень энергичное оседание поверхности, вызванное главным образом откачкой подземных вод. В Токио интенсивное опускание города, местами до 20 см в год, охватило площадь в 300 км². Средняя скорость опускания в Осака на площади в 90 км² составляет 10 см/год [Котлов, 1963]. И здесь же, на восточном берегу Токийского залива, человек отвоевывает у моря новые участки суши путем засыпки мелководий. В районе Кобе для размещения портовых сооружений и городских кварталов создаются на мелководье два искусственных острова площадью в 436 и 600 га. 100 га первого острова уже было засыпано к 1971 г. Значительные антропогенные изменения претерпевает береговая линия Финского залива в районе Ленинграда. Здесь намечено в ближайшее время «отнять» у моря и использовать под городскую застройку 270 га земель.

Многосторонне воздействие городов на рельеф. В ряде случаев оно приобретает региональный характер. Выше были отмечены опускание поверхности городов Токио и Осака. Пожалуй, еще более поразительные данные относительно г. Мехико. Осадка Мехико под влиянием откачки вод за период с 1880 по 1960 г. достигла 6-7 м. Осадке способствуют геологические особенности города, расположенного в Мексиканской впадине, заполненной рыхлыми четвертичными и третичными отложениями. Откачка воды в них составляет 812 160 м³ в сутки [Котлов, 1963]. Скорость осадки г. Мехико за период с 1947 по 1952 г. достигла в разных частях города 19-45 см/год. Начиная с 1952 г. откачка воды несколько сократилась, снизилось и оседание города до 8-10 см в год.

В городах много искусственных форм рельефа. Это выемки вдоль дорог на крутых склонах, засыпанные отходами балки и овраги, а также различного рода искусственно приподнятые, насыпные комплексы. В Ленинграде искусственно «приподнята» на 3 м, и сейчас застраивается затоплявшаяся ранее

западная часть Васильевского острова. Мощность насыпных грунтов в Байковых оврагах г. Киева достигает 44 м [Котлов, Брашнина, Сипягина, 1967]. В г. Воронеже, в устье Ботанической балки, мощность антропогенных отложений составляет около 20 м; на месте широкой устьевой части балки здесь создана крупная искусственная площадка, территория которой продолжает расширяться, хотя и сейчас по ней проложены железная и асфальтированная шоссейная дороги, трамвайная линия. Рядом с этим антропогенным комплексом в балку спускается узкий насыпной вал, не отличающийся от естественного. Когда-то по нему проходила колея трамвайной линии, сейчас перенесенная в другое место.

При заполнении оврагов намывной пульпой в случае неправильных расчетов может возникнуть угроза возникновения антропогенных селей, особенно опасных в городской черте. Один из них случился в Киеве в Бабьем Яру - очень глубоком (до 53 м) и длинном овраге. Здесь было намывто до 4 млн. м³ пульпы, которая 13 марта 1961 г. пришла в движение и устремилась вниз по оврагу со скоростью 5 м/сек. В район Подола выплыло 700 тыс. м³ намывных грунтов, при этом было затоплено 25 га городской территории при толщине земляного вала в устьевой части в 6 м [Котлов, Брашнина, Сипягина, 1967].

В последние десятилетия в связи с ростом техники заметно увеличилась селитебная территория приречных городов за счет искусственного повышения уровня пойменных земель. Интересный случай антропогенной трансформации поймы в надпойменную террасу известен в Киеве. Здесь в районе Подола поверхность пойменной террасы Днепра была приподнята за счет насыпных и намывных грунтов на 2-15 м, после чего она была густо застроена. Вследствие этого некоторые геологи приподнятую часть поймы стали относить к надпойменной террасе, что нашло отражение даже на некоторых геологических картах города [Котлов, Брашнина, Сипягина, 1967].

Крупный город обладает своим специфическим климатом [Кратцер, 1958]. Для него характерны повышенная запыленность и задымленность атмосферы, более высокая температура воздуха (до 1-2°), большая

повторяемость туманов и морозящих осадков, общее снижение скорости ветра с резким усилением его на узких улицах и перекрестках. В промышленных центрах задымленность атмосферы ведет к значительному снижению годовых сумм солнечной радиации - вдвое в Нью-Йорке и на 40% в Руре. Во время температурных инверсий на многие промышленные города Запада опускается смог - густой туман, пропитанный копотью и сажой, трудно переносимый людьми с легочными и сердечно-сосудистыми заболеваниями.

В Харькове на 10-17% ослаблена прямая солнечная радиация, на 5% уменьшена продолжительность солнечного сияния, на 1-1,5° повышена температура воздуха, на 5-10 дней короче период со снежным покровом, на 3-5, иногда на 8 дней больше повторяемость туманов [Дубинский, Бабич, Лотошникова, 1971].

Климатические особенности города весьма зримо прослеживаются по фенологическому ходу весны. В Воронеже вишня, слива и яблоня зацветают на два-три дня раньше, чем в ближайших его окрестностях.

Таковы в общих чертах особенности физико-географических условий городов. Как видим, природа здесь настолько изменена, что восстановление ее девственного облика возможно далеко не во всех случаях.

Город - сложный объект, изучением которого в разных аспектах занимаются экономисты, архитекторы, историки, археологи, геологи, климатологи, зоологи, ботаники и другие специалисты. Принимая во внимание специфику городской природы, задачей ландшафтных исследований в городе мы считаем:

1. Выявление и характеристику восстановленных (догородских) ландшафтов - физико-географических провинций районов и подрайонов, типов

Территория города чаще всего располагается в пределах одной провинции. Интересным примером, когда через город проходит не только провинциальная, но и зональная граница, служит Киев. Основная территория Киева находится в лесостепной провинции Подольской и Приднепровской возвышенностей, левобережье - в лесостепной провинции террасовых равнин

Приднепровской низменности, а север - в Полесской провинции смешанных лесов, местности, урочищ. При изучении восстановленных ландшафтов помимо полевых наблюдений большое значение приобретает использование архивных и археологических материалов, исторических источников.

2. Выявление, картирование и характеристику современных городских ландшафтов, развитых на участках, лишенных техногенного покрова. Это не только сады, скверы и парки, но и включенные в городскую черту целые куски «живой» природы в виде антропогенных лугов, вторичных, а иногда и коренных лесов. Включение «живой» природы в структуру вновь создаваемых городов особенно характерно для стран социализма, В той или иной мере процесс этот наблюдается повсеместно. «Развитие населенных мест неудержимо идет от компактных и замкнутых поселений (город как противоположность окружающей среды) к заселенной территории» [Грушка, 1963].

3. Выявление и характеристику ландшафтно-техногенных комплексов. Это уже область прикладного архитектурно-городского ландшафтоведения, синтезирующего карты техногенного покрова, восстановленных и современных ландшафтов.

Составление очень важных для городского ландшафтоведения карт техногенного покрова не входит в задачу ландшафтоведов. Они - первичный материал, основа, такая же, как и используемые в ландшафтоведении топографические карты. Большинство техногенных городских комплексов, созданных строителями и архитекторами (здания, мосты и т. д.), так и не становятся ландшафтными комплексами, оставаясь на протяжении всего своего существования инженерными сооружениями. Для географа-ландшафтоведа они представляют интерес не сами по себе, а как один из компонентов ландшафтно-техногенных комплексов, с одной стороны, и как фактор воздействия на рядом расположенные ландшафтные комплексы путем перераспределения стока, изменения скорости и направления ветра и т. п. - с другой.

Если при составлении карт восстановленных и современных городских

ландшафтов мы вправе пользоваться методикой и терминологией, разработанными в природном ландшафтоведении, то менее ясен вопрос с картированием ландшафтно-техногенных комплексов. Простое использование здесь таких таксонов природного ландшафтоведения, как тип местности и тип урочища, представляется неоправданным. Едва ли кто серьезно решится выделять на территории Москвы «урочище Кузнецкого моста», хотя близкие к этому предложения и высказывались некоторыми орнитологами [Строков, 1970].

При изучении ландшафтно-техногенных комплексов, бесспорно, полезным окажется опыт систематики городских ландшафтов, накопленный строителями и архитекторами. По-видимому, вполне целесообразно использовать такие устоявшиеся архитектурно-строительные термины, как микрорайон, массив, участок.

Особого внимания заслуживают данные ландшафтной архитектуры, стремящейся к гармоничному слиянию архитектурных объектов с природными ландшафтами [Залеская, 1964]. Трактовка архитектурного ландшафта несколько отлична от трактовки географического ландшафта. **Архитектурный ландшафт** — это взаимосвязанная в эстетическом отношении гармоничная система природных ландшафтов и создаваемых человеком строительных, дорожных и садово-парковых объектов. Некоторые архитекторы с целью упорядочения терминологии, предлагают различать три понятия, придавая им таксономическое значение (сверху вниз): ландшафт, пейзаж, вид [Залеская, 1964].

Таким образом, в городском ландшафтоведении следует четко разграничивать восстановленные и современные ландшафты, ландшафтно-техногенные комплексы и техногенные объекты. Как далеко может завестись забвение этого положения, можно судить по статье Ф. В. Тарасова (1971), в которой в качестве примера одной из структурных единиц «городского ландшафта» - массива - на равных правах перечисляются массивы пашен, акватории небольших водохранилищ, аэродромы, карьеры с отвалами горных

пород, садовые массивы и даже небольшие рабочие или дачные поселки. Здесь в одну таксономическую ландшафтную единицу объединены качественно различные и несопоставимые объекты: пашня, водохранилище, карьер с отвалами горных пород, являющиеся антропогенными ландшафтами, и аэродромы с рабочими поселками, относящиеся к ландшафтно-техногенным комплексам.

Типы городского ландшафта

Городские ландшафты азональны, поэтому нельзя признать удачной попытку некоторых авторов классифицировать их в соответствии с зональными типами естественных ландшафтов.

В основу выделения типов городского ландшафта мы положили три взаимосвязанных показателя: 1) степень озелененности; 2) этажность застройки; 3) «каменистость» - степень застроенности зданиями, доля асфальтового, брусчатого и другого каменного покрытия. Эти три показателя достаточно хорошо раскрывают сохранность в городе антропогенных ландшафтов, их соотношение с ландшафтно-техногенными комплексами.

1. Садово-парковый тип городского ландшафта характеризуется максимальной для города озелененностью, «открытыми» (не заасфальтированными) почвами, сложными, фаунистически богатыми биоценозами. Участие ландшафтно-техногенных комплексов в этом типе ландшафта незначительно.

2. Малоэтажный тип городского ландшафта представляет собою сложную мозаику небольших по площади ландшафтно-техногенных комплексов (одно- и двухэтажные постройки) и антропогенных ландшафтов в виде садов и огородов. Как и в предыдущем типе, преобладают «открытые» почвы, но биоценозы здесь беднее по сравнению с садово-парковыми ландшафтами. Развита по окраинам крупных городов и в мелких городах с преобладанием частной (индивидуальной) застройки.

3. Многоэтажный тип городского ландшафта. Преобладают ландшафтно-техногенные комплексы в форме многоэтажных зданий, заасфальтированных дворов и площадей. Уцелевшие ландшафтные комплексы сильно

преобразованы, отличаются низкой озелененностью, фаунистически бедными биоценозами, резким преобладанием «закрытых» почв.

Под «закрытыми» почвами мы понимаем скрытые под асфальтом и другим каменным покрытием почвы городских улиц, площадей и дворов. Строение их, пожалуй, лучше, чем что-либо другое, раскрывает историю развития городских ландшафтно-техногенных комплексов.

4. Заводской тип городского ландшафта. Хотя территория современного завода по степени озелененности во многих случаях мало уступает многоэтажному типу городского ландшафта, она тем не менее имеет много специфичного. Ее характеризует массивность «закрытых» почв (асфальтовое и каменное покрытие в виде крупных сплошных массивов) и высокая степень насыщенности техногенными объектами особого функционального назначения. Вот почему биоценозы заводской территории отличны от биоценозов других, хотя бы и рядом лежащих типов городского ландшафта.

У типов городского ландшафта, сочетание которых определяет внутреннюю структуру города, представляется целесообразным различать зонально-провинциальные варианты. Они отражают специфику основных зональных и региональных черт природы.

При изучении городов всегда принимают во внимание так называемую пригородную зону. По словам Джорджа Уэруэйна (1965), «пригородная зона - это по сути дела продолжение города как реальное, так и потенциальное». И все же мы не склонны выделять ее территорию в особый - пригородный тип городского ландшафта. В ней в разных сочетаниях находят выражение уже известные нам типы городских и сельских селитебных, водных, лесных и сельскохозяйственных антропогенных ландшафтов. Пригородная зона - реальность при экономико-географическом изучении городов, их функциональном зонировании, но она не находит места при картировании антропогенных объектов в ландшафтно-типологическом аспекте.

1.3. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Геохимический анализ состояния городов.

Основной геохимический закон В.М. Гольдшмидта. Согласно [Перельман, 1975] этому закону кларки элементов зависят от строения атомного ядра, а их миграция – от наружных электронов, определяющих химические свойства элементов. Это глубокое обобщение нуждается в некоторых коррективах: кларки земной коры зависят не только от строения атомного ядра, но и от химических свойств (строения электронных оболочек), т.к. сама кора является продуктом миграции – выплавления базальтов из мантии и других процессов. Все же важнейшие закономерности кларков, зависят от строения атомных ядер (кислорода много, золото мало и т.д.). С другой стороны, и миграция элементов зависит не только от химических свойств, но и от кларков, которые во многом определяют содержание элементов в растворах и расплавах, их способность к сожжению, минералообразованию и т.д. Поэтому миграция элемента определяется как его химическими свойствами, так и величиной кларка.

Внутренние и внешние факторы миграции. К первым А.Е. Ферсман отнес [Перельман, 1975] свойства химических элементов, определяемые строением атомов – их способность давать летучие, растворимые или инертные формы. К внешним факторам относятся ландшафтно-геохимические условия, определяющие поведение элементов в различных окислительно-восстановительных, щелочно-кислотных и других обстановках.

Виды миграции химических элементов. Выделяются 4 основных вида миграции в зависимости от формы движения материи [Перельман, 1975]. Понятие об этих формах, как известно, разработал Ф. Энгельс, [Перельман, 1975] выделивший механическую, физическую, химическую, биологическую и

социальную формы движения материи. В последние десятилетие дискутируется вопрос о выделении также кибернетической, субатомной, геологической, географической и других форм движения материи. Неясность многих положений заставил нас взять за основу первоначальную систематику Энгельса.

