

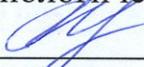
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ  
Кафедры геоэкологии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК

Заведующий кафедрой

Доктор биологических наук, доцент

 А.В. Синдирева

4 июля 2022 г

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

магистерская диссертация

**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ГОРОДА ТЮМЕНИ**

05.04.06. Экология и природопользование

Магистерская программа «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»

Выполнил работу:  
студент 2 курса  
очной формы обучения



Терехов Сергей  
Евгеньевич

Научный руководитель:  
директор НИИ ЭиРИПР, доктор  
биологических наук



Соромотин  
Андрей  
Владимирович

Рецензент:  
ученый секретарь ИКЗ ТюмНЦ  
СО РАН, кандидат геолого-  
минералогических наук



Устинова  
Елена  
Валерьевна

Научный консультант:  
в.н.с. ИКЗ ТюмНЦ СО РАН,  
кандидат географических наук



Якимов Артём  
Сергеевич

Тюмень  
2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ .....	5
1.1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ .....	5
1.2. ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ В МИРЕ .....	7
1.3. ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ В РОССИИ .....	9
1.4. ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ В ГОРОДЕ ТЮМЕНИ.....	9
ГЛАВА 2. РАЙОН И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	13
2.1. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	13
2.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ .....	13
2.3. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ .....	14
2.3.1. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ .....	14
2.3.2. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ .....	15
2.3.3. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ .....	17
2.3.4. КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.....	19
2.3.5. ГИДРОГРАФИЯ.....	20
2.3.6. ПОЧВЫ .....	20
2.3.7. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ.....	22
2.3.8. ЖИВОТНЫЙ МИР .....	24
2.3.9. АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ .....	24
2.4.1. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	25
ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ.....	27
ГЛАВА 4. ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ГОРОДА ТЮМЕНИ.....	30
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	40
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	41
ПРИЛОЖЕНИЯ 1-11 .....	45

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение геоэкологической обстановки в городах имеет важное значение для жителей населенных пунктов, особенно в наше время, когда идет значительный подъем промышленности, темпы урбанизации быстрые, идет увеличение количества автотранспорта, объем добычи полезных ископаемых растет, все это взамен преподносит существенный урон для окружающей среды. Города становятся центром распространения вредных веществ

Города стали оказывать колоссальное влияние на природные процессы и круговорот химических веществ на планете. Происходит сверх накопление некоторых химических веществ, нарушение миграции химических элементов, внутри профилейное и внешнее нарушение распространения химических веществ остаются острой проблемой в наше время.

Многие научные направления и смежные дисциплины направлены на мониторинг и изучение городских почв, селитебные ландшафты и почвы являются объектом пристального внимания для многих ученых.

Цель работы: установить особенности содержания тяжелых металлов в почве города Тюмени.

Задачи исследования:

Рассмотреть геохимическое распределение тяжелых металлов почв города Тюмени.

Определить пространственные особенности распределения тяжёлых металлов в почвах города.

Предмет исследования: содержание тяжёлых металлов.

Защищаемые положения:

Источники поступления загрязняющих элементов являются дороги и перерабатывающий аккумуляторный завод в Тюмени.

Научная новизна заключается в том, что заложена альтернативная система геоэкологического мониторинга содержания тяжёлых металлов в почвах города Тюмени. Получены первые данные, позволяющие провести независимую оценку качества городских почв.

Практическая значимость: полученные данные могут быть учтены в стратегии развития инфраструктуры города Тюмени, отражать общее состояние городской среды и выявлять наиболее проблемные районы города по содержанию тяжёлых металлов.

Актуальность: почвы в системе ландшафтных элементов способны длительное время накапливать признаки воздействия на них и в целом на ландшафт. Это один из устойчивых компонентов, который отражает длительность и степень воздействия на ландшафт. Тяжёлые металлы в повышенных количествах негативно влияют на здоровье человека и как следствие ухудшают качество проживания. Именно поэтому необходимо контролировать их содержание в почвах. Город Тюмень располагает потенциальными антропогенными источниками поступления тяжёлых металлов, что представляет потенциальную угрозу для проживания населения и поэтому необходимо осуществлять их геоэкологический мониторинг. почвы в системе ландшафтных элементов способны длительное время накапливать признаки воздействия на них и в целом на ландшафт. Это один из устойчивых компонентов, который отражает длительность и степень воздействия на ландшафт. Тяжёлые металлы в повышенных количествах негативно влияют на здоровье человека и как следствие ухудшают качество проживания. Именно поэтому необходимо контролировать их содержание в почвах. Город Тюмень располагает потенциальными антропогенными источниками поступления тяжёлых металлов, что представляет потенциальную угрозу для проживания населения и поэтому необходимо осуществлять их геоэкологический мониторинг.

## ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

### 1.1 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

За последнее время были написаны статьи по загрязнению городских почв тяжёлыми металлами, но остаются не решёнными или слабоосвещёнными некоторые вопросы, касающиеся отдельных аспектов это проблематики. Важной составной частью научных исследований является терминология и понятийный аппарат, которым руководствуется исследователь.

В разное время термину почва давались различные определения, в Российской Империи официально одним из первых научный термин к понятию почва дал выдающийся русский ученый В. В. Докучаев, он говорил, что «почвой следует называть «дневные» или наружные горизонты горных пород (все равно каких), естественно измененные совместным воздействием воды, воздуха и различного рода организмов, живых и мертвых» [Евтефеев, 2013].

Н.Ф. Ганжара в книге «Почвоведение» дает определение, что «почва – самостоятельное естественноисторическое биокосное природное тело, возникшее на поверхности Земли в результате воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, представляющее собой открытую четырехфазную динамичную систему с характерными признаками и свойствами и обладающее способностью обеспечивать рост и развитие растений» [Ганжара, 2001].

В современном почвоведении известны и другие определения почвы: «почва – это обладающая плодородием сложная полифункциональная и поликомпонентная открытая многофазная структурная система в поверхностном слое коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени» [Ковда, 1988].

Тип почвы – единица в классификации почв, где присутствует систематика главных морфологических горизонтов, общие свойства.

Тяжелые металлы – химические элементы, отличающиеся высокой токсичностью для всех живых организмов и способностью по пищевым цепям поступать в организм человека и животных, что представляет серьезную угрозу для их жизнедеятельности [Sharma R. K.].

Существует несколько видов почвенного загрязнения. Первым является механическое загрязнение, это всевозможные выбросы жидких веществ, твердых материалов, промышленные отходы, строительные материалы, мусор, пластик. Из-за механического загрязнения идут негативные последствия для окружающей среды. Уменьшается плодородие почвы, ее продуктивность идет на спад, функция почвы нарушается, для живых организмов идет ухудшение существования, а так же возникают трудности для роста растений.

Следующим типом загрязнения почв является химическое загрязнение, которое взаимосвязано с механическим. Оно является самым распространенным. Когда химическое вещество попадает на почву, в зоне контакта меняются химические свойства.

Предельно допустимая концентрация – определяет уровень химического загрязнения. Есть несколько классов опасности химических веществ, которые установлены ГОСТами. Самый опасный класс – 1ый, он является чрезвычайно опасным и имеет высокое токсическое значение. Опасность химических веществ заключается в том, что они аккумулируются в живых организмах, будь то растения или живые существа и оказывают самое различное влияние. Вот некоторый список загрязняющих веществ: ртуть, свинец, цинк, кобальт, хром, бериллий, нефтеотходы, пестициды, гербициды, ванадий, радиоактивные элементы.

Еще одно загрязнение – физическое. Физическое загрязнение изменяет физические параметры, такие как: температура, радиация, волновые параметры.

Тепловое загрязнение может проявляться, если при естественном уровне температуры окружающей среды идет длительное повышение температуры (тепловая аномалия). Такие явления характерны для городов, подземным ходам и коммуникациям, а так же для производств, для жилых массивов. Электромагнитные свойства почвы меняются при электромагнитном загрязнении. Требуется повышенного внимания и является особо опасным фактором при изменении свойств почв. Теле и радио установки, линии электропередач, промышленные установки – это источники электромагнитного загрязнения.