Наиболее простой является миграция, подчиняющаяся законам механики, - образование россыпей, ветровая и водная эрозия и т.д. Эта механическая миграция зависит преимущественно от величины частиц минералов и пород, их плотности, скорости движения вод, ветра. Химические свойства элементов часто не имеют значения, и такие различные элементы, как K, Si, Al, входя в состав переносимой ветром песчинки ортоклаза (K_2, Al_2, Si_6, O_{16}), мигрируют с одинаковой скоростью.

Сложнее процессы, сущность которых определяется законами физики и химии – диффузией, растворением, осаждением, сорбцией, десорбцией и т.д. Это физико-химическая миграция. Лучше всего изучена миграция веществ в водных растворах в виде ионов (ионная миграция), зависящая от растворимости солей, щелочно-кислотных и окислительно-восстановительных условий. Иным законам подчиняется коллоидная миграция, миграция газов.

Еще сложнее биогенная миграция, выделенная В.И. Вернадским, [Перельман, 1975] обязанная деятельности организмов. Эта миграция не может анализироваться только на основе общих законов физики и химии. Также константы элементов, как радиусы ионов, валентность, недостаточны для анализа биогенной миграции. Организмы существуют в особом информационном поле, для них характерны процессы управления, переработки информации, отсутствующие в неживой природе.

Самой сложной является техногенная миграция, связанная с общественными процессами. К ней относится отработка месторождений полезных ископаемых, нефтепроводы, экспорт и импорт и т.д. Она определяется социальными закономерностями, хотя ей присущи и все более простые формы движения.

В зависимости от вида миграции выделяют три основных ряда элементарных и геохимических ландшафтов.

1. Абиогенные ландшафты, для которых характерна только механическая и физико-химическая миграция.

2. Биогенные ландшафты с ведущим значением биогенной миграции и подчиненной ролью физико-химических и механических процессов.

3. Техногенные (антропогенные), культурные ландшафты, своеобразие которых определяется техногенной (социальной) миграцией, социальными процессами, хотя в них развиваются и все остальные виды миграции.

Атмотехногенное загрязнение снежного покрова

Снег обладает высокой сорбционной способностью и поглощает из атмосферы значительную часть продуктов техногенеза. Изучение химического состава снежного покрова позволяет выявить пространственные ареалы загрязнения и количественно рассчитать реальную поставку загрязняющих веществ в ландшафты в течение периода с устойчивым снежным покровом. Этот метод экспрессной оценки состояния среды успешно применяется во многих городах тундровой, таежной, лесостепной, отчасти степной зон.

Вокруг промышленных центров техногенные ореолы запыленности снежного покрова, выявленные со спутников, в 2 – 3 раза выше фонового уровня. Особенно велики площади загрязнения в Московском, Донецко-Криворожском, Кузбасском, Уральском территориально-производственных комплексах. Техногенные ореолы пыли в снежном покрове в десятки раз превышают площадь городской застройки и в 2 – 3 раза контрастнее ореолов в атмосферном воздухе [Перельман, 1975].

Трансформация общего химического состава снега. Выбросы пыли, оксидов серы, азота, углерода, приводят к техногенной трансформации химического состава снеговых вод. Во многих городах выбросы оказывают противоположное влияние на химический состав снега. При поступлении больших количеств пыли в окружающую среду (цементная, строительная

промышленность, теплоэнергетика, черная металлургия, производство аммиака) наблюдается подщелачивание снеговых вод до 8,5 – 9,5 и увлечение содержания кальция, магния, гидрокарбонатов за счет растворения техногенных карбонатов, содержащихся в пыли. Поставка оксидов серы (тепловые станции на угле, цветная металлургия, коксо- и нефтехимия) ведет, наоборот, к подкислению снеговых вод. Иногда наблюдается зональность щелочно-кислотных условий: во внутренней зоне загрязнения воды имею щелочную реакцию, во внешней зоне – более кислую. В среднем нагрузка сульфатов (2 – 3 т/км² в год), нитратов (0,5 – 1,0), аммония (около 1 т/км² в год) на города почти на порядок выше, чем на малонаселенные районы.

При подщелачивании и подкислении происходит увеличение минерализации и техногенная трансформация состава вод. Для оценки степени трансформации используется коэффициент K , показывающий возрастание отношения SO_4^{2-}/Cl^- в снеговой воде к этому же эталонному отношению в морской воде. $K > 10$ обычно характеризует достаточно сильную трансформацию состава вод и степень их сульфатизации.

Геохимия почвенного покрова

Почвенный покров города – это сложная и неоднородная природно-антропогенная биогеохимическая система. На фоне асфальтированных улиц, площадей, автострад и других искусственных техногенных образований распространены антропогенно-измененные и естественные почвы – во дворах, в парках на бульварах, пустырях. Продукты техногенеза, выпадая на земную поверхность, накапливаются в верхних горизонтах почв, изменяют их химический состав и вновь включаются в природные и техногенные циклы миграции. О степени техногенной трансформации естественных и слабоизмененных городских почв относительно фоновых почв региона можно судить по характеру их геохимического изменения [Перельман, 1975].

Для формирования геохимического фона городских почв имеет значение длительность и характер развития города. По А.К. Евдокимовой, в культурных слоях Новгорода, Пскова и Самарканда уже в доиндустриальный период

антропогенное геохимическое воздействие привело к заметному загрязнению почв тяжёлыми металлами (в среднем в 6 – 8 раз выше фона почвообразующих пород). Поэтому почвенный покров древних городов даже с ограниченной современной промышленной нагрузкой может быть существенно загрязнен.

Как правило, техногенные ореолы в почвах фиксируют интенсивность загрязнения в течение последних 20 – 50 лет. Минимальное время формирования контрастных геохимических аномалий зависит от типа воздействия и составляет в среднем 5 – 10 лет, хотя для отдельных элементов (As, Zn) это может быть 1 – 2 года. Ореолы в почвах более стабильны, чем в воздухе, снеге и растениях, так как они способны аккумулировать поллютанты в течение всего периода техногенного воздействия. Поэтому педогеохимическая индикация и картографирование являются одним из основных методов оценки экологического состояния городов [Перельман, 1975].

Тяжелые металлы в почвах.

Промышленность, теплоэнергетика, автотранспорт и муниципальные отходы – источник техногенных аномалий тяжелых металлов и других микроэлементов в городских почвах. В аномальных зонах наиболее интенсивно импактное воздействие почв на городскую среду, они служат индикаторами техногенного загрязнения и представляют опасность для растений, животных и человека, особенно детей.

Эколого-геохимическое и гигиеническое нормирование.

Для оценки контрастности и экологической опасности техногенных ореолов тяжелых металлов в почвах используется несколько подходов. Индикация загрязнения, как и для воздуха и снега, основывается в первую очередь на сопоставлении загрязненных городских почв с их фоновыми аналогами. Это достигается расчетом коэффициента техногенной концентрации или аномальности (K_c), его содержание в фоновых почвах. Коэффициент K_c отражает интенсивность экологической и санитарно-гигиенической оценки загрязнения почв используются предельно-допустимые концентрации (ПДК)

элементов, установленные экспериментально. По М.А. Глазовской, предельно допустимое состояние почв — это тот уровень, при котором начинает изменяться оптимальное количество и качество создаваемого живого вещества, т.е. биологическая продукция. Содержание химических элементов в городских почвах нормируется обычно через значения почвенно-геохимического фона, кларки литосферы и предельно-допустимые концентрации для почв одной геохимической ассоциации.

В полиэлементных очагах загрязнения токсичность элементов может суммироваться и оказывать синэнергетическое воздействие на живые организмы. Одним из простых способов оценки контрастности комплексных техногенных ореолов является расчет суммарных показателей загрязнения (Z_c) почв относительно фонового уровня по той же формуле, что и для воздуха и снега. По этому показателю можно сравнивать степень загрязнения почвенного покрова городов [Перельман, 1975].

Особенно контрастные аномалии образуют подвижные формы металлов, извлекаемые различными растворителями. Эти формы доступнее для организмов и экологически более опасны. Однако из-за варьирования содержания и разнообразия методов экстракции металлов из различных почв, надежные предельно-допустимые концентрации подвижных форм тяжелых металлов не установлены.

Загрязнение почв тяжелыми металлами.

Почвенно-геохимический анализ состояния городской среды начинается со сплошного сетевого опробования поверхностных горизонтов (0 – 5 см) почв с учетом ландшафтной ситуации и функциональных зон. Густота сети зависит от масштаба исследований и обычно колеблется от 1 до 10 точек на 1 км². Реальная картина загрязнения почв среднего промышленного города получается при сети 500 x 500 м, т.е. 9 проб на 1 км², что позволяет дифференцировать территорию города на районы с различными уровнями загрязнения.

Почвенный покров большинства городов аномален по тяжелым металлам. Геохимическое опробование почв г. Тольятти (около 1000 проб) показало, что от 30 до 80 % территории города занято техногенными аномалиями отдельных тяжелых металлов небольшой контрастности. Вокруг промышленных предприятий и других техногенных источников формируются зоны более сильного загрязнения. Поэтому на следующем этапе работ проводят оценку аномальных полей с идентификацией источников загрязнения. Затем обычно исследуются механизмы миграции и концентрации поллютантов, степень их техногенной геохимической трансформации, что завершается почвенно-геохимическим зонированием территории города с учетом природных факторов, влияющих на загрязнение [Перельман, 1975].

Основным методом интерпретации и анализа полученных данных является почвенно-геохимическое картографирование. Составляются как моноэлементные карты, на которых изолиниями или сплошным фоном показаны зоны загрязнения отдельными элементами, так и карты суммарного загрязнения почв города несколькими элементами по значениям показателя Z_c .

Наиболее высокие средние уровни суммарного загрязнения почв тяжелыми металлами (Z_c больше 120, до 500 – 1000) в городах с цветной и черной металлургией (Чимкент, Усть-Каменогорск, Мончегорск, Белово, Магнитогорск и др.), где в эпицентрах аномалий содержание металлов в десятки раз выше ПДК. Сильное загрязнение характерно также для центров тяжелого машиностроения, приборостроения, нефтехимии, где средние уровни составляют десятки, а максимальные – первые сотни условных единиц. Для городов с предприятиями химической промышленности характерно сильное загрязнение сероводородом, ацетоном, фтором, аммиаком и др. специфическим газами и более низкие уровни загрязнения тяжелыми металлами. Обычно их аномальные поля примыкают непосредственно к промышленным зонам.

1.4. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Опыт исследований в мире.

Геохимическая оценка городских почв, Ахваз, Иран

Геохимическое изучение городских почв является сложной работой, обусловленной высоким разнообразием городских территорий и множественным влиянием антропогенных источников на геохимический состав почв. В настоящем исследовании была проведена геохимическая съемка почвы для определения пространственного распределения и возможных источников металлов в районе вокруг иранской национальной сталелитейной промышленной группы (ИНСИГ). Концентрации металлов (Cr, Ni, Mn, Zn, Cu, Pb, V, Co и Fe) были определены в 63 образцах верхнего слоя почвы (0-20 см) и 46 образцах подпочвенного слоя (40-50 см). Кроме того, для каждого образца измеряли pH, органический углерод почвы (SOC), катионообменную емкость (CEC), размеры зерен почвы и CaCO₃. Средние концентрации Cr, Ni, Mn, Zn, Cu, Pb, V и Co в верхних слоях почвы составили 556 мг/кг, 261 мг/кг, 2204 мг/кг, 1716 мг/кг, 157 мг/кг, 122 мг/кг, 177 мг/кг и 41 мг/кг соответственно.

Данное исследование основано на сопоставлении статистических параметров, пространственного распределения исследуемых элементов и результатов иерархического кластерного анализа (НСА) и анализа главных компонент (РСА). Для верхнего слоя почвы были выявлены четыре естественные геохимические ассоциации и одна антропогенная геохимическая ассоциация. Природные геохимические ассоциации (песок, ил и ЦИК), (Cr, Ni и V), (Co и глина) и (pH) в основном подвержены влиянию геогенных/педогенных факторов, в то время как антропогенные ассоциации (Mn, Zn, Cu, Pb, Fe, SOC и CaCO₃) связаны с антропогенной деятельностью в исследуемом районе. Анализ основных компонентов набора данных о недрах выявил четыре основных компонента: "антропогенную специфическую" ассоциацию (Zn, Cu, Pb, Fe, SOC и CaCO₃) и три "природные специфические" ассоциации (pH, песок, ил и CEC), (Cr, Ni, V и Co) и (Mn и глина). Отчетливая

аномалия антропогенно интродуцированных металлов была обнаружена в почвах ближе к сталеплавильному заводу в осях N-SE исследуемого района. Результаты ГКА и корреляционного анализа для наборов данных двух слоев почвы показали, что хелатные элементы (Zn, Cu, Pb и Fe) органической фракцией почвы транспортируются вниз в подповерхностный слой (40-50 см).

Согласно канадским руководящим принципам по качеству почвы, основными критическими металлами в обоих слоях почвы были Cr, Ni, Mn, Zn и Cu. Это исследование может предоставить лицам, принимающим решения, полезную информацию для практики управления охраной здоровья человека [Nezhad, Tabatabaai, 2015].

Загрязнение городских почв в Салерно (Италия).

В данной работе обсуждаются результаты геохимического обследования, проведенного в городской зоне Салерно с целью определения закономерностей источников основных, второстепенных, микро- и ультра-микроэлементов в почвах. В частности, исследование было сосредоточено на элементах, которые потенциально токсичны и перечислены в экологическом итальянском законодательстве (D.L. 152/06), с тем чтобы эффективно контролировать важный аспект здоровья окружающей среды. Всего было собрано 151 образец верхнего слоя почвы, высушено на воздухе и просеяно (<2 мм). После переваривания царской водки образцы были проанализированы на 42 элемента методом ICP-MS и ICP-AES.

Геостатистический анализ был проведен для того, чтобы показать пространственное распределение одиночных элементов и распределение факторных оценок элементных ассоциаций из факторного анализа R-mode. При проведении факторного анализа было применено аддитивное преобразование лограции (alr) ко всему набору данных, чтобы иметь дело с эффектами замыкания исследуемых геохимических данных, избегая артефактов и ложной корреляции. Использование ALR-преобразованных данных вместо обычных данных в факторном анализе позволило улучшить интерпретацию моделей

распределения, поскольку это позволило получить четыре факторные модели, которые после отображения были легче интерпретированы.

Исследование показало, что основные и второстепенные элементы (Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P, S и Ti) имеют совершенно естественное распределение без какой-либо заметной связи с какой-либо человеческой деятельностью или присутствием. В отличие от многих следовых и ультра-микроэлементы (Ag, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Pd, Pt, V, Zn) показывает аномальные значения концентраций находится почти исключительно в высоко населенных пунктах, промышленных площадок и вдоль транспортных магистралей. Другие микро-и ультра-микроэлементы (B, Bi, Ga, La, Sc, Se, Sr, Te, Th, Tl, U и W) показывают концентрации, совместимые с естественными фоновыми уровнями. Некоторые потенциально токсичные элементы (например, Pb и Zn) достигают уровней концентрации в десятки раз выше установленных законом пределов в самых оживленных районах города. Воздействие высоких концентраций этих загрязняющих веществ может вызвать проблемы со здоровьем у людей, проживающих в этих зонах [Cicchella, Zuzolo, Albanese, 2020].

Многофакторный подход к изучению геохимии городского верхнего слоя почвы в городе Тампере, Финляндия.

Оценка риска потенциально токсичных элементов (ПТЭ) требует разделения их геогенного обогащения почвой и антропогенного загрязнения, поскольку они представляют собой два процесса, действующих совместно и вызывающих повышенные концентрации ПТЭ в городском верхнем слое почвы.

Целью исследования было проанализировать, и сравнить концентрации различных потенциально вредных геохимических элементов в городских почвах города Тампере (Финляндия). Для определения их пространственных связей путем моделирования их к регионализации с целью выделения и отображения источников вариации, действующих в различных пространственных масштабах, и определения потенциальных

пространственных аномалий на основе корреляционной структуры, связанной в различных пространственных масштабах.

Для анализа набора геохимических данных были использованы анализ главных компонент (РСА) и факторный анализ Кригинга (ФКА). Анализ главных компонент (СПК) позволил выделить две группы геохимических элементов, а ФКА-выделить корреляционную структуру многомерных данных в различных пространственных масштабах, обобщить основные характеристики данных в каждом пространственном масштабе и учесть различные источники концентрации геохимических элементов. Такие концентрации в верхнем слое почвы города Тампере объясняются как геогенными, так и антропогенными источниками [Buttafuoco, Guagliardi, Tarvainen, 2017].

Россия.

Как правило, современные уровни загрязнения почв формируются на протяжении последних 20 –50 лет и являются особенно стабильными индикаторами продолжительного техногенного влияния, следовательно, литогеохимическая индикация и картографирование являются одним из ключевых способов оценки экологического состояния городов. Группой исследователей отмечается неудовлетворительная геохимическая изученность городских почв, например, фактически отсутствуют сведения о редких и редкоземельных элементах в почвах урбанизированных территорий городов России и зарубежья. В частности, по г. Йошкар-Оле опубликованы данные о малом перечне тяжёлых металлов (Pb, Zn, Cd и Cu) и радионуклидов (K40 и Cs-137), что не дает возможности осуществлять оценку полиэлементного загрязнения почвы.

Целью данного исследования было получение новых экспериментальных сведений о содержании ряда щелочных, щёлочноземельных, редкоземельных и переходных металлов, в т.ч. радионуклидов, а также пниктогенных и галогенных элементов для оценки характера их разделения и степени техногенного воздействия на почвы г. Йошкар-Олы.

В качестве критериального уровня содержания компонентов было применено среднее содержание элементов в почвах естественных территорий, примыкающих к г. Йошкар-Оле и расположенных в аналогичных ландшафтных условиях, что и территории исследованной индустриальной зоны. В геоинформационной системе были построены карты значений суммарного признака Z_c , используемого с целью оценки полиэлементного химического загрязнения почвы, и результативной удельной активности природных радионуклидов и поверхностной плотности загрязнения почвы ^{137}Cs [Гончаров, Пигалин, Шурков, 2015].

Согласно величине итогового показателя загрязнения, Z_c [6] бóльшая часть изученной местности принадлежит к территориям с низкой степенью загрязнения – $Z_c < 16$ (среднее значение для промышленной зоны 8,5).

Средний уровень загрязнения ($Z_c 16 - 17$) определен в районе ул. Ломоносова и ул. Карла Маркса, которая определена компонентами Br , Zn , Ca , Au , Sb и Cr . Повышенный уровень содержания ($Z_c 15,4$) по всем составляющим отмечается в пойме реки Нолька, занимающей наиболее низкий гипсометрический уровень в системе геохимически принадлежащих ландшафтов индустриальной территории г. Йошкар-Олы.

Наибольшая степень загрязнения (систематизируемый как средний и высокий уровень загрязнения Z_c от 16 до 37) согласно изученному диапазону химических элементов, выявлен на участке от ул. Машиностроителей до ул. Крылова (на рис. 3 – линия точка 2 – точка 7), на котором сосредоточены металлообрабатывающие производства и гаражные кооперативы. Основополагающий вклад здесь вносят Br и Zn , а также Ca , As , Sb и Fe .

Проанализировав сведения пространственного распределения радионуклидов, необходимо выделить их высокое содержание в геосистемах низшего гипсометрического уровня с механически ненарушенным почвенным покровом (в данных обстоятельствах прослеживается наибольшее содержание техногенного цезия и природных радионуклидов (^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th). Меньшее значение радионуклидов характерно для автоморфных элювиальных

участков. В целом по уровню содержания ЕРН (максимальные значения Аэфф <95 Бк/кг) почвогрунты г. Йошкар-Олы соответствуют общепризнанным нормам радиационной безопасности (370 Бк/кг).

За рубежом наглядным примером может послужить г. Киев, который относится к городам с развитой промышленностью разного профиля. Для принятия решений по совершенствованию экологического состояния природной среды города нужно проведение комплекса геохимических изысканий окружающей среды. Химический состав снега, почв, донных отложений, биоты отражает длительность и динамику загрязнения городских ландшафтов. Особенный интерес уделяется геохимическим изучением почв. Антропогенные выбросы накапливаются в городских почвах и меняют их физико-химические свойства, буферность и т. д. Почвы являются депонирующей средой для загрязнителей и определяют их миграцию в сопредельные среды. Техногенные геохимические аномалии в грунтовых отложениях городов более устойчивы, чем в воздухе, растениях, снеге. Анализ уровня загрязнения почвенного покрова города является главным эколого-геохимическим аспектом для характеристики окружающей среды. В данной работе главной задачей было провести характеристику геохимических показателей, обозначающих трансформацию техногенно загрязненных почв, исследование значимости почв в образовании экологического положения объектов окружающей среды техногенных территорий.

Объектами исследования послужили почвенные отложения фоновых территорий Киевского Полесья и урбоземов г. Киев. Отбор и подготовка почвенных образцов для аналитических исследований проводились по стандартным методикам в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84.

По результатам эколого-геохимических исследований почв г. Киев с повышенным содержанием ТМ мг/кг: Zn – 800, Pb – 600, Cu – 600 было установлено, что активные процессы урбанизации приводят к образованию новых искусственных экосистем с особенными микробиологическими свойствами. Смена количества отдельных эколого-трофических групп

микроорганизмов в техногенно загрязненных почвах Киева свидетельствует о значительном нарушении их функционирования. Количество микромицетов в общем комплексе грибов увеличивается до 80 % за счет резкого уменьшения части случайных видов. Отмечено снижение биоразнообразия микромицетов в техногенно загрязнённых почвах Киева и выявлены изменения их видового состава в связи с угнетением роста в городских урбосистемах. Появились новые виды микромицетов, стойких к высоким концентрациям ТМ, а также аллергические виды грибов рода *Alternaria*. Виды с фунгиантибиотическим и фитозоотоксическим действием *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, которые конкурируют с другими видами за место проживания. Образуется много телесно окрашенных грибов, меланин которых не только обеспечивает защиту от высушивания, но и повышает стойкость по отношению к повышенному содержанию Zn. Большое значение имеет также тот факт, что выделенные виды *Fusarium* стойкие к высоким концентрациям меди, а виды *Penicillium*, *Aspergillus* – к свинцу и кадмию, что связано со сменами биохимического аппарата клеток в урбазёме городских экосистем. В изменённой микобиоте городских почв чётко проявляется феномен накопления «меланинсодержащих грибов», а также видов, опасных для человека. Анализ видового состава показал, что полученные результаты можно использовать с целью биоиндикации для оценки данного антропогенного действия на почвенную микобиоту с целью прогноза негативных последствий действия грибов в городской среде. Ферментативный аппарат микромицетов может изменять подвижность и доступность соединений ТМ, понижая или повышая их токсичность. В техногенно загрязнённых почвах образуются микромицеты, которые обладают антитоксичными свойствами, повышается их устойчивость по отношению к загрязнению ТМ [Кураева,2016].

1.5 ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Анализ ранее проведённых эколого-геохимических исследований почв урбанизированных территорий городов в России и других странах показывает, что они характеризуются недостаточной изученностью радиогеохимических особенностей, часто отсутствуют в исследуемом спектре редкие и редкоземельные элементы, практически нет данных о вещественном составе городских почв. Ранее, при изучении почв территории г. Томска, преимущественное внимание уделялось содержанию в них тяжелых металлов

Объектом исследований является территория г. Томска, предметом исследований - городские почвы.

Результат работы

1. Средние содержания редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в почвах города превышают фоновые в 1,4-8 раз. Из них наибольшие значения коэффициентов концентраций характерны для Ta, Br, Sb, Tb, U. Величина суммарного показателя загрязнения составляет 51 единицу, что соответствует высокой степени загрязнения и опасному уровню заболеваемости населения.

2. По результатам корреляционного анализа в почвах города выделены следующие ассоциации со значимыми коэффициентами: Au-Ba, Sr-Cr, Co-Ta, As-Ca, Hf-Na, Eu-Fe-Sc-Th, Cs-Yb-La-Lu-Sm, характеризующие воздействие топливно-энергетического комплекса, предприятий с металлообработкой, стройиндустрии и других производств.

3. Специфика почвенного покрова районов города заключается в повышенных относительно средних значений по городу содержаниях ряда элементов: Кировский район - Na и Ba, Октябрьский - Hf, Sc, Tb, Sm, La, Ce, Yb, Lu, Th, Br, Ленинский - Ca, Rb, Sr.

4. Геохимические особенности почв в районах расположения промышленных предприятий отражают специфику производства. Для

металлообрабатывающих предприятий характерны элементы: Cr, Co, Mo, W, для шпалопропиточного производства - Си, радиотехнического - Sn и Cd.

5. Почвы с повышенными содержаниями микроэлементов обладают токсичностью, что подтверждается результатами биотестирования с использованием в качестве тест-объектов инфузории-туфельки (*Paramecium caudatum*) и мушки (*Drosophila melanogaster*).

6. По результатам изучения вещественного состава проб почв, максимальное количество техногенных составляющих, по отношению к природным, выявлено около ОАО «Томский шпалопропиточный завод» и Томской ГРЭС - 2, минимальное - около НПО «Вирион» и ЗАО «Томский приборный завод».

7. На территории города выделены четыре зоны с различными уровнями накопления элементов в почвах и характером их взаимосвязей. По комплексу эколого-геохимических показателей наиболее неблагоприятными являются северо-восточная, северо-западная, центральная и юго-западная части города, где расположены различные по специфике производства промышленные предприятия.

8. По результатам радиографических исследований в почвенном покрове территории города и фоновых районов наиболее распространенной формой распределения радиоактивных делящихся элементов является равномерное их рассеяние. В почвах территорий сельских населенных пунктов, расположенных в зоне влияния СХК, зафиксировано значительное увеличение количества скоплений треков от осколков деления радиоактивных элементов в виде «звезд», представляющих собой собственные минеральные образования радиоактивных элементов [Жорняк, 2009].

Нижневартовск

Дана оценка уровня химического загрязнения почв по суммарному показателю геохимического загрязнения почв элементами-токсикантами (Zc). Для оценки интенсивности вовлечения химических элементов в биологический

круговорот рассчитан коэффициент биологического поглощения на примере городских территорий г. Нижневартовска.

Объектом исследований является территория г. Нижневартовска, предметом исследований - городские почвы.

На усвоение и поглощение химических элементов растениями влияют природные и антропогенные факторы. К природным факторам относятся уровень инсоляции, колебания температуры, количество выпадающих осадков. В засушливые годы некоторые растения аккумулируют Fe; во влажные годы в растениях накапливаются Mn, Cu, Zn, Mo.

Поступление тяжелых металлов в растения определяется особенностями химического состава почв, кислотнo-щелочными и окислительно-восстановительными условиями, физическими свойствами, уровнем микробиологической активности и т.д. Степень влияния общего химического состава почвы обуславливается совместным влиянием элементов [Сторчак, 2010].

Так, под действием алюминия понижается поступление в растения Cl, Ca, Fe; N тормозит усвоение растениями Mn; калийные удобрения снижают поступление в растения Fe и Co.

Для более полной оценки содержания металлов в почве и определения основных загрязнителей требуются многолетние исследования с характеристикой содержания в почве и растительности большого спектра металлов. Исследование содержания металлов в снеговых пробах поможет определить пути поступления тех или иных металлов в окружающую среду и вклад в данный процесс выбросов предприятий города.

В целом исследованные почвы территории г. Нижневартовска имеют низкое содержание основных питательных элементов. Содержание токсичных элементов не превышает ПДК. Содержание хлоридов и показатели УЭП также говорят о невысокой степени токсичности исследованных почв. По изученным параметрам почвы города не соответствуют требованиям к качеству городских почв, отмечается дефицит минерального азота.

ГЛАВА 2. РАЙОН И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Нижневартовск расположен в Среднеобской низменности Западно-Сибирской равнины в среднем течении Оби на её правом берегу. Географические координаты: $60^{\circ}57'00''$ с. ш. $76^{\circ}36'00''$ в. д.

Карта-схема отбора проб снежного покрова

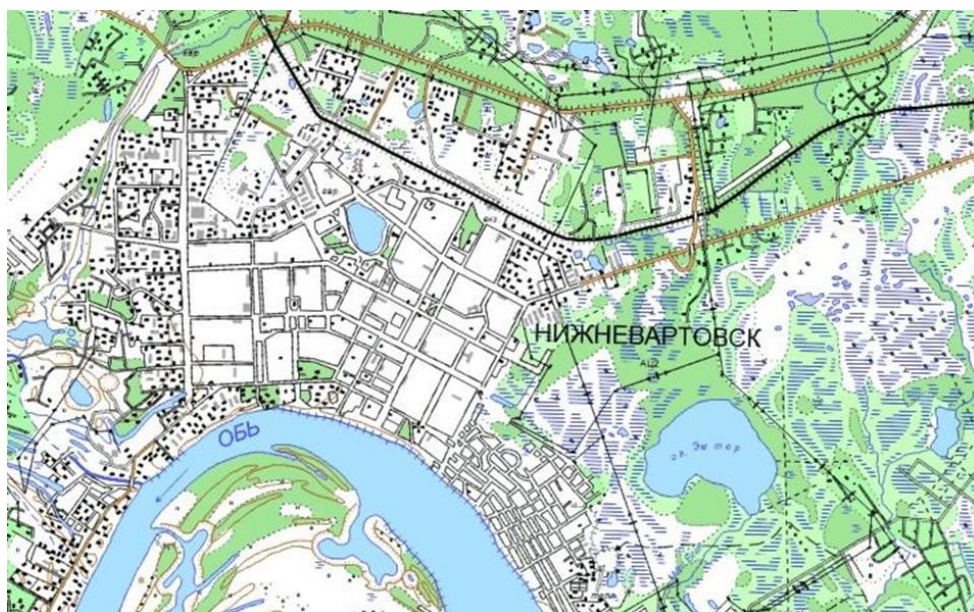


Рис.1 Карта-схема города Нижневартовск [Выполнено автором]

В геологическом строении местность объекта находится в районе нижнего и среднего олигоцена новомихайловский горизонт, также содержит разрывные нарушения в виде континентальных отложений, которые относятся к аллювиальному типу. По запасу подземных вод имеются ресурсы пресных подземных водоемов. На территории имеются разведанные месторождения нефти такие как: Самотлорское, Мегионовское, Вахское, Белоозерское. Также по минеральному строительному сырью присутствуют глинистые породы кирпично-черепичного состава.