Шумовое загрязнение проявляется в антропогенных ландшафтах, например, в городах, аэродромах, автомагистралях, производства. Действие шумового загрязнения на человека является пагубным и проявляется в проявлении нервно-психических заболеваний, появляется стрессовое состояние и так далее.

## 1.2. ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ В МИРЕ

На сегодняшний день происходит быстрое изменение окружающей среды, антропогенное влияние усиливается с каждым годом. Идет дисгармония человека и природы, у человечества нет четкого плана о сохранении баланса между человеком и окружающей средой, так же идет недостаточный отчет того, что все компоненты связаны между собой и взаимообусловлены, хозяйственная деятельность человека дает много непредвиденных негативных последствий.

Существуют нерешенные вопросы в области экологии городов. Не до конца выявлена биологическая роль химических элементов, хотя и за последние 70 лет вышел ряд научных работ по данной проблеме, но вопрос остается открытым и требует дальнейшего исследования.

Большой процент (более 90%) косвенно или напрямую является результатом разнообразных болезней из-за качества окружающей среды. Другими словами от качества окружающей среды напрямую зависит здоровье населения [Ильин В.Б., Сысо А.И.,2001].

Существует достаточно много исследований о загрязнении почв в самых разных городах и странах, так например в китайской статье [Cheng, Li, Zhao, Kuo Li, Peng, Qin, Xiaomeng Cheng, с.14-27] дается информация о загрязнении почв ТМ в 31 крупном городе КНР, таких как никель, свинец, цинк, медь и многие другие. Китай больше всего загрязнен и Se, Cd, Hg, а самый загрязненный мегаполис это Шанхай. Исследование показало самые разнообразные выбросы ТМ, на территории Китая действуют самые различные производства, которые наносят существенный ущерб экологии. Примечательно, что были задействованы две выборки, при систематической выборке был выбран шаг в

один километр, а при случайной выборке пробы брались преимущественно в функциональных зонах, например в промышленной зоне или жилым массивом.

Одно из недавних исследований, проведенное в 2020 году было сделано в Кении была изучена тема токсичности ТМ и как они аккумулируются в пищевой цепочке, а так же была рассмотрена стойкость ТМ в гидросфере. В результате работы было выявлено, что в водной среде аккумуляция загрязняющих веществ меньше чем в почве, а кадмий и цинк накапливаются в агрокультурах больше чем медь, хром и свинец. Так же доказана связь между концентрацией ТМ в овощах, почве и воде, все это говорит о том, что есть общий источник тяжёлых металлов. [Tomboa, Nzeve, Mailua, Douglas Shitandac, Waswa, с. 17-25].

В Европе, в частности в Швейцарии, город Цюрих было сделано исследование почвы городских садов, пробы брались на 170 участках. Акцентировалось внимание на химическом и физическом состоянии почв, макроэлементы брались (Zn, As, Mg, Cu, Pb, Ni, B, Mn, Fe, V, Co, Ba). По многим ТМ найдено превышение ПДК, исследователи связали это с деятельностью людей [Tresch, Moretti, Le Bayon, Mäder, с. 2-3].

В Соединенных Штатах наблюдается интенсивное увеличение городской территорий наряду, что создает острую необходимость контроля загрязнения, на данный момент около 1200 участков включены в Национальный приоритетный список (NPL) рекультивации загрязненных земель, это говорит о колоссальной проблеме загрязнения городских почв. Примерно 63% участков в списке NPL загрязнены токсичными тяжелыми металлами. [Pouyat, Toral Patel-Weynand, Geiser, с. 35-140]

В Бразилии есть исследование о накопительном эффекте ТМ, проводилось в городе Риу-Гранде, в котором в восемнадцатом веке была развита текстильная промышленность, где использовалась ртуть, что дало загрязнение и в наше время, а так же анализы показывают превышение ПДК меди, никеля, свинца и цинка, последние связаны с агропромышленностью и добычей нефти [Oliveira Pentead, de Lima Brum, Florencio Ramires, с.2-6]. Исследование рассматривается в ключе влияния ТМ на живые организмы в том числе на человека, птиц, рыбу, животных.

### 1.3. ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ В РОССИИ

В России существует достаточное количество исследований почв, их загрязнения, миграции химических элементов, данными вопросами занимались многие ученые.

Так, например, Водянитский и Савичев провели исследование в Перми, Москве, Череповце, Чусовом о  $Fe_3O_4$ , который магнитится, данный индикатор свидетельствует о мере загрязнения ПДК. В результате данного метода были найдены некоторые концентрации тяжелых металлов (медь, цинк, свинец, хром, никель) [Vodyanitskii, Savichev, с. 155-162].

В условиях разной техногенной нагрузки на территории города, для мониторинга геохимического фона и отклонений от него, применяется картографирование содержания тяжелых металлов в почвах. На примере публикации [Энтин, Тимофеев, с. 5-27], можно заключить, что картографирование является эффективным методом анализа, однако, очень трудоемким по сравнению с математическим анализом полученных результатов.

Внутри профильные исследования являются важным аспектом изучения микроэлементного состава почв. Корчагина и Смагин в результате своего исследования выяснили, что поллютанты и плотность почвы являются важными факторами при оценке загрязнения окружающей среды. Замечена прямая корреляция при увеличении объема загрязненных веществ к пдк [Корчагина, Смагин, с. 993].

### 1.4. ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ В ГОРОДЕ ТЮМЕНИ

Город Тюмень является быстроразвивающимся административным центром города Тюмень, население города за последние 17 лет выросло в 1,5 раз, площадь в 3 раза. Открываются новые производства, например завод Электросталь, в течение длительного периода работают старые предприятия. Тюмень является одним из самых автомобилизированных городов России, по подсчетам почти у каждого второго тюменца имеется личное транспортное

средство, однако не стоит забывать про транзитный транспорт и общественный (такси, автобусы), которые создают затруднение в движении, загрязняют воздух, почвы, природные воды. В этой связи важной геоэкологической задачей является изучение загрязнения почв города Тюмени и его окрестностей.

Исследования загрязнения почв в городских ландшафтах проводятся давно и обширно. Во многих городах есть защищенные работы по воздействию вредных веществ на антропогенные ландшафты. Вопросом загрязнения почв занимались многие ученые среди них: Н.В. Прохоров, В.Г. Систер, М.Н. Строганова, М.Т. Агаркова, А.Д. Мягкова, Ф.И. Хакимов, Н.Ф. Деева, В.И. Титова, М.В. Дабахов, К.В. Корчагина и многие другие.

К.В. Корчагина в своей диссертации «оценка загрязнения городских почв тяжелыми металлами с учетом профильного распределения их объемных концентраций» сделала вывод, что, если идет рост пдк загрязняющих веществ, то идет увеличение общих запасов, это может привести к дифференциации в оценки концентрации степени загрязнении почв. А также выводом является, что цинк, свинец, мышьяк, ртуть, медь в зоне исследования превышены минимум в несколько раз [Корчагина К.В.].

Е. Ю. Константинова в своей работе Полициклические ароматические углероды в почвах промышленных и селитебных зон Тюмени [Константинова Е.Ю.] сделала следующие выводы; в городе Тюмень в селитебной зоне почвы загрязнены, в следствие длительного воздействия разнообразных антропогенных факторов, например, сжигание угля, транспортная нагрузка, различные производства, так же свою роль играет Антипинский НПЗ, ТЭЦ. Содержание углерода в почвах Тюмени больше в 4 раза фонового значения. Наиболее характерное и интенсивное загрязнение наблюдается вблизи автомагистралей, причем исследования показали, что у ТЭЦ-2 уровень загрязнения допустимы, а у Антипинского нефтеперерабатывающего завода- умеренно опасное загрязнение. Почва имеет высокий уровень рН, содержание углеродов превышает примерно в 3 раза является больше фонового (значение 341 мкг/кг, при фоновом 113,5 мкг/кг).

А.Г. Берсенева в статье содержание тяжелых металлов в почвах на территории промышленных предприятий города Тюмени отмечает, что для

свинца коэффициент техногенной концентрации равен 675, это говорит о том, что это значение свинца в почве является опасным для человека, такая высокая степень является результатом работы Тюменского аккумуляторного завода. В работе исследовались почвы рядом с Тюменским моторостроительным заводом, в результате исследований выявлено, что содержание свинца является небольшим, однако вокруг предприятия имеется большая концентрация кадмия, следствием этого являются выбросы завода и сточная вода [Берсенева А.Г.].