Согласно геоморфологическому строению район исследования находится в зоне первой надпойменной террасы плоской, встречаются места с хорошо

выраженными формами речной эрозии и аккумуляции. По климатическим характеристикам общее увлажнение территории в год составляет 600 мм, число дней снежного покрова составляет от 150-180 суток, запас воды в снеге к концу зимы от 120-140 мм.

По гидрологической составляющей территория очень разнообразна. Годовой сток воды составляет от 200-250 мм/год. Максимальное возможное испарение варьируется от 550-600 мм. В отношении гидролого-климатических зон территория находится в зоне, пониженной теплообеспеченности и избыточного увлажнения. Почвы района исследования относятся к аллювиальным. По физико-географическому районированию территория принадлежит к равнинной лесной зоне, по ландшафтной дифференциации к средней тайге [Атлас Тюменской области, 1971].

2.2 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.2.1. Полевые исследования

Отбор снежного покрова

Пробы отбирались на территории города Нижневартовска. Общей количество точек для измерений было 5.

1. Парк.
2. Кольцо (пересечение ул. Чапаева и ул. Ленина).
3. Комсомольское озеро.
4. Промышленная зона.
5. Край города (вблизи жилых домов).

Для отбора проб были задействован следующий инвентарь:

1. Лопатка (титановая).
2. Емкость (объемом 5 литров).
3. Рулетка.

Для отбора снега была вскопана колонка от начала снежного покрова, до почвенного слоя.

Высота колонки была в диапазоне от 30 до 50 см. Для анализа нам нужно было взять среднюю пробу снега, поэтому отбирали слоями 5 см. После отбора емкости были помещены в холодильную камеру.

Отбор почвенного покрова

Пробы были отобраны, как и на территории города Нижневартовска, так и за его пределами. Перечень проб, отобранных в городе:

Промышленная зона (Индустриальная ул.)

Парк

Кольцо (пересечение ул. Чапаева и ул. Ленина).

Край города (вблизи жилых домов).

Комсомольское озеро.

Промышленная зона (Интернациональная ул.)

Также за пределами города было отобрано 6 точечных проб на территории таких озер как:

Озеро Белое (2 пробы)

Озеро Кымыл (4 пробы)

Мыхпай (1 проба)

При отборе проб использовался следующий инвентарь:

Лопата

Мешки полиэтиленовые

Рулетка

Отбор проб производился на основе на глубине от 5 – 20 см., после пробы были герметично упакованы, хранились при комнатной температуре после чего были отправлены в лабораторию (ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб).

2.3 МЕТОД ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Методика предназначена для измерения массовой доли нефтепродуктов в минеральных (пески, супеси, суглинки, глины), органогенных (торф, лесная подстилка), органо-минеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектрометрии на анализаторах нефтепродуктов при их содержании от 50 до 100000 мг/кг.

Метод заключается в экстракции нефтепродуктов из почв и донных отложений четыреххлористым углеродом, хроматографическом отделении нефтепродуктов от сопутствующих органических соединений других классов, и количественном определении нефтепродуктов (НП) по интенсивности поглощения в ИК-области спектра.

Средства измерений, вспомогательное оборудование:

Анализатор содержания нефтепродуктов в воде и четыреххлористом углероде, АН-2, диапазон измерения (2-100) мг/дм³, погрешность измерения $\pm(2-3)$ мг/дм³ (или концентратомер нефтепродуктов в ССl₄, типа КН-1, диапазоны измерения (0-100) мг/дм³, (0-1000) мг/дм³, погрешность измерения $\pm(2-3)$ % соответственно);

Весы аналитические, типа ВЛР-200;

ГСО раствора нефтепродуктов в четыреххлористом углероде;

Колбы мерные 2-25-2,2-250-2;

Пипетки градуированные;

Цилиндры мерные 2-25,2-50;

Пробирки, градуированные с притертыми пробками;

Сушильный шкаф;

Печь муфельная, позволяющая достигать и поддерживать температуру 800-850°C;

Аппарат для встряхивания проб типа WU-4;

Лабораторный гомогенизатор типа MPW-309 или MPW-324;

Сито с диаметром ячеек 0,5 мм.

Лабораторная посуда:

Стаканчики для взвешивания (биксы), ГОСТ 25336;

Колбы конические плоскодонные с притертыми пробками вместимостью 100 см³, ГОСТ 25336;

Воронки лабораторные диаметром 30 мм, ГОСТ 25336.

Реактивы и материалы:

Алюминия оксид, ч.д.а, ТУ 6-09-3916;

Углерод четыреххлористый, ч.д.а., ГОСТ 20288;

Мешочки из плотной ткани или полиэтилена.

При приготовлении градуировочных растворов и выполнении измерений температура реактивов (ССЦ) и окружающей среды должна быть в пределах (20 ± 5) °С.

Образцы почвы высушивают при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния. Затем рассыпают на бумаге или кальке и пинцетом удаляют механические включения (неразложившиеся корни, растительные остатки, камни и др.), измельчают с помощью лабораторного гомогенизатора и протирают через сито с диаметром ячеек 0,5 мм. Из образца отбирают пробу почвы массой 100 ± 1 г, которую высушивают на воздухе до постоянного веса. Пробу кварту ют и отбирают для анализа две параллельные навески. Масса навески в зависимости от содержания нефтепродуктов в пробе приведена в табл.4.

Таблица 4

Диапазоны содержания НП, мг/кг	Масса навески, г
ниже 500	5
500-2000	1
свыше 2000	0,5

Проверку спектральной чистоты четыреххлористого углерода проводят на ИК-анализаторе, выставив нулевое показание по пустой кювете. Затем заливают в кювету четыреххлористый углерод. Если показания превышают «10 мг/дм³», то его очищают перегонкой или пропускают через регенератор.

Посуду для анализа моют раствором хромовой смеси, промывают дистиллированной водой и сушат. Посуда для определения нефтепродуктов проверяется на чистоту, для чего сухую посуду ополаскивают четыреххлористым углеродом (не менее 5 см³), сливают его в кювету анализатора и определяют содержание НП. Если показания прибора превышают значения, полученные при проверке четыреххлористого углерода более чем на 5%, то процедуру очистки посуды повторяют.

Подготовку анализаторов к работе проводят в соответствии с рабочей инструкцией по эксплуатации.

Для приготовления градуировочных растворов используется стандартный образец состава раствора нефтепродуктов на основе трехкомпонентной смеси (ТКС) в четыреххлористом углероде или масло турбинное (МТ) в четыреххлористом углероде.

Градуировку прибора проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

Контроль стабильности градуировочной зависимости проводят по одному или двум градуировочным растворам, близким по содержанию к измеряемым, не реже 1 раза в месяц и обязательно при смене основных реактивов. Градуировка признается стабильной, если измеренное значение концентрации раствора отличается от рассчитанного не более чем на 2%. В противном случае градуировку прибора необходимо повторить.

В нижнюю часть колонки помещают слой стеклянного волокна толщиной 2-3 мм, засыпают около 1 г оксида алюминия и сверху покрывают другим слоем стекловолокна толщиной 5 мм. Оксид алюминия в колонке используют однократно. Перед засыпкой в колонку А120 3 прокаливают в муфельной печи при 500-600°С в течение 4-х часов, после чего к прокаленному оксиду добавляют дистиллированную воду в количестве 3 масс. % и каждые полчаса тщательно перемешивают в течение 5 часов. Активированный таким способом оксид алюминия пригоден к использованию в течение 1 месяца при хранении в эксикаторе или колбе с притертой пробкой.

Навеску исследуемой пробы помещают в колбу емкостью 100 см³ с притертой стеклянной пробкой. Пробу почвы в колбе заливают 10 см³ четыреххлористого углерода и интенсивно встряхивают в аппарате для встряхивания проб в течение 1 часа. Полученный экстракт фильтруют через бумажный фильтр "белая лента" и сливают в бюксы с притертой крышкой. Экстракцию с последующим фильтрованием повторяют еще 2 раза с новыми порциями четыреххлористого углерода по 10 см в каждой. Все экстракты объединяют в мерный цилиндр емкостью 50 см³ и фиксируют суммарный объем V. После этого на приборе ориентировочно оценивают содержание нефтепродуктов. Показания прибора не должны быть более 90 мг/дм³. В случае превышения показания пипеткой отбирают аликвоту экстракта объемом 5 см³, помещают ее в мерную колбу вместимостью 25 см³ и доливают до метки четыреххлористым углеродом. Если показания прибора снова превышают 90 мг/дм³, процедуру разбавления повторяют.

В подготовленную хроматографическую колонку наливают 10 см³ четыреххлористого углерода для смачивания сорбента. После того, как четырёххлористый углерод впитается в сорбент, пипеткой емкостью 5 см³ отбирают аликвоту разбавленного экстракта и медленно выпивают в колонку. Необходимо следить, чтобы уровень жидкости не опускался ниже верхнего края слоя оксида алюминия. После прохождения пробы в колонку вливают дополнительно 5 см³ четыреххлористого углерода. Элюат собирают в цилиндр вместимостью 25 см³, причем первые 10 см³ элюата отбрасывают. Измеряют объем полученного элюата. Элюат заливают в кювету и устанавливают в прибор. Фиксируют показания прибора (Сизм), соответствующие содержанию нефтепродуктов в элюате (в мг/дм³) [ПНД Ф 16.1: 2.2.22-98. Методика выполнения....., 1998].

2.4. ФЛУОРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД

Данный метод предназначен для диапазона измеряемых концентраций - 0,005-20 мг/г. Влияние органических веществ, содержащихся в почве, устраняется в процессе пробоподготовки. Методика не обеспечивает характеристик погрешности, приведенных в п.2, при определении легких нефтепродуктов (бензин), а также индивидуальных соединений, входящих в состав нефтепродуктов.

Методика выполнения измерений обеспечивает получение результатов измерений с погрешностью, не превышающей значений, приведённых в таблице №.

Таблица 5

Значения показателя повторяемости, воспроизводимости, правильности и точности

Диапазон измерений, мг/г	σ , %	σ_R , %	$\pm\delta_c$, %	$\pm\delta$, %
От 0,005 до 0,25 вкл.	9	13	22	34
Свыше 0,25 до 20,0 вкл.	6	9	17	25

σ - показатель повторяемости (относительное значение среднего квадратического отклонения повторяемости),

σ_R - показатель воспроизводимости (относительное значение среднего квадратического отклонения воспроизводимости),

$\pm\delta_c$ - показатель правильности (границы относительной систематической погрешности при вероятности $P = 0,95$),

$\pm\delta$ - показатель точности (границы относительной погрешности при вероятности $P = 0,55$).

Значения показателя точности методики используют при:

- оформлении результатов измерений, выдаваемых лабораторией;
- оценке качества проведения испытаний в лаборатории;
- оценке возможности использования результатов измерений при реализации методики выполнения измерений в конкретной лаборатории.

Средства измерений, вспомогательные устройства и материалы

Анализатор жидкости «Флюорат-02»;

Весы лабораторные специального или высокого класса точности с ценой деления не более 0,1 мг. наибольшим пределом взвешивания не более 210 г.;

Пипетки мерные с одной отметкой 2-го класса точности вместимостью 10, 25 см³;

Пипетки, градуированные 2-го класса точности вместимостью 1,5, 10 см³;

Колбы мерные 2-50-2, 2-25-2;

Цилиндр мерный вместимостью 25 см³;

Государственный стандартный образец состава раствора нефтепродуктов в гексане (1 мг/см³, погрешность аттестованного значения не более $\pm 3\%$);

Сито с размером отверстий 1 мм;

Фарфоровая ступка с пестиком;

Перемешивающее устройство (например, типа ПЭ-6300, 6410, 6500 или аналогичное);

Колонка хроматографическая стеклянная (внутренний диаметр 10 мм, длина 20 см);

Колбы плоскодонные вместимостью 100 и 250 см³ с пришлифованной пробкой;

Фарфоровая чашка или кварцевая чашка;

Эксикатор, заполненный осушителем;

Стаканы лабораторные термостойкие вместимостью 50 и 100 см³;

Воронка химическая;

Бюкс (стаканчик для взвешивания);

Муфельная печь любого типа, обеспечивающая поддержание температуры в диапазоне 150 - 600°C;

Фильтры «красная лента»;

Вата медицинская гигроскопичная или стекловолокно;

Вода дистиллированная.

Реактивы

Гексан для УФ-спектроскопии, оптическая плотность на длине волны 200 нм не более 0,5, например, сорт 1 ос.ч. производства фирмы «Криохром», проверенный на чистоту

Хлороформ,

Хлористый метилен,

Оксид алюминия для хроматографии, фракция 50 - 150 мкм, например, производства фирмы «Флука», номер по каталогу 06300.

Флуориметрический метод измерения массовой доли нефтепродуктов в почве заключается в последовательном проведении следующих операций:

- экстракции нефтепродуктов из образца хлороформом или хлористым метиленом;
- концентрировании экстракта и очистке его методом колоночной хроматографии;
- измерении интенсивности флуоресценции очищенного экстракта на анализаторе жидкости «Флюорат-02».

Перед выполнением измерений должны быть проведены следующие работы: отбор и подготовка проб к анализу, контроль чистоты растворителей, приготовление растворов для градуировки анализатора, и градуировка анализатора «Флюорат-02», подготовка хроматографической колонки.

Проверка чистоты гексана

Подготавливают анализатор жидкости «Флюорат-02» к работе и помещают в канал возбуждения светофильтр № 1, а в канал регистрации - светофильтр № 3.

Устанавливают в кюветное отделение кювету с гексаном, входят в меню «Градуировка», переводят курсор на значение параметра «J0» и нажимают «Ent». Записывают в журнал полученное значение (Фге«с)- Помещают в кюветное отделение кювету с раствором НП в гексане с концентрацией Снп,

равной 10 мг/дм³, переводят курсор на значение параметра «J0 » и нажимают «Ent». Записывают полученное значение (Фм,) в журнал.

Гексан пригоден для выполнения определения, если полученное значение концентрации НП (Смин) не превосходит 0,1 мг/дм³ при анализе незагрязненных или слабо загрязненных почв и 0,5 мг/дм³ при анализе загрязненных почв. В противном случае растворитель необходимо заменить.

При градуировке анализатора и всех измерениях в канале возбуждения используют светофильтр № 1, а в канале регистрации - светофильтр Ns 3.

Градуировку анализатора осуществляют путем измерения сигналов флуоресценции чистого растворителя (гексана) и раствора нефтепродуктов в гексане. Входит в меню «Градуировка», устанавливают $C_0=0$ и $C_1=10,00$. При помощи клавиш со стрелками переводят курсор на ячейку со значением параметра «J0», в кюветное отделение помещают кювету с гексаном и нажимают клавишу «Ent». Затем переводят курсор на ячейку со значением параметра «J», в кюветное отделение помещают кювету с градуировочным раствором с концентрацией НП 10 мг/дм³ и нажимают клавишу «Ent». При этом значения параметров «С 2» - «С 6» и «J2» - «J6» должны быть равны нулю. После окончания градуировки входят в режим «Измерение».

Для проверки приемлемости градуировочной зависимости готовят 1 -2 контрольные смеси с концентрацией НП 1-10 мг/дм³, для чего отбирают соответствующие аликвотные порции раствора НП массовой концентрации 100 мг/дм³ (п.8.3.1) VK, см³ ($0,5 < Y^* < 5$) в сухую чистую мерную колбу вместимостью 50 см³, разбавляют до метки гексаном и тщательно перемешивают.

Измеряют концентрацию НП в полученных растворах в режиме «Измерение». Градуировка признается приемлемой, если измеренное значение концентрации НП в смесях отличается от C_k не более чем на 10%. В противном случае градуировку анализатора необходимо повторить.

В случае отказа при градуировке (ошибка E13) необходимо заменить гексан на более чистый.

Подготовка хроматографической колонки

Оксид алюминия прокаливают в фарфоровой или кварцевой чашке в муфельной печи при 500-600 °С в течение 4 часов. Охлаждают в печи до температуры 150-200 °С, помещают в эксикатор с осушителем и охлаждают до комнатной температуры. Оксид алюминия быстро переносят в предварительно взвешенный стеклянный сосуд с шлифованной пробкой, взвешивают и добавляют дистиллированную воду в количестве 3% от массы оксида, тщательно перемешивают интенсивным встряхиванием и выдерживают перед употреблением в течение суток.

Срок хранения в эксикаторе, заполненном осушителем (без водным хлористым кальцием), в посуде с шлифованной пробкой 1 месяц.

Заполнение хроматографической колонки

Непосредственно перед выполнением анализа необходимо подготовить стеклянную хроматографическую колонку.

В носик колонки помещают небольшое количество ваты, промытой гексаном. В чистом стаканчике взвешивают 2 г оксида алюминия, подготовленного по п.8.7.1, приливают к нему 10 см³ гексана, перемешивают до получения однородной суспензии и в несколько приемов переносят в колонку, добавляя при необходимости новые порции гексана. При заполнении колонки используется воронка, чтобы оксид алюминия не попал на шлиф. По этой же причине уровень гексана всегда должен быть ниже шлифа.

После заполнения колонку с оксидом алюминия промывают 15 см³ гексана. Последние порции гексана (3-4 см³) собирают и измеряют концентрацию нефтепродуктов. Содержание НП в элюате не должно превышать 0,1 мг/дм³, в противном случае промывку колонки продолжают до достижения вышеуказанного значения.

В процессе работы с колонкой нельзя допускать высыхания сорбента, для этого необходимо поддерживать над оксидом алюминия слой растворителя.

Приготовленную колонку используют однократно.

Выполнение измерений

Проведение анализа возможно двумя способами: стандартным и упрощенным. При работе со свежезагрязненными и фоновыми (незагрязненными) пробами, а также, если на серии представительных проб установлено, что результаты по двум способам пробоподготовки различаются на величину, меньшую, чем значение характеристики погрешности МВИ (табл.1), подготовку пробы допускается проводить упрощенным способом. В остальных случаях пробоподготовку проводят стандартным способом.

Подготовка пробы стандартным способом

Навеску почвы (табл. 6), помещают в коническую колбу вместимостью 100 см³.

Таблица 6

Навеска почвы (грунта) в зависимости от степени загрязненности

Почвы (грунты)	Ожидаемое содержание нефтепродуктов, мг/г	Масса навески, г
Незагрязненные и слабозагрязненные	менее 0,1	1,0
В черте города и возле промышленных объектов	0,1 - 1	0,5
Сильнозагрязненные	более 1	0,2

К пробе добавляют при помощи пипетки 10 см³ экстрагента (хлороформа или хлористого метилена) и неплотно закрывают стеклянной пробкой. Колбу помещают на перемешивающее устройство и интенсивно перемешивают в течение 15 мин. Полученный экстракт фильтруют через бумажный фильтр

«красная лента», предварительно промытый двумя порциями экстрагента по 10 см³, собирая фильтрат в стеклянный стаканчик вместимостью 50 см³.

Колбу ополаскивают 5 см³ экстрагента и промывают им почву на фильтре, объединяя фильтраты.

Полученный раствор выпаривают досуха в токе воздуха. Сухой остаток растворяют в 5 см³ гексана и количественно переносят на хроматографическую

колонку, собирая элюат в мерный цилиндр вместимостью 25 см³ с пришлифованной стеклянной пробкой.

Стаканчик промывают небольшими порциями гексана, помещая каждую порцию в хроматографическую колонку. Общий объем элюата должен составлять 25 см³. Полученный элюат тщательно перемешивают и измеряют в нем концентрацию нефтепродуктов.

Одновременно готовят холостую пробу. Для этого в стеклянный стаканчик вместимостью 50 см³ помещают 15 см³ экстрагента, полученный раствор выпаривают досуха в токе воздуха. Сухой остаток растворяют в 5 см³ гексана и количественно переносят на хроматографическую колонку, собирая элюат в мерный цилиндр вместимостью 25 см³ с пришлифованной стеклянной пробкой.

Стаканчик промывают небольшими порциями гексана, помещая каждую порцию в хроматографическую колонку. Общий объем элюата должен составлять 25 см³.

После тщательного перемешивания измеряют концентрацию нефтепродуктов в холостой пробе.

Измерение массовой концентрации нефтепродуктов

Массовую концентрацию нефтепродуктов в элюате пробы, находят в режиме «Измерение» анализатора жидкости «Флюорат- 02». Одновременно фиксируют пропускание раствора «Г», которое выводится на дисплей анализатора при измерении концентрации. Полученные значения записывают в рабочий журнал.

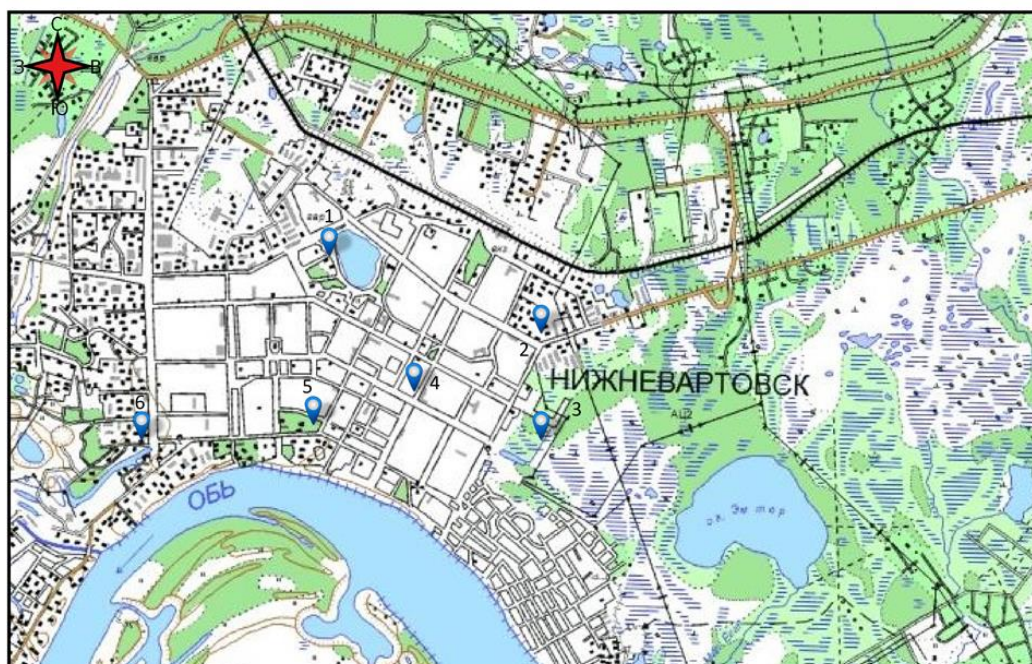
1. Если измеренное значение концентрации нефтепродуктов в экстракте оказывается выше 10 мг/дм³, или же значение «Г» меньше, чем 0,75 (75%), то экстракт разбавляют, для чего в сухую мерную колбу вместимостью 25 см³ отбирают 2 - 5 см³ экстракта и доводят до метки гексаном. Измеряют интенсивность флуоресценции полученного раствора в режиме «Измерение» [ПНД Ф 16.1:2.21-98 Методика выполнения....., 1998].

ГЛАВА 3. СОДЕРЖАНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В СНЕЖНОМ И ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ

3.1 СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА НИЖНЕВАРТОВСКА

Лабораторные исследования были проведены при помощи Института химии Тюменского государственного университета

Карта-схема отбора проб города Нижневартовск



Точки отбора
Снежный покров

Рис. 1 Карта-схема отбора проб снежного покрова города Нижневартовска

[Выполнено автором]

1. Озеро Комсомольское
2. Ул. Интернациональная / Промышленный узел 2
3. Спальный район
4. Кольцо Ленина
5. Парк
6. Ул. Индустриальная / Промышленный узел 1

Всего для анализа было взято 12 проб, результаты представлены на графиках ниже

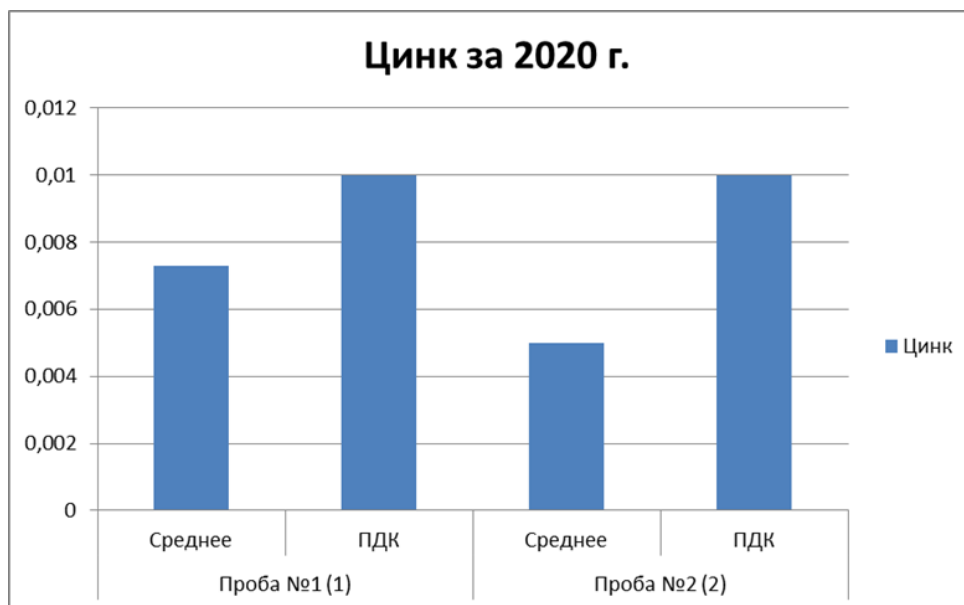


Рис. 2 График концентрации цинка в снежном покрове за 2020 г, мг/кг.
[Выполнено автором]



Рис. 3 График концентрации цинка в снежном покрове за 2021 г, мг/кг.
[Выполнено автором]

На данных графиках представлены результаты, цинка в период 2020 по 2021 г. Были взяты среднее значение, и ПДК воды, средние показатели не превысили допустимых концентраций.

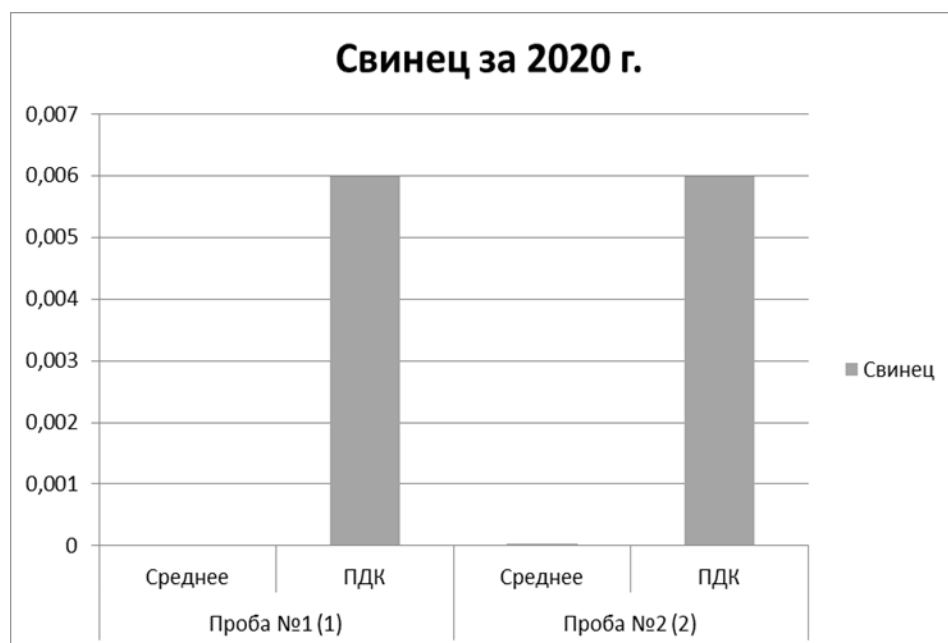


Рис. 4 График концентрации свинца в снежном покрове за 2020 г, мг/кг.