А.О. Ознобихина в работе особенности накопления тяжелых металлов в почвах северной лесостепи районов Тюменской области выявила, что кадмий содержится незначительно выше, чем в почвообразующей породе, концентрация свинца идет в районе 8-14 мг/кг, цинк в диапазоне 50-58 мг/кг, медь 35-43 мг/кг, кадмий идет в районе 0,46 – 0,65 мг/кг. Другими словами идет распределение в порядке убывания в почве и почвообразующей породе цинк>медь>свинец>кадмий. По итогу содержание веществ оценивается в слоях исследования оценивается следующим образом: кадмий имеет содержание от низкого до высокого, свинец от низкого до среднего медь и цинк имеют среднее содержание [Ознобихина А.О.].

Мониторинг почв и растительной продукции по содержанию тяжелых металлов на юге Тюменской области Квашнина Юлия Анатольевна в результате своих исследований выпустила диссертацию, в ней приведены следующие выводы: Почвы юга Тюменской области имеют содержание меди, цинка, свинца, кадми, все элементы являются первой группой эко-токсической опасности. Кадмий превышает фоновую концентрацию в Ялуторовском районе в три раза, Юргинский район имеет фоновое превышение по свинцу тоже в три раза.

С запада на восток идет убывание распространения тяжелых металлов, с севера на юг идет убывание в почвенно географических зонах, такая закономерность фиксируется из-за того, что почва наследует химические элементы, которые есть в почвообразующей породе.

В городе идет загрязнение, так как на территории Тюмени находятся промышленные предприятия. Шкала загрязнений начинается от допустимых значений до чрезвычайно-опасных. Это говорит о том, что в Тюмени есть острая необходимость для модернизации очистки выбросов.

В следствие исследований выявлено, что в верхних горизонтах концентрация токсичных веществ существенно выше, чем в нижних. Коренные породы имеют повышенное содержание цинка и меди. В пойменно-аллювиальной почве большое количество цинка, кадмия, свинца. В черноземе наблюдается повышенное содержание свинца. Так же отмечено, что при повышенном содержании гумуса в почве элементы менее подвижны. При кислой среде возрастает активность тяжелых металлов [Квашнина Ю. А.].

## ГЛАВА 2. РАЙОН И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определение городской почвы дает Давыдова и Тагасов, по их мнению «Городские почвы – это почвы городских территорий, имеющие антропогенный, преобразованный поверхностный горизонт, мощностью около 50 см, полученный в результате изменения природной почвы антропогенной деятельностью.» [Давыдова, Тагасов, с. 27-30].

Тюмень находится в районе дерново-подзолистых и торфяно-болотных, серые лесные почвы и боровые пески находятся в Пышминском районе. [Каретин, с. 110].

Горизонт А2 образуется благодаря дерновому процессу, который проявляется в серых лесных почвах, дерново-подзолистых и светлосерых почвах. К почвам города Тюмень, преимущественно относят тяжелые и лесные, подзолы дерновые и железистые, если опираться на карту почв РФ [Каретин, с. 67].

Болотные почвы и торфяно-болотные формируются на пониженных участках. Болотные почвы сформировались на суглинках, при ровном рельефе и заболоченности территории [Давыдова, Тагасов, с. 15].

Дерново-подзолы в Тюмени сформированы благодаря лесам, преимущественно березовыми и мелколиственными, а также иногда встречается ель, пихта и сосна. Реликтовый второй горизонт встречается очень часто, мощность составляет 30 см [Каретин, с. 67]. В верху профиля, встречается оподзоливание и иногда осолодение и оглеение. [Гвоздецкий, с. 56].

Помимо выше перечисленных почв в Тюмени можно встретить и луговые, пахотные почвы, урбанозем, культурозем, причем все с разной степени нарушенности [Гусейнов, с. 45].

### 2.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ

Токсическое воздействие на организм живых существ является особенностью тяжелых металлов, существует их более 40 штук, это особая

группа химических элементов, нарушение ПДК является опасным для окружающей среды. Тяжелые металлы особенно хорошо аккумулируются в почве, учитывая скорость индустриального развития общества проблема развивается. Увеличение количества машин, загрязнение вод производством, разнообразные промышленные комплексы, это лишь немногие пути как ТМ могут попадать в почву. Тяжелые металлы при попадании в организм являются токсикантами, они оказывают отрицательное влияние на организм. Хром, цинк, ртуть, никель, мышьяк, молибден, свинец, это группа токсикантов. Особенно опасны; ртуть, кадмий, свинец, из-за того что они активно накапливаются и живых организмах. Обладают высокой способностью к биологическим, химическим и физико-химическим реакциям [Ильин, с. 65].

При повышенной подвижности химических элементов, идет ускоренное поступление этого элемента в организм, следовательно, он более опасен и токсичен, чем элементы, которые имеют низкую подвижность [Давыдова, с. 12].

Валовое содержание элементов – это один из самых важных показателей как можно сделать оценку нахождения концентрации и сделать интерпретацию процессов, при этом большинство ТМ, при попадании в природу может аккумулироваться в педосфере [Джувеликян, с. 107-112].

В природную среду ТМ попадают либо через природные факторы, либо через человеческую деятельность. Например, извержение вулкана, лесной пожар, считается источником природного попадания в окружающую среду. Удобрения, шахты, отходы производств, карьеры, автомашины является причинами поступления ТМ при деятельности человека [Тарасов, с. 45].

## 2.3. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

### 2.3.1. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Город Тюмень находится по обе стороны р. Туры в пределах Туринской наклонной равнины, в подтаёжной природной зоне (Рис.1). Тюмень – центра Тюменской области и одноимённого района. Расположена в юго-западной части Западно-Сибирской равнины.

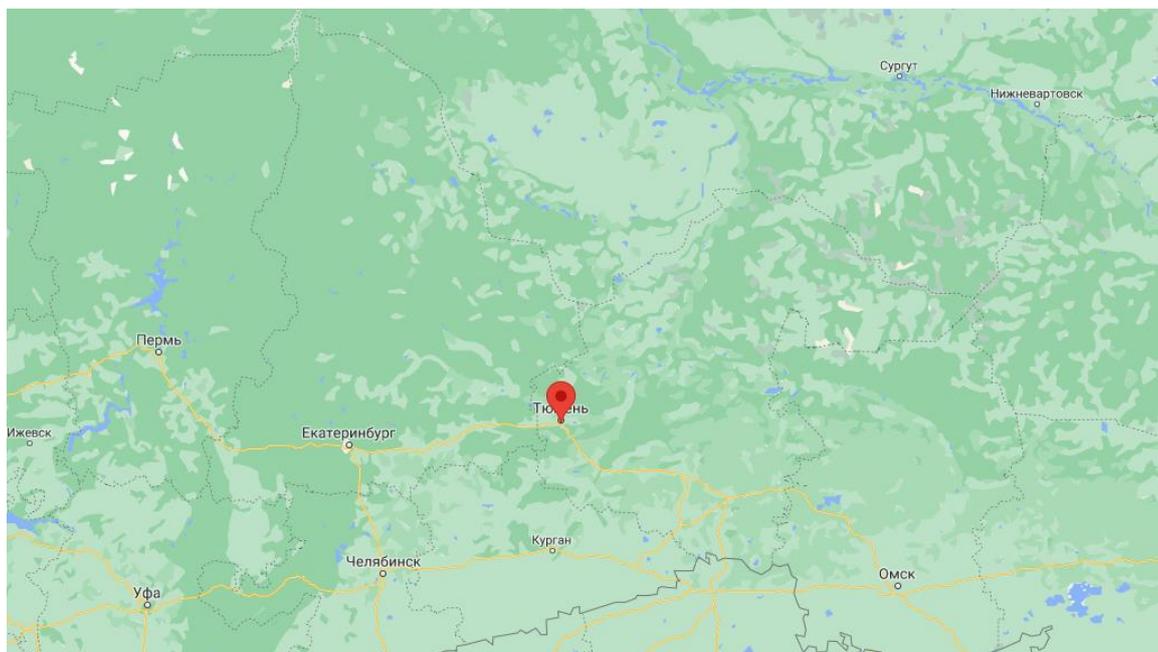


Рис. 1 Географическое положение района исследования [Источник Google maps]

### 2.3.2. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

К началу четвертичного периода области осадконакопления существенно сократились, рельеф и гидрографическая сеть сформировались близко к современным [Бакулин, Козин, 1996].