[Выполнено автором]

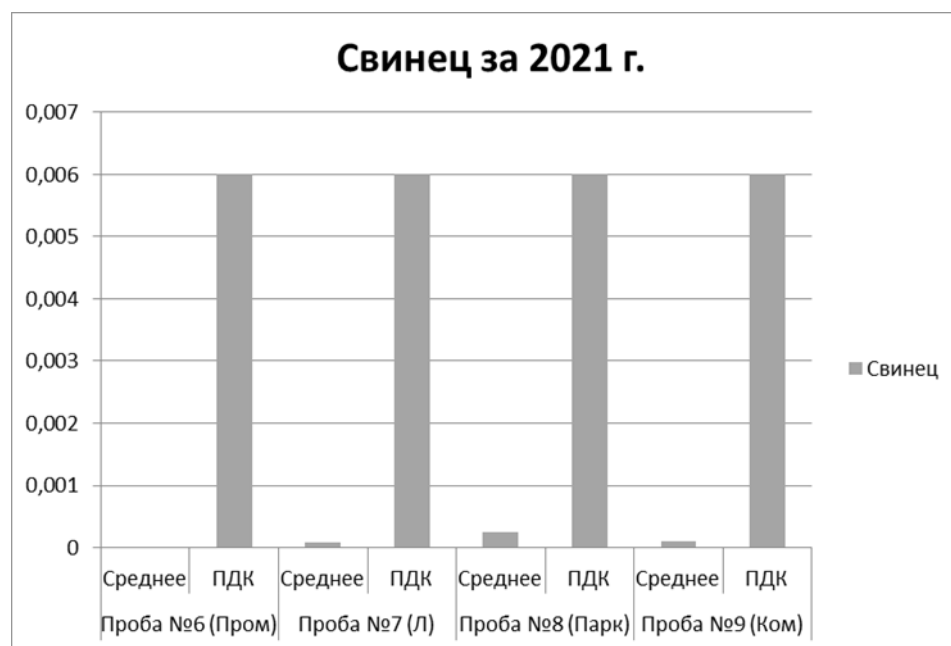


Рис. 5 График концентрации свинца в снежном покрове за 2021 г, мг/кг.

[Выполнено автором]

На данных графиках представлены результаты свинца в снежном покрове, за 2 года получились следующие данные, на обоих графиках видно, что значения очень низкие не больше 0,001 мг/кг.

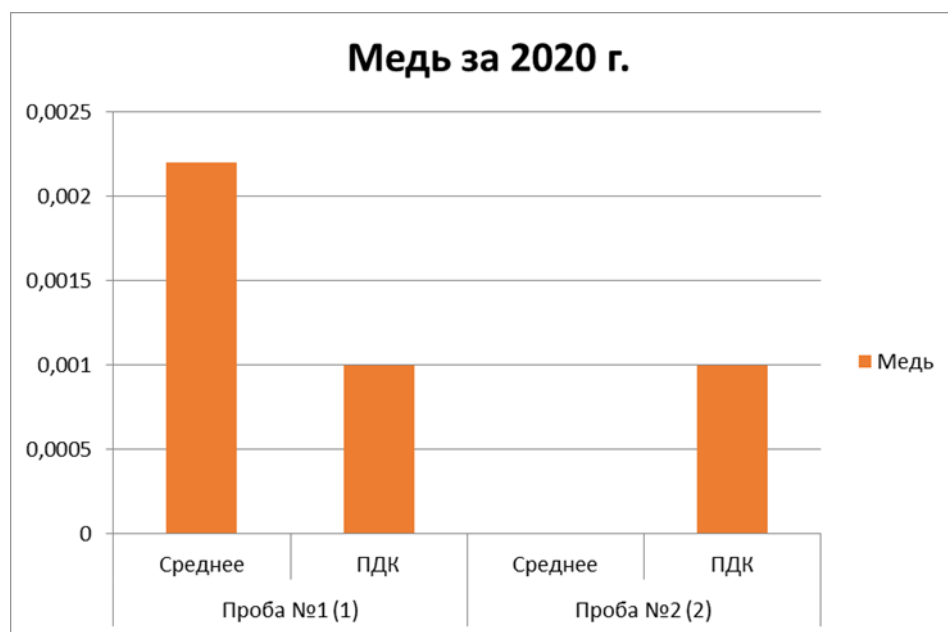


Рис. 6 График концентрации меди в снежном покрове за 2021 г, мг/кг.

[Выполнено автором]

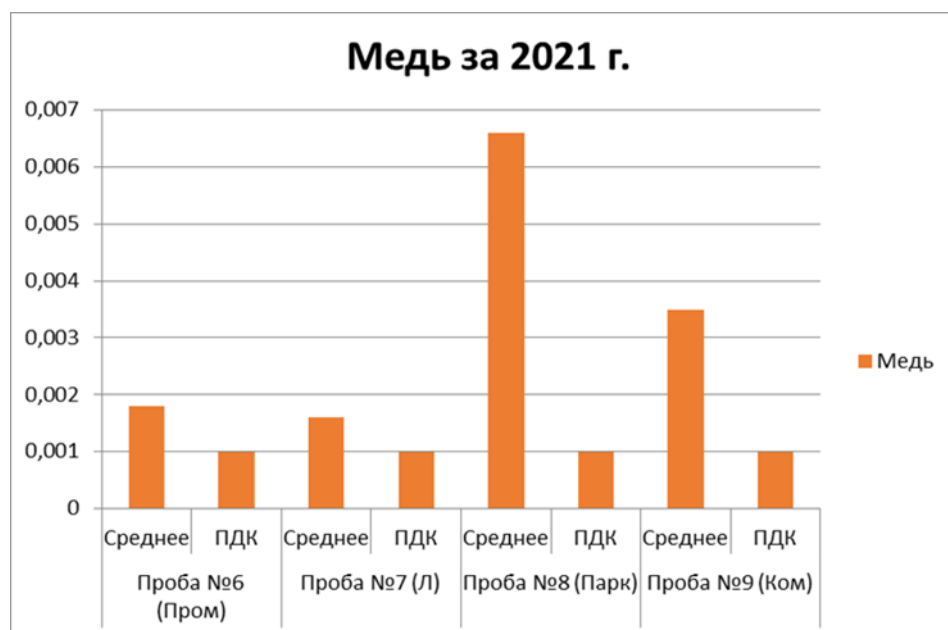


Рис. 7 График концентрации меди в снежном покрове за 2021 г, мг/кг.

[Выполнено автором]

На текущих графиках мы видим сравнение результатов меди, на первом графике по соотношению к ПДК мы наблюдаем что в первой пробе есть минимальное превышение, во второй пробе значения отсутствуют, на втором графике наблюдаем превышение во всех 4 пробах, в целом можно сказать что значения не критичны по соотношению к ПДК.

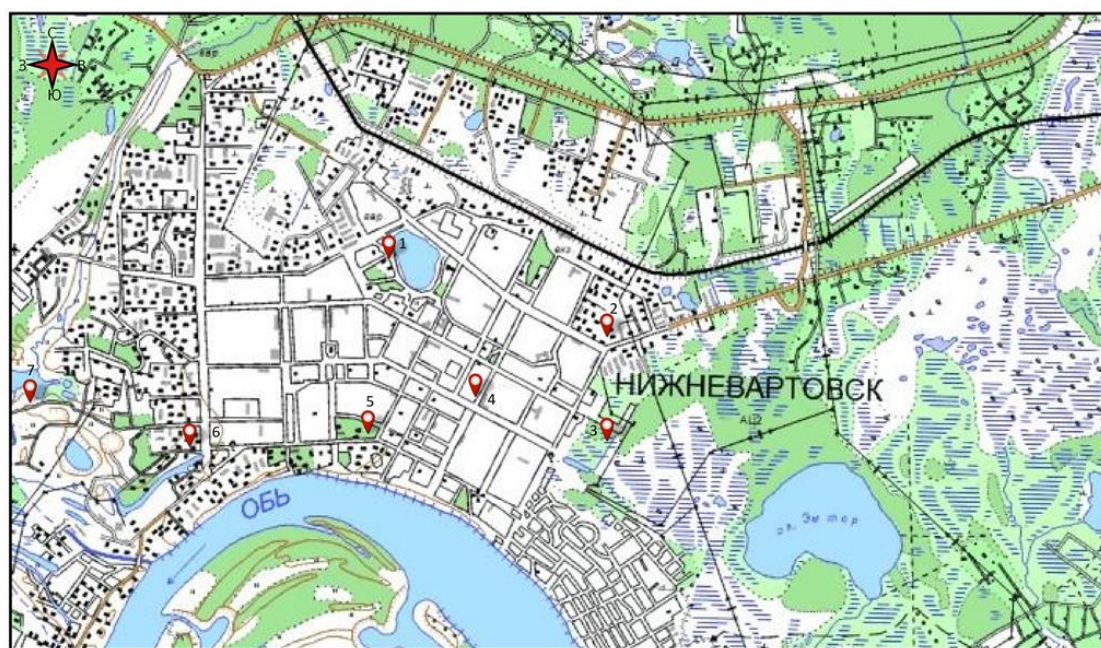
ПДК были отобраны на основе Приказа от 13 декабря 2016 года N 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения», в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. (с изменениями на 10 марта 2020 года)».

Из выше изложенных концентраций, можно сделать вывод, что основная часть загрязняющих веществ, попадает в почвенный покров. Превышения по цинку и меди, можно объяснить тем, что на территории города, имеются крупные и малые промышленные комплексы. В результате этого в атмосферный воздух попадают, выше перечисленные металлы, после чего оседают в зимний период в снежном покрове.

3.2 СОДЕРЖАНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВЕ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА НИЖНЕВАРТОВСКА

Лабораторные исследования были проведены при помощи НИИ «Экологии и природопользования».

Карта-схема отбора проб города Нижневартовск



Точки отбора
Почвенный покров

Рис. 8 Карта-схема отбора проб почв города Нижневартовска

[Выполнено автором]

1. Озеро Комсомольское
2. Ул. Интернациональная / Промышленный узел 2
3. Спальный район
4. Кольцо Ленина
5. Парк
6. Ул. Индустриальная / Промышленный узел 1



Рис. 9 Космоснимок отбора проб озеро Кымыл 2020 г.,
[Выполнено автором]



Рис. 10 Космоснимок отбора проб озеро Мыхпай 2020 г.,
[Выполнено автором]

В работу были взяты 13 проб почвы, результаты полученные представлены в таблице №.

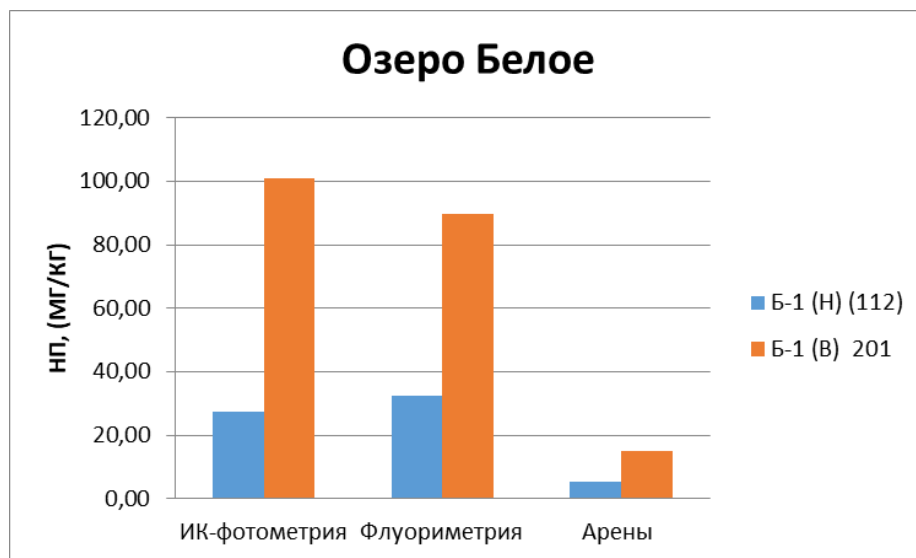


Рис.11 График содержания углеводородов в почве за 2020 г, мг/кг.

[Выполнено автором]



Рис.12 График содержания углеводородов в почве за 2020 г, мг/кг.

[Выполнено автором]

На данном слайде, представлены значения нефтепродуктов на двух озерах вне города, как мы можем заметить значения, не превышает 100 мг/кг на одном озере, и на другом не больше 30 мг/кг, сумма аренов составила не более 20 мг/кг.

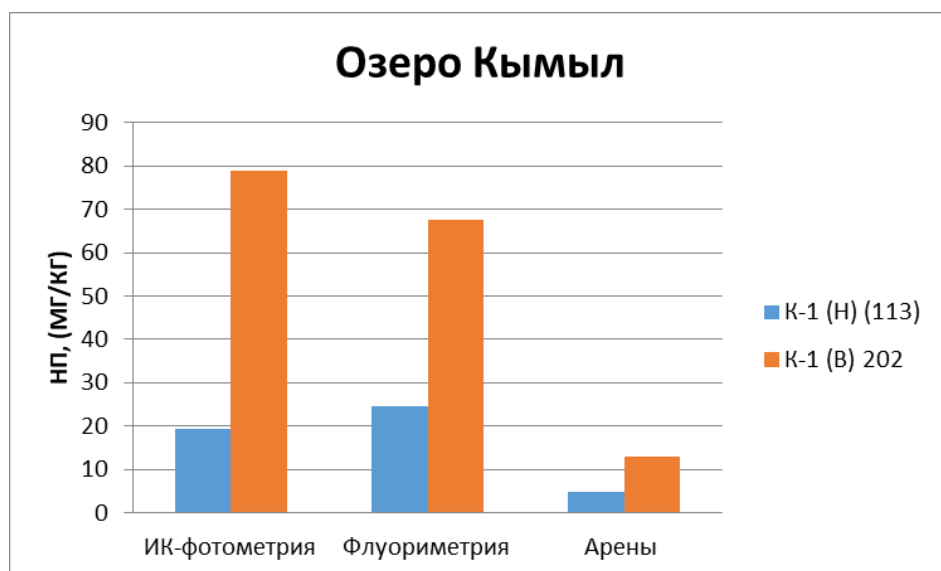


Рис.13 График содержания углеводородов в почве за 2020 г, мг/кг.