Окончательное формирование рельефа и поверхностных отложений произошло в четвертичную эпоху, которая характеризуется пятью ледниковыми периодами: древнеледниковым, самаровским, тазовским, зырянским, сартанским, и соответственно четырьмя межледниковьями: тобольским, мессовско-ширтинским, казанцевским, каргинским.

Наиболее существенное влияние на формирование рельефа и поверхностных отложений юга области сыграло самаровское оледенение в среднечетвертичную эпоху. Это был период максимального оледенения, когда ледник продвинулся примерно до широты Сургута. Перед ледником сформировался огромный перигляциальный водный бассейн типа мелкоморья. На юге области воды поднимались до 80-100 м над уровнем моря, сбрасывались они по Тургайской впадине в Каспийское море. На территории, покрытой

приледниковым озером, шло осадконакопление (озерных, озерно-аллювиальных). На приподнятых местах юга области (выше 100 м) располагались водораздельные равнины, сложенные лёссовидными породами субаэрального генезиса [Бакулин, Козин, 1996].

В последующий период наступление ледников было менее значительным, как и трансгрессия моря. На равнинах юга области образовывались террасы, окончательно формировались покровные отложения, которые и являются почвообразующими породами. Они представлены в основном четвертичными отложениями различных возрастов (рис. 2). Это аллювиальные, озерные и озерно-аллювиальные, а также субаэральные покровные отложения, не подвергшиеся в период максимального оледенения затоплению [Бакулин, Козин, 1996].

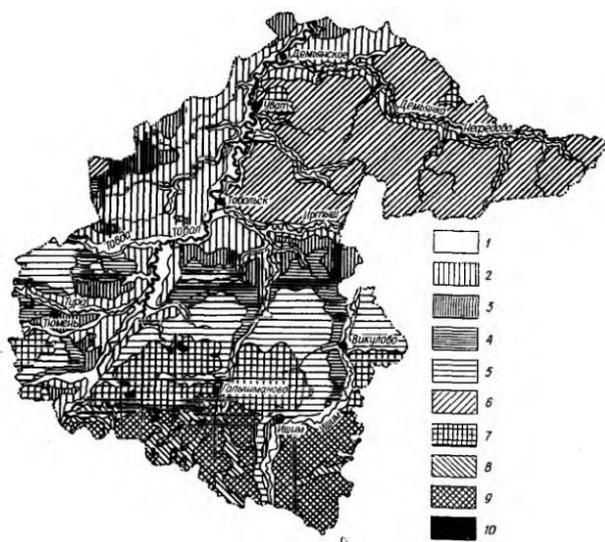


Рис. 2 Четвертичные отложения по А. П. Астапову, Ю. П. Черепанову (Каретин, 1991).

Условные обозначения: 1) современные верхнечетвертичные аллювиальные отложения поймы и I надпойменной террасы; 2) верхнечетвертичные озерно-аллювиальные отложения II надпойменной террасы; 3) верхнечетвертичные озерно-аллювиальные отложения III надпойменной террасы; 4) средне-верхнечетвертичные озерно-аллювиальные отложения IV надпойменной террасы; 5) среднечетвертичные озерные отложения бахтинского надгоризонта; 6) нижне-среднечетвертичные аллювиальные отложения тобольской свиты; 7) верхнеплиоцен-нижнечетвертичные озерные отложения смирновской свиты; 8) верхнеплиоцен-

нижнечет вертичные аллювиальные отложения "мертвых" долин: 9) субэральные покровные образования водоразделов; 10) дочетвертичные породы.

Четвертичные отложения низких террас озерно-аллювиального генезиса разных возрастов занимают зону южной тайги и частично подтайги. В лесостепной зоне они представлены современными аллювиальными отложениями различного гранулометрического и вещественного составов.

На территории исследования имеются субэральные, озерно-иллювиальные, аллювиальные четвертичные отложения.

### 2.3.3. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Рельеф выступает как главный фактор перераспределения солнечной радиации и осадков в зависимости от экспозиции и крутизны склонов и оказывает влияние на водный, тепловой, питательный окислительно-восстановительный и солевой режимы почв.

Элементы мезо- и микрорельефа и особенно склоны разной крутизны прежде всего перераспределяют влагу осадков на земной поверхности и регулируют соотношение вод, стекающих по поверхности, просачивающихся в почву, накапливающихся в понижениях.

Все это приводит к развитию различных растительных ассоциаций и разложению органических остатков и формированию органического вещества почв.

В настоящее время юг Тюменской области имеет следующее геоморфологическое строение (рис. 3).



Рис. 3 Схема геоморфологического районирования Тюменской области [Бакулин, Козин, 1996]

Условные обозначения: I – Тобольский материк; II – Кондинская низменность; III – Среднеиртышская низменность; IV – Ишимская равнина; V – Туринская равнина.

Район исследования находится в пределах Туринской равнины, которая имеет региональный уклон в сторону реки Тобол с не очень интенсивно развитой овражно-балочной сетью.

Долинный комплекс Туринской равнины состоит из четырех террас [Старков, 1994]:

Пойменная (луговая) терраса. Имеет горизонтально выраженную площадку в пределах высотных отметок 55-56 м с превышением бровки уступа над урезом воды русла 5-6 м. Ширина площадки террасы изменяется в зависимости от положения русла в пределах 0-3 км. Площадка пойменной террасы осложнена старицами веерообразной формы, часть которых заболочена. Наиболее свойственны ей гривисто-русловые формы рельефа.

Первая надпойменная терраса. По генезису она является аккумулятивной с площадкой в пределах высотных отметок 59-60 м. Превышение бровки уступа над урезом воды в русле около 9 м. Терраса отделена от поймы резким уступом высотой около 3 м. Поверхность террасы на участках, где отсутствуют болота,

почти всегда плоская с редкими эрозионными останцами второй надпойменной террасы.

Вторая надпойменная терраса. Прослеживается в виде небольших по размерам, хорошо геоморфологически выраженных эрозионных останцов в долине р. Туры. Высота бровки над урезом воды в реке составляет 15-17 м. Абсолютные отметки поверхности террасы составляют 65-67 м. Для террасы характерно развитие грядовых форм рельефа и заболоченных понижений.

Третья надпойменная терраса. Площадка ее занимает поверхность с абсолютными отметками 75-78 м. Средняя часть террасы возвышается над урезом воды на 30 м. Рельеф ее довольно сложен. Основной его особенностью является наличие грядовых форм рельефа эолового происхождения [Старков, 1994].

#### 2.3.4. КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Климат континентальный и характеризуется суровой продолжительной зимой и теплым летом, переходными сезонами с поздними весенними и ранними осенними заморозками.

Район достаточно обеспечен теплом и влагой. Продолжительность безморозного периода – 131 дней. Продолжительность теплого периода 6 месяцев. Самым теплым месяцем является июль, его средняя температура 17,2°C. Самым холодным месяцем в году является январь, иногда февраль. Средняя январская температура -17°C, средняя минимальная -38°C, абсолютный минимум -50°C [Атлас Тюменской области, 1971].

Сумма осадков за год составляет 400-430 мм, за теплый период выпадает приблизительно 350 мм, а за период с температурой выше 10° - 250 мм. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом равна 151 дню, средняя высота покрова – 36 мм. Снежный покров достигает значительной величины благодаря продолжительной зиме и отсутствию продолжительных оттепелей. Уменьшение количество осадков к осени происходит вследствие увеличения атмосферного давления и уменьшения влагосодержания воздушных масс, в связи с общим понижением температуры. Осенью осадков выпадает больше, чем весной. Основное количество осадков выпадает с мая по октябрь.

Годовой ход осадков относится к континентальному типу [Бакулин, Козин, 1996].

Климатические условия – важный фактор развития биологических и биохимических процессов. Определенное сочетание температурных условий и увлажнения обуславливает тип растительности, темпы создания и разрушения органического вещества, состав и интенсивность деятельности почвенной микрофлоры и фауны. Атмосферный климат оказывает огромное влияние на водно-воздушный, температурный и окислительно-восстановительный режим почвы. Также климат оказывает большое влияние на процессы ветровой и водной эрозии почв [Ткаченко, 1952].

### 2.3.5. ГИДРОГРАФИЯ

Поверхностные воды представлены речными, озерными и болотными; подземные воды – грунтовыми и почвенно-грунтовыми.

Основная река Тура – левый приток Тобола, которая относится к Обь-Иртышскому речному бассейну. Её исток находится на восточном склоне Среднего Урал. Длина реки составляет 1030 км, в Тюменской области находится участок в 260 км [Лёзин, 1999]. В Тюмени и Тюменском районе Тура принимает такие притоки, как: Ахманка, Капланка, Айга, Малая и Большая Каньрка, Каменка, Антоновка, Паповка, Таловка, Ольховка, Бабарынка, Тюменка, Войновка и самый крупный приток – реку Пышма.

Свои воды она собирает с огромной площади в 80,4 тыс. кв. км. Бассейн реки имеет длину 505 км и ширину 285 км. В теплые летние месяцы вода в Туре прогревается до 17—20° [Иваненко, 1988].

Поверхностные и грунтовые воды могут по-разному влиять на почвы [Ткаченко, 1952]. Почвы с близким уровнем грунтовых вод могут обладать высоким плодородием, а поверхностные воды формируют особые азональные образования – типичные типы аллювиальных почв.

### 2.3.6. ПОЧВЫ

В пределах юга Тюменской области выделено три зональных типа почв: подзолистые, серые лесные и черноземы. Первый из них получил распространение в подзоне южной тайги, частично в подтайге, в том числе подтипы: собственно подзолистые и дерново-подзолистые и два рода: обычные и со вторым гумусовым горизонтом [Каретин, 1990].

В подзоне подтайги основной зональной почвой являются серые лесные. Распространены все три подтипа: светло-серые, серые и темно-серые и два их рода - оподзоленные и осолоделые.

В лесостепной зоне зональными являются как черноземы, подтипы – выщелоченные, оподзоленные, обычные и два рода последних – осолоделые и солонцеватые, так и серые лесные, преимущественно осолоделые [Каретин, 1990].

Район исследования находится в зоне подтайги. Наибольшую площадь занимают дерново-подзолистые почвы, а также подзолистые и серые лесные.

По условиям увлажнения почвы разделяют на:

1. Автоморфные почвы – формируются на ровных поверхностях и склонах в условиях свободного стока поверхностных вод, при глубоком залегании вод (глубже 6). На территории исследования представлены подзолами, дерново-подзолистыми и серыми лесными почвами.

2. Полугидроморфные почвы – формируются при кратковременном застое поверхностных вод или при залегании грунтовых вод на глубине 3-6 м.

3. Гидроморфные почвы формируются в условиях длительного поверхностного застоя вод или при залегании грунтовых вод на глубине менее 3 м. Основными водными свойствами почв являются водоудерживающая способность, водопроницаемость и водоподъемная способность. На территории исследования представлены аллювиальными почвами [Ткаченко, 1952].

От соотношения осадков и испарения зависит характер водного режима почв. Промывной тип ( $K > 1$ ) характерен для аллювиальных почв. Периодически промывной тип ( $K = 1$ ) характерен для подзолов, дерново-подзолистых и серых лесных почв.

Болотные воды оказывают существенное влияние на окружающие почвы, способствуя повышению уровня грунтовых вод и верховодки, тем самым усиливая гидроморфизм окружающих почв [Бакулин, Козин, 1996].

Подзолистые и дерново-подзолистые почвы формируются при образовании агрессивных фульватных кислот при разложении хвои, а серые лесные под березово-осиновым лесом. Кроме того, серые лесные почвы залегают тонкой полосой, с включениями дерново-подзолистых почв, вдоль долины р. Канырка. В долине р. Канырка так же располагаются особые аллювиальные дерновые кислые почвы с признаками оглеения, которые формировались из речных и озерных наносов при разложении отмирающей растительности и избытке влаги. Вследствие чего профили таких почв имеют ржавые охристые пятна или тонкие прожилки грязно-голубого цвета.

Лугово-черноземные почвы являются аналогами черноземов, но в отличие от них формируются в условиях повышенного увлажнения. Они развиваются на территориях с богатым разнотравьем или под разреженными лиственными лесами. Данная почва сформировалась в результате антропогенной деятельности, этим она и отличается от естественных аналогов.

Особенностью педогенеза в поймах рек являются пойменные и аллювиальные процессы. Пойменный процесс – это затопление территории полыми водами, она способствует поднятию грунтовых вод, смягчает климат, влияет на направление и интенсивность микробиологических процессов в почве, а также на характер природной растительности и ее продуктивность, на солевой режим почв и почвенно-грунтовых вод. Под аллювиальными процессами следует понимать принос паводковыми водами взмученного материала, размывание поймы и переотложение на ее поверхности взвешенных в воде частиц в виде слоя наилка, или аллювия.

Особое место на юге области занимает род слабодифференцированных подзолов (боровые пески). Они сформировались на песчаных морских и аллювиальных дюнных отложениях под сосновыми лесами высоких бонитетов [Бакулин, Козин, 1996].

### 2.3.7. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Растения играют важную роль в формировании почвы, они являются источником органического вещества. Основной их функцией в почвообразовании является биологический круговорот – поступление их в почвы элементов питания и воды, синтез органической массы и возврат ее в почвы после завершения жизненного цикла. Характер участия зеленых растений в почвообразовании различен в зависимости от типа растительности и интенсивности биологического круговорота [Каретин, 1990].

Лесная растительность образует сложный многокомпонентный биоценоз в составе древесных, кустарниковых, травянистых и мохово-лишайниковых формаций. Главные особенности в почвообразовании: многолетний жизненный цикл, ежегодное отчуждение лишь части биомассы, главным образом в виде поверхностного опада (листьев, хвои, веток, плодов, коры), сильно разветвленная корневая система [Каретин, 1990].

Отличительные особенности травянистой растительности – укороченный жизненный цикл (1-3 года), ежегодное отчуждение с опадом от 40-60 до 100 % биомассы, богатой азотом и зольными элементами, значительная доля в опаде корневых систем. Вследствие этого идет накопление в верхней части профиля формирующей почвы гумуса и образование оструктуренных гумусовых горизонтов, обогащенных азотом и зольными элементами питания растений [Каретин, 1990].

Лесная растительность района исследования, представленная древесным ярусом (береза белая, сосна обыкновенная и осина); травяно-кустарничковым ярусом (шиповник роцовой, малины обыкновенная, костяника, земляника, хвощ полевой, папоротник-орляк, зимолюбка зонтичная, брусника, грушанка круглолистная, подмаренник северный, купена многоцветковая, майник двулистный и другие).

Луговая растительность представлена: чиной луговой, клевером средним и люпиновым, тысячелистником обыкновенным, вероникой колосистой и широколиственной и другие).

Сосновые, сосново-березовые леса сформировались на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах. Сосново-осиново-березовые леса –

на дерново-слабоподзолистой почве. Формирование серой лесной почвы представлено в березовых и осиново-березовых лесах.

Растительность разнотравно-злаковых лугов определяет аллювиальные типы почв.

### 2.3.8. ЖИВОТНЫЙ МИР

Почвенная фауна весьма разнообразна. К животному миру, принимающему активное участие в жизни почвы, относятся различные представители простейших, беспозвоночных и позвоночных животных.

Простейшие организмы такие как жгутиковые, инфузории и корненожки поедают отмершие бактериальные клетки, тем самым это приводит к более интенсивному росту биохимически активных особей [Кауричев, 1989].

Беспозвоночные – членистоногие, дождевые черви, энхитреиды используют в качестве пищи растительные остатки, это ускоряет биологический круговорот. Также дождевые черви помогают педотурбации почв, повышают пористость, влагоемкость и водопроницаемость.

Насекомые – обитают во всех почвах и являются неотъемлемым компонентом. Личинки различных видов являются гумификаторами.

Позвоночные улучшают физико-механических свойств (аэрация, водопроводимость, порозность), улучшение плодородия [Кауричев, 1989].