[Выполнено автором]

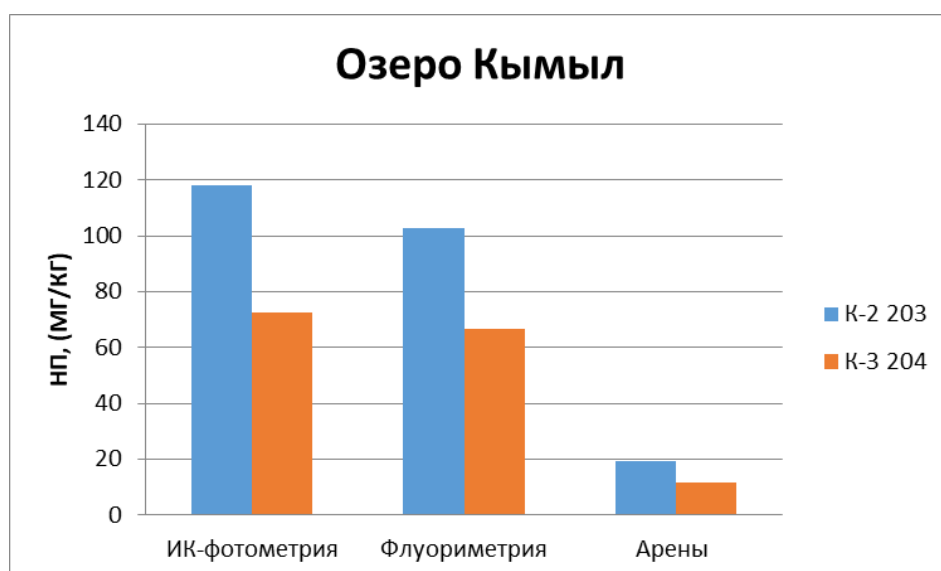


Рис.14 График содержания углеводородов в почве за 2020 г, мг/кг.

[Выполнено автором]

Данное озеро расположено на территории Самотлорского месторождения, на графиках отображены результаты от 5 до 120 мг/кг, значение аренов не выше 20 мг/кг.

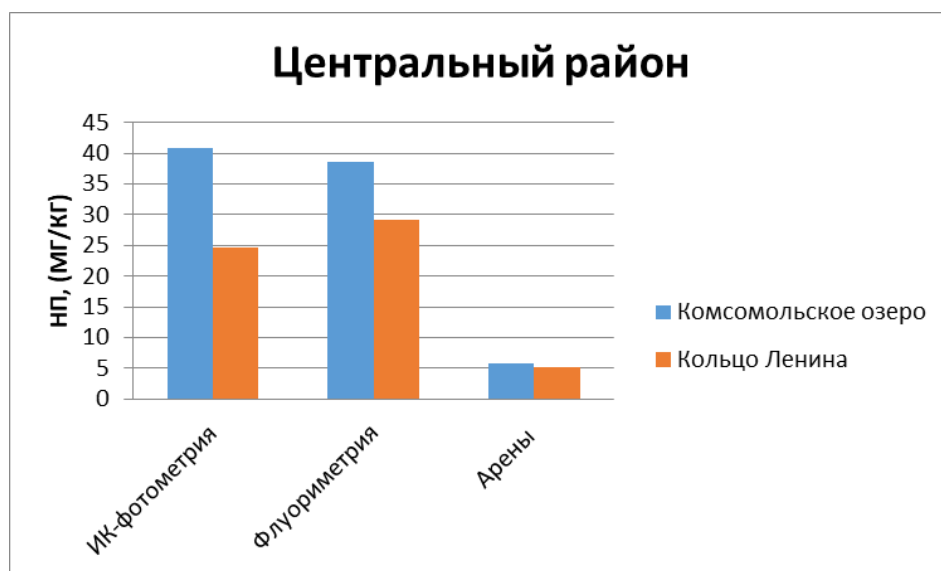


Рис.15 График содержания углеводородов в почве за 2020 г, мг/кг.

[Выполнено автором]

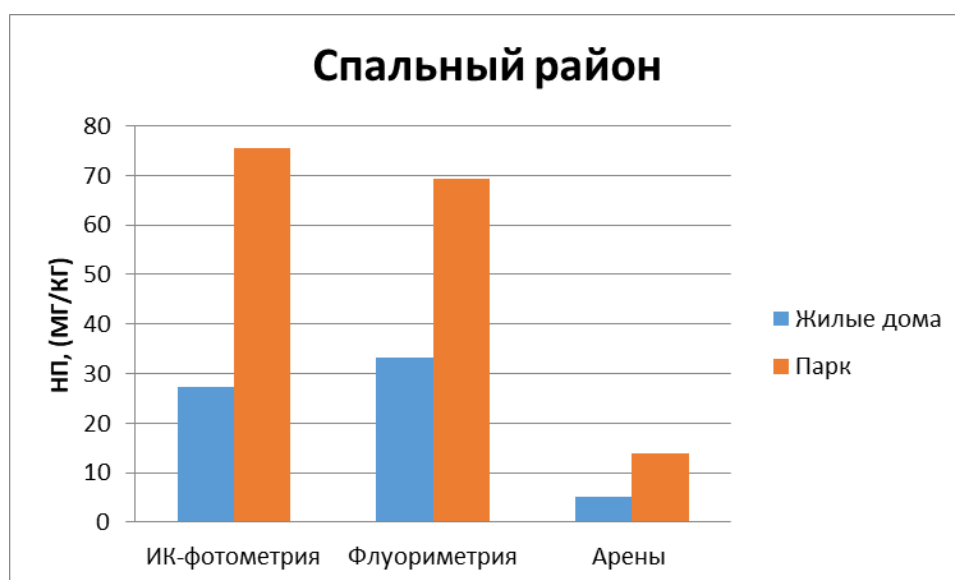


Рис.16 График содержания углеводородов в почве за 2020 г, мг/кг.

[Выполнено автором]

В данном случае на графиках отображены результаты нефтепродуктов, в центре города и спальных районах, значения не превышают 80 мг/кг, концентрация аренов не превысила 20 мг/кг.

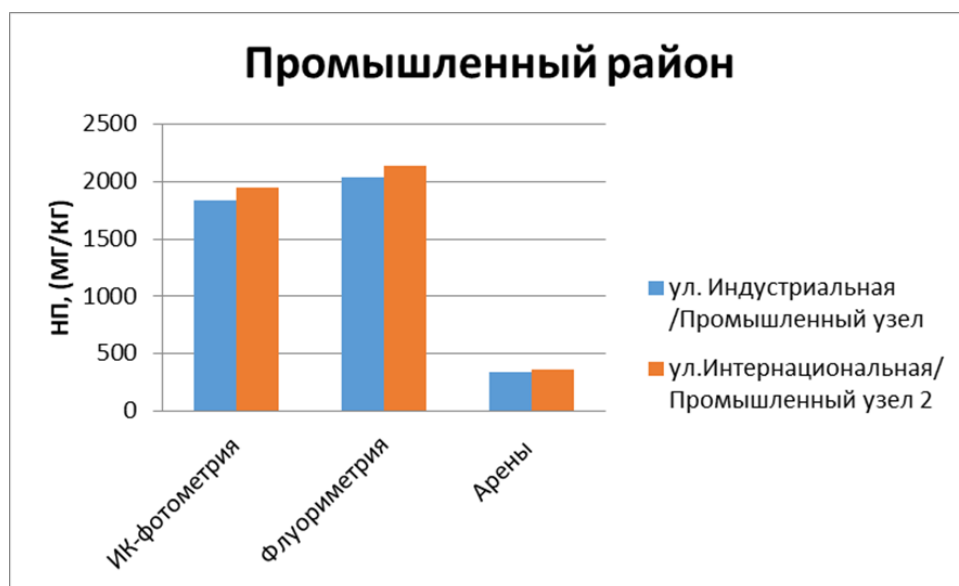


Рис.17 График содержания углеводородов в почве за 2020 г, мг/кг.

[Выполнено автором]

На графике представлен анализ результатов нефтепродуктов в почве, значения варьируются от 1800 до 2000 мг/кг, также были получены концентрации Аренов которые не превышают 500 мг/кг.

Оценка была произведена по классификации В.И. Пиковскому которая представлена ниже

Таблица 1

Уровень нефтяного загрязнения	МК/кг
Фоновый	До 100
Повышенный фон	100-500
Умеренный	500-1000
Умеренно опасный	1000-2000
Сильный, опасный	2000-5000
Очень сильный	Свыше 5000

Исходя из представленных значений, мы можем сказать, что полученные данные в ходе исследования по ИК-фотометрии в основном варьируются от 19,5 до 118, что означает уровни фоновый и повышенный фон, но выделяются 2 пробы с показаниями 1832 и 1952, по данной классификации это означает умеренно опасный уровень загрязнения.

По колонке Флуометрии в графике № 17, нам видна вариация от 24,7 до 103 основного числа проб, что говорит о уровне загрязнения фоновый и

повышенный фон. Также, как и в первом столбце выделились две пробы с превышением 2035 и 2137 соответствующему уровню загрязнения сильный, опасный.

Также была произведена оценка по другой классификации: «О порядке определения размера ущерба от загрязнения земель химическими веществами».

Таблица 2

Уровни загрязнения	Концентрация нефти и нефтепродуктов, мг/кг
I уровень Допустимый	<ПДК*
II уровень Низкий	1000-2000
III уровень Средний	2000-3000
IV уровень Высокий	3000-5000
V уровень очень высокий	> 5000

По данной классификации были сделаны следующие выводы, из первого столбца в приведенном графике № 17 проб попадают под 1 уровень, 2 пробы из того же столбца которым соответствуют значения 1832,1952 обозначают 2 уровень. По второму столбцу графика №17 мы видим, что 14 проб также обозначают 1 уровень, а вот 2 пробы уже превышают 2 уровень и переходят на 3 уровень загрязнения, значения которых 2035, 2137.

Исходя, из полученных показаний можно сделать вывод, что в процессе освоения Самотлорского месторождения, на этом месте находились либо производственные базы, либо осуществлялась транспортировка, какой-либо техники с остатками нефтепродуктов либо самой нефти в целом.

3.3 СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ

Подвижная форма тяжелых металлов в почве

Лабораторные исследования были проведены при помощи Института химии Тюменского государственного университета

В анализе было задействовано 13 проб почв, полученные результаты представлены на графиках ниже



Рис.18 График концентрации марганца в почве за 2020г, мг/кг

[Выполнено автором]

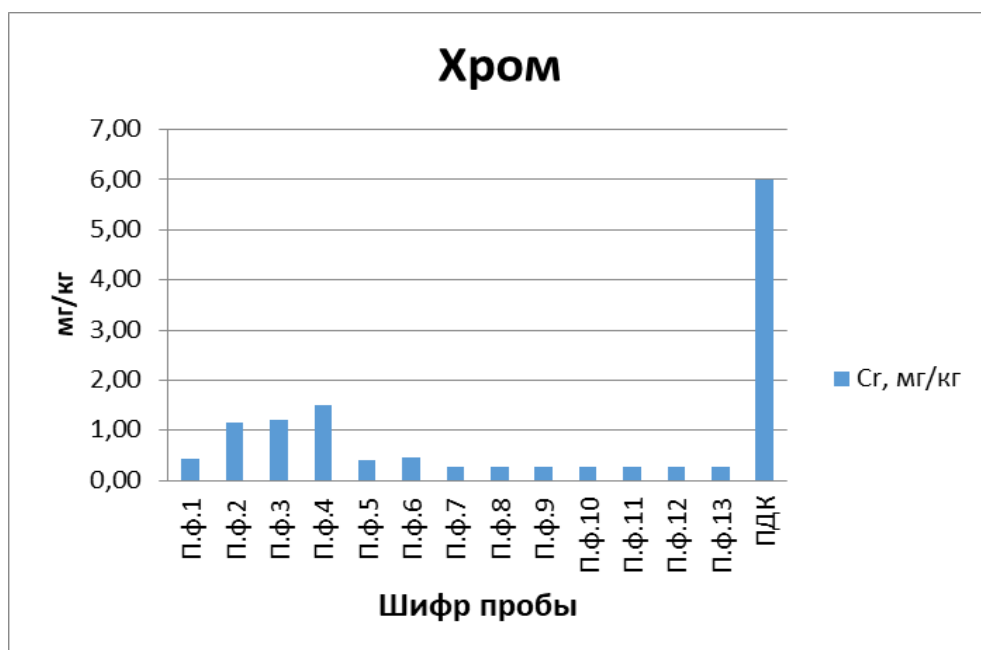


Рис.19 График концентрации хрома в почве за 2020г, мг/кг

[Выполнено автором]

По марганцу значения варьируются от 0 до 40 мг/кг, содержание хрома от 0 до 2 мг/кг.

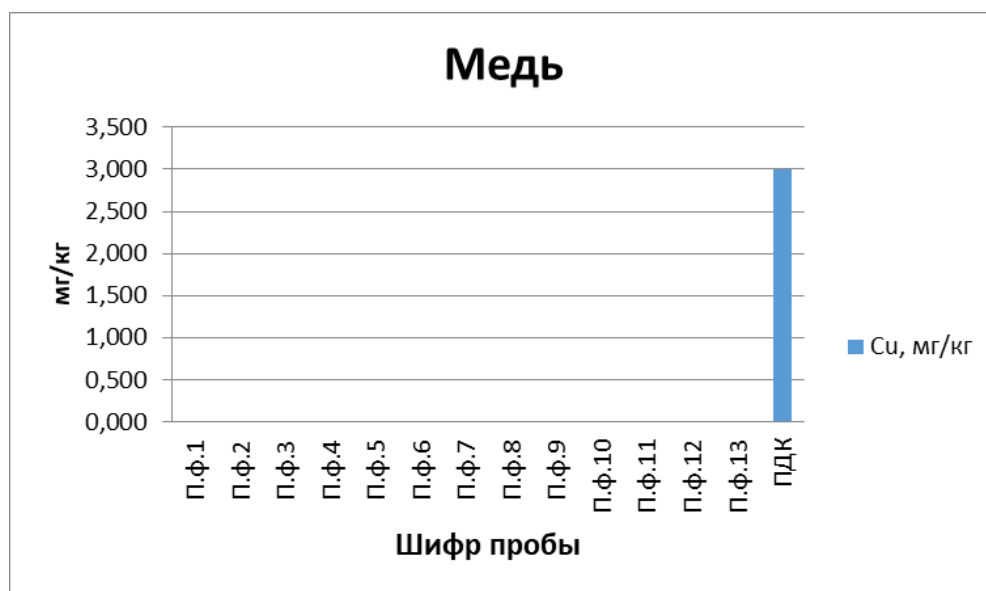


Рис.20 График концентрации меди в почве за 2020г, мг/кг

[Выполнено автором]



Рис.21 График концентрации кадмия в почве за 2020г, мг/кг

[Выполнено автором]

На данных графика представлены результаты меди и кадмия, значения по меди имеют нулевые показатели, по кадмию мы можем наблюдать значения в диапазоне от 0,5 до 0,20 мг/кг, в целом в обоих случаях ПДК не превышены.