Активное участие в жизни почвы, исследуемой территории, принимают: кроты, клещи, черви, жуки, муравьи, змеи, ящерицы.

### 2.3.9. АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ

Производственная деятельность человека – специфический мощный фактор воздействия на почву и на весь комплекс окружающих условий развития почвообразовательного процесса. Это фактор сознательного, направленного воздействия на почву, вызывающий изменение её свойств и режимов значительно более быстрыми темпами, чем это происходит под воздействием природного почвообразования. В настоящее время хозяйственная деятельность человека становится решающим фактором почвообразования и повышения

плодородия почвы на значительных пространствах земного шара. При этом характер и значимость изменений почвы зависят от социально-экономических производственных отношений, уровня развития науки и техники.

Антропогенная деятельность оказывает на почвы как положительное, так и отрицательное влияние.

Систематическое применение мероприятий по повышению плодородия почв с учетом их генетических свойств и требований возделываемых культур приводит к окультуриванию почвы, т. е. формированию почв с более высоким уровнем эффективного и потенциального плодородия.

Неправильное использование почв без учета их свойств, условий развития, с нарушением научно обоснованных рекомендаций применения того или иного приема приводит не только к отсутствию необходимого эффекта в повышении плодородия почв, но и может вызвать существенное их ухудшение (эрозия, вторичное засоление, заболачивание, загрязнение почвенной среды и т.д.) [Чалышев, 1978].

Тюмень является крупным центром нефте-газодобычи, в черте города находится Антипинский нефтеперерабатывающий завод. Так же в городе расположен металлургический завод Электросталь. В машиностроительной отрасли в Тюмени находится Тюменский аккумуляторный завод и моторостроительный завод. Так же присутствует бетонный завод, различные ТЭЦ.

#### 2.4.1. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В России существуют ГОСТы () предназначенные для определения характеристики санитарного состояния почвы, на предприятиях обязательно соблюдение норм, пробы и анализы берутся и при наличии источников загрязнения и даже если они отсутствуют. ГОСТ 17.4.4.02 определяет, что для любого вида почв происходит отбор проб и подготовка для анализа.

Нормативные документы составлены для мониторинга разнообразных загрязнений в почве, для местного и общего контроля, в районах транспортных источников, при хозяйственно-бытовых, а так же в районах промышленности. В

документации приведены инструкции по реактивам, материалам и оборудованию.

Территория, которая нуждается в контроле и в зависимости от определенных задач нуждается в рекогносцировочном выезде, по итогам данных заполняется документации и паспорт объекта и идет описание почв.

ГОСТ 17.4.4.02-2017 определяет описание пробной площадки. Учитываются хозяйственное использование площади, тип почвы, растительный покров, данный ГОСТ рекомендуется при экомониторинге.

Точечные пробы отбирается на тестовой площади методом конверта и на одном или нескольких горизонтах (диагональ или точка ставится на типичном месте для почвы). Точка отбирается при помощи почвенного ножа или лопаты. Масса должна составлять не менее 1к, в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01

В нашем случае намечена координатная сетка, с шагом в 4км, указаны номера точек. Данный метод является лучшим для общего загрязнения почв.

При местном загрязнении педосферы лучший вариант это метод концентрических окружностей, при разных расстояниях от загрязнения чертятся окружности в соответствии с силой загрязнения, размер зависит от силы распространя поллютантов.

Для мониторинга и контроля ТМ и нефти точечные пробы берутся до глубины 20см, масса не превышает 200г.

ГОСТ 17.4.4.02 и ГОСТ 17.4.3.01 регулируют отбор проб, тара должна быть не активна химически, подходят мешки из полиэтилена. Пробы должны быть в хранении при температуре 4-5 °С, обрабатывать нужно в короткие сроки. На пробы наносится этикетка, с основными характеристиками, а так же должен присутствовать сопроводительный талон.

### ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Согласно п. 4 действующего нормативного документа [Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2] для микроэлементов, содержащихся в почвах населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий установлены предельно допустимые концентрации химических элементов (ПДК), а также ориентировочно-допустимые концентрации. ПДК и ОДК для одного и того же элемента или вещества разнятся в зависимости от формы их содержания – валовая или подвижная. Ориентируясь на приведенные [Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2] нормативы можно установить категорию загрязнения земель и дополнительно определить суммарный показатель загрязнения [Корнеева].

В работе было сделано 35 проб по сетке в городе Тюмень на содержание и концентрацию в них ПДК тяжелых металлов.

В нашем случае была использована классификация по Ю. Пиковскому.

В приложении 1 отображены ПДК для марганца в Тюмени. Значения варьируются от 34,28 мг/кг до 336 мг/кг. Наибольшие показатели установлены в точках E4-336 мг/кг и E1-287 мг/кг. Минимальные значения A2 и A3 40 и 53 мг/кг соответственно. Некоторые образцы превышают установленный ПДК в почве – 1500 мг/кг.

В приложении 2 отображены ПДК для свинца в Тюмени. Значения варьируются от 0,336 мг/кг до 2076 мг/кг. Наибольшие показатели установлены в точках E1-2076 мг/кг и D2-79 мг/кг. Минимальные значения A4 и A6 0,3 мг/кг и 0,4 мг/кг соответственно. Следует отметить, что в остальных точка ПДК (32 мг/кг) не превышен. Точка E1 превышает ПДК в 64 раза, что является критическим значением.

В приложении 3 карте отображены ПДК для никеля в Тюмени. Значения варьируются от 1,4 мг/кг до 30 мг/кг. Наибольшие показатели установлены в точках D1-30 мг/кг и D2-27 мг/кг. Замечено, что некоторые образцы превышают установленный ПДК в почве – 4 мг/кг, во многих образцах есть превышения

ПДК. Точка D1 превышает ПДК в 7,5 раза, что является значительным превышением предельно допустимой концентрации для никеля.

В следующем приложении номер 4 на карте отображены ПДК для кадмия в Тюмени. Значения варьируются от 1,4 мг/кг до 30 мг/кг. Наибольшие показатели установлены в точках E1-2,5 мг/кг. Замечено, что некоторые образцы превышают установленный ПДК в почве – 0,5 мг/кг, во многих образцах есть превышения ПДК. Точка E1 превышает ПДК в 5 раз, что является значительным превышением предельно допустимой концентрации для кадмия.

В приложении 5 на карте отображены ПДК для хрома в Тюмени. Значения варьируются от 0,8 мг/кг до 8,2 мг/кг. Наибольшие показатели установлены в точках E1-8,2 мг/кг и A1-5,5 мг/кг. Минимальные значения A2 и A3 40 и 0,8 мг/кг соответственно. E1 образец превышает установленный ПДК в почве – 6 мг/кг, на 2 единицы.

В приложении 6 на карте отображены ПДК для хрома в Тюмени. Каждый образец не превышает установленный ПДК в почве – 36 мг/кг, во всех образцах нет превышения ПДК.

Кислоторастворимые формы.

В приложении 7 на данной карте отображены ПДК для кобальта в Тюмени. Значения варьируются от 3 мг/кг до 17 мг/кг. Наибольшие показатели установлены в точках D1-17 мг/кг и B6-14 мг/кг. Минимальные значения D6 и A2 3,6 и 3 мг/кг соответственно. Образцы не превышают установленный ПДК в почве – 5 мг/кг.

В восьмом приложении на данной карте отображены ПДК для марганца в Тюмени. Значения варьируются от 165 мг/кг до 798 мг/кг. Наибольшие показатели установлены в точках A4-604 мг/кг и E1-798 мг/кг. Минимальные значения A2 и C2 165 и 199 мг/кг соответственно. Каждый образец не превышает установленный ПДК в почве – 1500 мг/кг, во всех образцах нет превышения ПДК.

В девятом приложении на карте отображены ПДК для меди в городе Тюмень. Значения варьируются от 15 мг/кг до 168 мг/кг. Наибольшие показатели установлены в точках C6 158 мг/кг и B1-163 мг/кг. Минимальные значения A1

мг/кг. Обнаружены участки, где есть серьезное ПДК в почве – 33 мг/кг, точка В1 превышает ПДК в 4,9 раз.