Рис.22 График концентрации железа в почве за 2020г, мг/кг

[Выполнено автором]

По данному графику мы видим следующий результат, что значения варьируются от 20 до 140 мг/кг.

Кислоторастворимая форма тяжелых металлов в почве



Рис.23 График содержание марганца в почве за 2020г, мг/кг
[Выполнено автором]

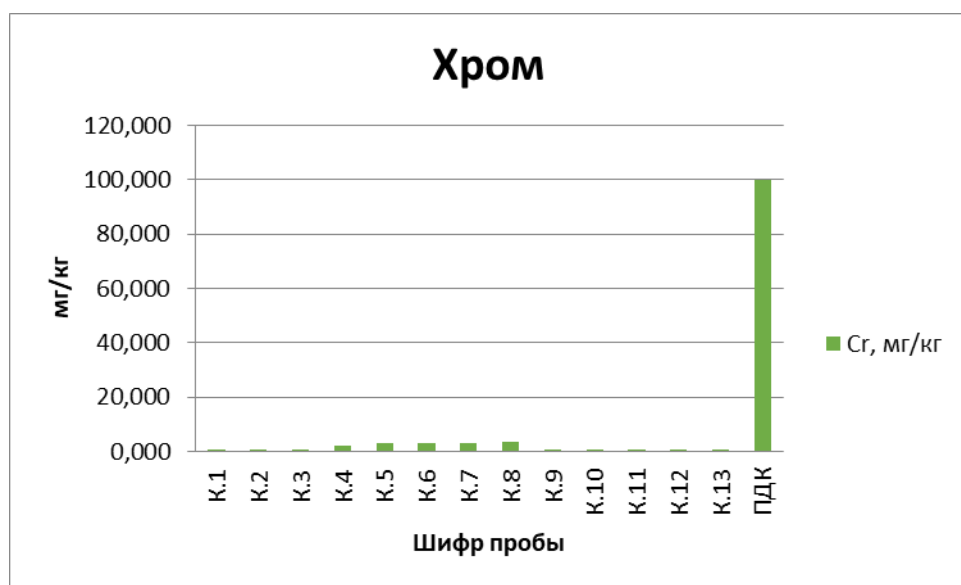


Рис.24 График содержание хрома в почве за 2020г, мг/кг
[Выполнено автором]

Марганец варьируется от 0 до 200 мг/кг, превышений в данном случае не обнаружено, концентрация хрома не превышает 20 мг/кг.

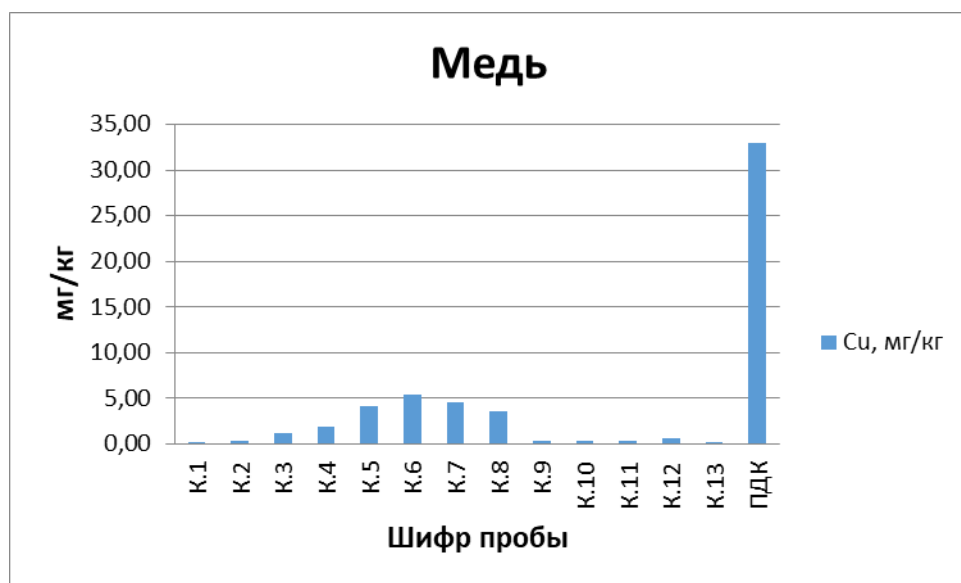


Рис.25 График содержание меди в почве за 2020г, мг/кг

[Выполнено автором]



Рис.26 График содержание кадмия в почве за 2020г, мг/кг

[Выполнено автором]

На данных графиках мы можем наблюдать полученный результат меди и кадмия медь варьируется от 0 до 5 мг/кг, кадмий от 0 до 0,5, в целом по двум графикам превышений нет.



Рис.27 График содержание железа в почве за 2020г, мг/кг

[Выполнено автором]

По железу в данном графике мы можем наблюдать, что значения начинаются от 0 до 8000 мг/кг.

В целом обстановка по тяжелым металлам положительная, во всех случаях ПДК не превысили норму, что касается концентраций железа в выше представленных графиках, то это можно объяснить природной особенностью местных ландшафтов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование позволило определить особенности содержания загрязняющих веществ в почве и снежном покрове города Нижневартовска, относящегося к области активной нефтедобычи. Проведённые полевые и лабораторные исследования, дали возможность провести комплексный анализ почвенного и снежного, а также сравнить содержание загрязняющих веществ с существующими нормативными документами.

Проведенные лабораторные исследования показали, что содержание нефтепродуктов в почвенном покрове исследуемой территории превышает ПДК в 18-20 раз.

В остальных отобранных образцах, содержание углеводородов и тяжёлых металлов в почвах города Нижневартовска в целом не превысили предельно допустимые значения.

Проследив хронологическую динамику на протяжении 2 лет, анализ снежного покрова показал незначительные превышения содержания тяжёлых металлах.

Используемые ПДК для углеводородов не корректны для исследуемого района, т.к. не учитывают ландшафтно-геохимические особенности и характер антропогенной деятельности. Для тяжёлых металлов ПДК в целом актуальны, за исключением железа, т.к. в таёжных ландшафтах это является природной особенностью региона.

Данные результаты могут послужить информационной базой для будущих исследований в области экологического мониторинга на территории города Нижневартовска, т.к. ранее не проводились исследования на выявление нефтепродуктов в почвах города. Благодаря чему можно организовать мероприятия и рекомендации по устранению негативного воздействия поллютантов на данный природный компонент.

Результаты анализа снежного покрова за 2020-2021 г.

Значения за 2020 г.						
Аналит.	Проба №1 (1)	Проба №2 (2)	Проба №3 (3)	Проба №4 (4)	Проба №5 (5)	ПДК
Цинк	0,0073	0,0050	-	-	-	0,01
Кадмий	-	0,000012	-	-	-	0,005
Свинец	0,0000014	0,000039	-	-	-	0,006
Медь	0,0022	-	-	-	-	0,001
Значения за 2021 г.						
Аналит.	Проба №6 (Пром)	Проба №7 (Л)	Проба №8 (Парк)	Проба №9 (Ком)	Проба №10 (Ипот)	ПДК
Цинк	0,011	0,013	0,015	0,0022	-	0,01
Кадмий	-	0,000012	0,000029	-	-	0,005
Свинец	0,0000053	0,000077	0,00025	0,00010	-	0,006
Медь	0,0018	0,0016	0,0066	0,0035	-	0,001

Таблица 2

Результат анализа почвы на нефтепродукты за 2020 г.

Проба	НП, (МГ/КГ)		
	ИК-фотометрия	Флуориметрия	Арены
ОЗЕРО БЕЛОЕ			
Б-1 (Н) (112)	27.4 ± 6.9	32.6 ± 6.5	5,4
Б-1 (В) 201	101 ± 25	89.5 ± 18.0	15,2
ОЗЕРО КЫМЫЛ			
К-1 (Н) (113)	19.5 ± 4.9	24.7 ± 4.9	Менее 5,0
К-1 (В) 202	78.8 ± 19.7	67.7 ± 13.5	13,0
К-2 203	118 ± 29	103 ± 20	19,5
К-3 204	72.6 ± 16.2	66.7 ± 13.3	11,8
М-1 Мыхпай 208	26.0 ± 6.5	27.3 ± 5.5	Менее 5,0
ГОРОД НИЖНЕВАРТОВСК			
КОМ (114)	40.9 ± 10.3	38.5 ± 7.7	5,7
КЛ 205	24.7 ± 6.2	29.2 ± 5.8	5,1
НОВ (115)	27.2 ± 6.8	33.3 ± 5.8	5,2
ПРОМЗОНА/И 206	1832 ± 266	2035 ± 419	340
ПАРК (116)	75.5 ± 18.9	69.4 ± 13.9	13,9
Без назв./Подсолнух. Пром 2 207	1952 ± 320	2137 ± 427	360

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Книжные издания

1. Алексеенко В.А. Геоэкология: экологическая геохимия. Рн/Д: Феникс, 2018. 104 с.
2. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. Москва: Логос, 2000. 305 с.
3. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. М.: Изд - во АН СССР, 1958. 142 с.
4. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин [и др.]. М.: Недра, 1990. 224-228 с.
5. Город и геологические процессы / Котлов Ф. В., Брашнина И. А. [и др.]. М.: 1967. 167 с.
6. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб: Дата введения 1984-07-01. Переиздание. Август 2008. 3-4 с.
7. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб: Дата введения 1990-04-01. Переиздание. Июль 2008 г. 4 с.
8. Грушка Э. Развитие градостроительства. Братислава: 1963. 79 с.
9. Девис Кингсли. Зарождение и развитие городов на земном шаре. Сб.: «География городов». Пер. с англ. М.: 1965. 83 с.
10. Другов Ю.С., Зенкевич И.Г., Родин А.А. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды, почвы и биосред. Москва: Изд-во Бином, 2005. 478 с.
11. Жорняк Л.В. Автореферат. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв. Томск: 2009. 10-12 с.
12. Колесник И.В. Саполетова Н.А. Инфракрасная спектроскопия, Московский Государственный Университет имени М. В. ЛОМОНОСОВА Факультет наук о материалах, 2011, 4-6 с.

13. Котлов Ф. В. О региональном характере распространения некоторых инженерно-геологических явлений. Сб.: «Природные физико-геологические и инженерно-геологические процессы и явления». М.: 1963. 112 с.
14. Кратцер П. А. Климат города. М.: 1958. 74 с.
15. Лисецкий А. С. Птицы города Харькова. «Синантропизация и domestикация животного населения». М.: 1969. С. 90-97
16. Мальцев А.А. “Молекулярная спектроскопия”. М.: изд. Московского Университета, 1980, 450 с.
17. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. М.: 1975. 23-25 с.
18. Перельман А.И. Касимов Н.С. Геохимия ландшафтов. М.: МГУ, 1999. 361-385 с.
19. ПНД Ф 16.1: 2.2.22-98 Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в почвах и донных отложениях методом ИК-спектроскопии. 1998.
20. ПНД Ф 16.1:2.21-98 Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «Флююорат-02». 1998.
21. Саушкин Ю. Г. Введение в экономическую географию. Москва: 1970. 128-135 с.
22. Строков В. В. Орнитофауна некоторых городов. Советского Союза и ее динамика. «Вопросы географии». М.: 1970. 30-35 с.
23. Филатова, Е.В. Геохимия природных и техногенно измененных биосистем. М.: Научный мир, 2015. 437 с.
24. Филонов К. П. Фауна наземных позвоночных города Мелитополя. «Синантропизация и domestикация животного населения». М.: 1969. 71-76 с.
25. Экология Ханты-Мансийского автономного округа / Под ред. В.В. Плотникова [и др.]. Тюмень: 1997. 134-140 с.

Составные части документов

26. Buttafuoco G., Guagliardi I., Tarvainen T. A multivariate approach to study the geochemistry of urban topsoil in the city of Tampere. *Journal of Geochemical Exploration*, October 2017, 191 p.

27. Cicchella D., Zuzolo D., Albanese S. Urban soil contamination in Salerno (Italy): Concentrations and patterns of major, minor, trace and ultra-trace elements in soils. *Journal of Geochemical Exploration*, June 2020, 56 p.

28. Mohammad T.K.N., Tabatabaai S. M. Geochemical assessment of steel smelter-impacted urban soils, Ahvaz, Iran. *Journal of Geochemical Exploration*, May 2015, 91 p.

29. Гончаров Е. А. Пигалин Д. И. Шурков Н. Г. Эколого-Геохимическая оценка почвенного покрова городских ландшафтов / *Вестник ПГТУ*, 2015. № 1(25), 90-93 с.

30. Залеская Л. С. Курс ландшафтной архитектуры. «Защита природной среды» / М.: 1972, № 6. 46-48 с.

31. Ильин В.Б. О нормировании тяжелых металлов в почве / *Почвоведение*. 1986. - № 9. 90-97 с.

32. Климат города Харькова. «Материалы Харьковского отдела Географического общества Украины» / Дубинский Г. П., Бабич А. Д. [и др.] // выпуск 8, 1971. 7-9 с.

33. Кураева И. В. Геохимические показатели экологического состояния загрязненных почв / *Вестник Днепропетровского университета*. Киев: 24 (2), 2016, 63-66 с.

34. Обухов А.И. Биогеохимия тяжелых металлов в городской среде / *Почвоведение*. 1989. № 5. 65-73 с.

35. Обухов А.И. Биогеохимия тяжелых металлов в городской среде / *Почвоведение*. 1989. № 5. 65-73 с.

36. Сторчак Т.В. Оценка степени загрязнения почв города. Нижневартовска. 2010. 2-5 с.

37. Тарасов Ф. В. К проблеме изучения физико-географической среды советских городов / «Научные записки Воронежского отдела Географического общества СССР», 1971. 32-34 с.

Многочастные (многотомные) документы

38. Добровольский В.В. Геохимия почв и ландшафтов. Избранные труды. М.: Научный мир, 2009. 2 т. 656 с.

39. Отто М. “Современные методы аналитической химии”. Изд. Техносфера, 2003. 1 т. 300 с.

40. Ушаков Д. Н. (ред.). Толковый словарь русского языка; [в 4. т.]. М.: 1940. 4 т. 56 с.

Картографические издания

41. Атлас Тюменской области: Выпуск 1. Москва: 1971. 27 с.

Электронные издания

42. «Экологический портал Югры»: 2018.
URL:<http://ecougra.ru/politic/strategy/pril1> (дата обращения: 17.03.2020).

43. По Сибири - Сайт о Сибири: 2014г. URL: <http://posibiri.ru/sibirskie-uvaly> (дата обращения: 17.03.2020).