В приложении 10 на данной карте отображены ПДК для свинца в Тюмени. Значения варьируются от 0,84 мг/кг до 951 мг/кг. Наибольшие показатели установлены в точках Е1-951 мг/кг и D2-140 мг/кг. Минимальные значения А1 и А5 0,88 мг/кг и 0,84 мг/кг соответственно. Следует отметить, что некоторые образцы превышают установленный ПДК в почве – 32 мг/кг. Точка Е1 превышает ПДК в 29 раз, что является критическим значением.

В приложении 11 данной отображены ПДК для хрома в Тюмени. Значения варьируются от 3 мг/кг до 102 мг/кг. Наибольшие показатели установлены в точках С3-108 мг/кг и D2- 1 мг/кг. Минимальные значения В2 и А2 3 и 4 мг/кг соответственно. Один образец не превышает установленный ПДК в почве – 100 мг/кг, на 2 мг.

## ГЛАВА 4. ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ГОРОДА ТЮМЕНИ

Основные источники поступления ТМ в почву города Тюмени могут являться промышленные предприятия, автотранспорт и специфические объекты городской структуры. В работе Корнеевой [Корнеева] установлено, что наиболее вероятные источники поступления ТМ в почву в городе Тюмень имеют антропогенные источники загрязнения систематического характера воздействия, а также возможное накопление тяжелых металлов в местах промышленного освоения. На территории города также зафиксированы аномальные концентрации нефтепродуктов в почвах, что может свидетельствовать о локальных разливах нефтепродуктов вблизи промышленных объектов.

В городе Тюмени высокие концентрации зафиксированы в районе аккумуляторного перерабатывающего завода в окрестностях выявленных областей превышения многих химических элементов.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в подвижной форме [выполнено автором]

ТМ	Среднее (min-max)	Превышение пдк
Ni	18 (0,14-31)	9
Co	1,12 (0,3-0,62)	0
Mn	130 (35-301)	11
Cu	1,52 (0,39-9,2)	2
Cd	0,55 (0,07-2,6)	1
Pb	379 (0,3-2076)	10
Cr	2,5 (0,84-8,2)	1

По подвижным формам можно сказать, что идет превышение ПДК в 6 из 7 металлов, в целом же ПДК превышено в 34 показателях.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в подвижной форме [выполнено автором]

ТМ	Среднее (min-max)	Превышение пдк

Ni	86 (4,8-286)	28
Co	12 (3-17)	0
Mn	418 (165-812)	0
Cu	47 (10-163)	19
Cd	1 (0,1-4,8)	1
Pb	60 (0,84-951)	2
Cr	33 (4-102)	1

По результатам исследования выявлено, что превышение ПДК есть в 5 из 7 металлов в кислоторастворимой форме, в 51 точке есть превышения.

Почвы влияют на комфортность проживания людей, их здоровье, т.к. способны накапливать загрязняющие вещества и вводить их в геохимические круговороты. Почва является важным ресурсом в жизни общества, она является плодородным слоем, который должен быть под постоянным надзором. Если не делать постоянный мониторинг почв, то можно упустить пределы допустимых концентраций в плодородном слое, что приводит к плохим последствиям, так как тяжелые металлы могут попасть в продукты питания, воду, окружающую среду, для этого есть специальные ведомства которые проводят мониторинг окружающей среды на различные загрязнители. В городской среде не растут плодовые культуры, однако, стоит учесть, что загрязнение почв в черте города является важным признаком чистоты города и комфортности проживания, обычно загрязнителями являются антропогенные объекты, такие как заводы, производства, дороги, заправки, промышленные предприятия, места складирования мусора, прием цветного лома, стройки, трассы, объекты общего назначения, оптовые базы, склады. Каждый из различных объектов может вносить определённое количество тяжелых металлов, и каждый объект нужно разбирать и делать мониторинг на предмет его загрязнения.

Был сделан анализ пространственного распределения повышенных концентраций каждого из рассмотренных тяжёлых металлов, таких как марганец, никель, медь, кобальт, кадмий свинец, хром. Была составлена таблица, показывающая содержание каждого конкретного элемента в каждой точке

отбора, при подвижных формах и при кислоторастворимых формах. Результаты наглядно отображены на картах.

Так, например, марганец в обоих формах не превышает ПДК, однако, стоит отметить тенденцию к приближению к высоким значениям, причем кислоторастворимая и подвижная форма не совпадает по значениям, отмечено несколько различных очагов. Единичные техногенные объекты и застройка являются предпосылающими к превышению.

Свинец является крайне опасным веществом для живых организмов. При накоплении свинца в организме, он накапливается в жизненно важных органах, откладывается в костях, приводит к различным болезням, особенно свинец опасен для детей, так как детский организм впитывает в себя тяжелые металлы с большей скоростью, чем организм взрослого человека. При анализе данных было выявлено, что в Тюмени есть точка, где превышение ПДК в подвижной форме превышает в 64 раза и в 19 раз в кислоторастворимой форме, что является крайне критическим и опасным значением для жителей Тюмени, так же отмечены несколько очагов превышения, они тоже являются критическим, но не настолько как точка Е1.

Никель является опасным металлом для дыхания и легких, при превышении концентрации этого металла в организме идет ухудшение дыхания, астма, раздражение путей дыхания, опухоли и так далее. В городе Тюмень найдены многие очаги превышения ПДК в почве этого металла, большие площади имеют превышение, причем в обоих формах, отмечены очаги во многих районах города.

Кадмий – это металл, который является опасным для многих органов, например, при накоплении кадмия страдают почки, ЖКТ, кости. Металл является высоко-токсичным и опасным. При мониторинге в черте города в обоих формах не было найдено превышения содержания ПДК этого металла, однако, есть одна точка где есть превышение в обоих формах, точка Е1 расположена относительно далеко за городом, но не стоит забывать о опасности этого металла.

Хром является возбудителем различных аллергических реакций, кашля, бронхите и так далее. При исследовании в черте города не было найдено превышения ПДК, за исключением точки Е1 в подвижной форме, остальные

точки отбора не показали превышения ПДК, тенденции к превышению не обнаружено.

Медь – это металл который способен возбудить головную боль, различные раздражения, в обоих формах зафиксированы значительные превышения этого металла, есть определенные очаги превышения в обоих формах, ситуация с превышением меди в городе обстоит достаточно не простая.

Превышения значения кобальта не обнаружено ни в одной точке, ни в одной форме, кобальт является раздражителем нервной и дыхательной системы, так же является опасным для пищеварительного тракта и кровотоковой системы.

Ni			Co			Mn			Cu		
C, мг/л	C, мг/кг	по МБН 80	C, мг/л	C, мг/кг	по МБН 80	C, мг/л	C, мг/кг	по МБН 80	C, мг/л	C, мг/кг	по МБН 80
1	0,9777	19,4760956	1945,8	1	<0,053592	<1,0675697	<1,1	1	3,81	75,89641	76123
2	<0,0870831	<1,757077	<1,8	2	<0,053592	<1,0804839	<1,1	2	1,714	34,55645	35610
3	<0,0870831	<1,757077	<1,7	3	<0,053592	<1,07184	<1,1	3	2,048	40,96	41412
4	0,0712	1,41832669	1,400,43	4	<0,053592	<1,0675697	<1,1	4	2,089	53,95374	54416
5	<0,0870831	<1,7210099	<1,7	5	<0,053592	<1,0591304	<1,1	5	3,53	69,76285	7021
6	0,1183	2,36557371	2,400,71	6	<0,053592	<1,0675697	<1,1	6	2,608	51,95219	52416
7	<0,0870831	<1,7486566	<1,7	7	<0,053592	<1,0761446	<1,1	7	15	301,2048	30190
8	1,03	20,6	2146,2	8	<0,053592	<1,07184	<1,1	8	4,467	89,34	89427
9	<0,0870831	<1,7486566	<1,7	9	<0,053592	<1,0761446	<1,1	9	2,164	43,45382	43613
10	0,4511	8,87921126	8,942,7	10	<0,053592	<1,0549606	<1,1	10	8,682	170,9055	171451
11	<0,0870831	<1,7278393	<1,7	11	<0,053592	<1,0633333	<1,1	11	3,864	76,66667	77423
12	1,577	31,4143426	3149,4	12	0,0172	0,342629482	0,3400,10	12	4,403	87,70916	88226
13	0,2932	5,84063745	5,811,8	13	0,0075	0,14940239	0,14500,04	13	5,146	102,51	10331
14	0,0916	1,84677419	1,840,55	14	<0,053592	<1,0804839	<1,1	14	3,242	65,3629	65420
15	0,0073	0,14370079	0,1440,043	15	<0,053592	<1,0549606	<1,1	15	7,579	149,1929	149445
16	<0,0870831	<1,7486566	<1,7	16	<0,053592	<1,0761446	<1,1	16	7,097	142,51	143443
17	<0,0870831	<1,7075118	<1,7	17	<0,053592	<1,0508235	<1,1	17	7,524	147,5294	148444
18	<0,0870831	<1,7142434	<1,7	18	<0,053592	<1,0549606	<1,1	18	8,835	173,9173	174552
19	1,51	30,2	3049,1	19	<0,053592	<1,07184	<1,1	19	4,195	83,9	84225
20	1,352	27,3684211	2748,2	20	<0,053592	<1,0848583	<1,1	20	4,977	100,749	101430
21	<0,0870831	<1,7347231	<1,7	21	<0,053592	<1,0675697	<1,1	21	4,51	89,84064	90427
22	<0,0870831	<1,7142434	<1,7	22	<0,053592	<1,0549606	<1,1	22	11,58	227,9528	228468
23	<0,0870831	<1,7075118	<1,7	23	<0,053592	<1,0508235	<1,1	23	6,95	136,2745	136441
24	0,1643	3,2919679	3,340,99	24	<0,053592	<1,0761446	<1,1	24	7,302	146,6265	147444
25	0,9354	18,708	18,708	25	0,0562	1,124	1,1240,19	25	14,37	287,4	287886
26	<0,0870831	<1,7210099	<1,7	26	<0,053592	<1,0591304	<1,1	26	3,63	71,73913	72422
27	0,0314	0,62055336	0,6240,19	27	<0,053592	<1,0591304	<1,1	27	16,83	332,6087	332400
28	1,111	22,4898785	2246,7	28	0,0308	0,623481781	0,6240,19	28	4,699	95,12146	95428
29	<0,0870831	<1,757077	<1,8	29	<0,053592	<1,0804839	<1,1	29	4,568	92,09677	92427
30	<0,0870831	<2,1034565	<2,1	30	<0,053592	<1,2944928	<1,3	30	15,86	383,0918	383115
31	<0,0870831	<2,210231	<2,2	31	<0,053592	<1,360203	<1,4	31	4,429	112,4112	112334
0,870831 ПДК мг/кг 4			0,053592 5			140			3		
Предел определения			Предел определения								

Рис. 15 Таблица распространения химических элементов [Составлено автором]

Mn			Cu			Cd			Pb			Cr			
C, мг/л	C, мг/кг	по МБН 80	C, мг/л	C, мг/кг	по МБН 80	C, мг/л	C, мг/кг	по МБН 80	C, мг/л	C, мг/кг	по МБН 80	C, мг/л	C, мг/кг	по МБН 80	
1	3,81	75,89641	76123	1	0,0264	0,52588641	0,5300,16	1	0,0132	0,262348207	0,2640,08	1	0,2783	5,5438247	5,517,7
2	1,714	34,55645	35610	2	0,043	0,86693548	0,8740,26	2	0,0126	0,254932258	0,2540,08	2	0,0826	1,6653226	1,740,50
3	2,048	40,96	41412	3	0,041	0,82	0,8400,20	3	<0,028884	<0,573768	<0,57	3	0,0869	1,79	1,790,52
4	2,089	53,95374	54416	4	0,0227	0,45219124	0,4540,14	4	0,0168	0,3346614	0,3400,10	4	0,1268	2,5258964	2,540,76
5	3,53	69,76285	7021	5	0,0199	0,39328063	0,3940,12	5	0,0134	0,264822134	0,2640,08	5	0,1012	2,040,60	2,040,60
6	2,608	51,95219	52416	6	0,0517	1,02988048	1,040,30	6	0,0213	0,424402789	0,4240,13	6	0,1217	2,4444028	2,440,73
7	15	301,2048	30190	7	0,0309	0,60783051	0,6140,11	7	<0,028884	<0,573768	<0,57	7	0,1042	2,0923695	2,100,81
8	4,467	89,34	89427	8	0,0916	1,832	1,8300,55	8	0,0151	0,302	0,3000,09	8	0,2138	4,276	4,313,3
9	2,164	43,45382	43613	9	0,0485	0,97389558	0,9740,29	9	0,0028	0,0562249	0,0600,02	9	0,1196	2,4016064	2,400,73
10	8,682	170,9055	171451	10	0,0468	0,92115984	0,9300,28	10	0,0024	0,046929134	0,0740,02	10	0,1441	2,865142	2,860,85
11	3,864	76,66667	77423	11	0,0188	0,37301587	0,3740,11	11	0,0189	0,375	0,3800,11	11	0,0772	1,531746	1,540,46
12	4,403	87,70916	88226	12	0,1483	2,95418317	3,000,89	12	0,0234	0,466135458	0,4740,14	12	0,2025	4,038845	4,042,2
13	5,146	102,51	10331	13	0,0335	0,66733068	0,6740,20	13	0,0073	0,145418327	0,1500,04	13	0,1002	1,9960159	2,000,60
14	3,242	65,3629	65420	14	0,0396	0,80202168	0,8030,18	14	<0,028884	<0,573768	<0,57	14	0,2489	4,917387	4,941,5
15	7,579	149,1929	149445	15	0,0225	0,44291339	0,4440,13	15	<0,028884	<0,5647323	<0,57	15	0,0464	0,931858	0,910,27
16	7,097	142,51	143443	16	0,2182	4,38212952	4,461,4	16	<0,028884	<0,573768	<0,57	16	0,0609	1,2228916	1,230,37
17	7,524	147,5294	148444	17	0,0267	0,52352961	0,5240,15	17	<0,028884	<0,5625176	<0,56	17	0,072	1,4117647	1,400,42
18	8,835	173,9173	174552	18	0,0687	1,3521621	1,400,41	18	<0,028884	<0,5647323	<0,57	18	0,0428	0,8425197	0,8400,25
19	4,195	83,9	84225	19	0,0916	1,832	1,8300,55	19	<0,028884	<0,573768	<0,57	19	0,1591	3,182	3,200,95
20	4,977	100,749	101430	20	0,2744	5,5455587	5,611,7	20	<0,028884	<0,5607268	<0,56	20	0,1943	3,9331984	3,911,2
21	4,51	89,84064	90427	21	0,0227	0,45219124	0,4540,14	21	<0,028884	<0,5714821	<0,57	21	0,0437	0,8705179	0,8700,26
22	11,58	227,9528	228468	22	0,0406	0,79921126	0,8040,24	22	<0,028884	<0,5647323	<0,56	22	0,0582	1,1456691	1,140,34
23	6,95	136,2745	136441	23	0,0254	0,49803922	0,5000,15	23	0,0704	1,4027451	1,404,1	23	0,0561	1,1	1,140,33
24	7,302	146,6265	147444	24	0,034	0,68273092	0,6840,20	24	<0,028884	<0,573768	<0,57	24	0,1224	2,4578933	2,460,74
25	14,37	287,4	287886	25	0,0466	0,912	0,9140,24	25	0,0281	0,560	0,5600,16	25	0,105	2,1	2,140,3
26	3,63	71,73913	72422	26	0,0503	0,99407115	1,0000,30	26	0,0181	0,3577075	0,3600,11	26	0,0484	0,9652127	0,9600,29
27	16,83	332,6087	332400	27	0,0511	1,0098142	1,0000,30	27	<0,028884	<0,5696644	<0,57	27	0,0702	1,3873518	1,400,42
28	4,699	95,12146	95428	28	0,1002	2,0128668	2,040,73	28	<0,028884	<0,5607268	<0,56	28	0,208	4,1627206	4,211,3
29	4,568	92,09677	92427	29	0,0544	1,09677419	1,1000,33	29	<0,028884	<0,5739352	<0,58	29	0,0802	1,6169955	1,600,49
30	15,86	383,0918	383115	30	0,055	1,1035042	1,1000,30	30	0,055	1,1035042	1,1000,30	30	0,0711	1,3719313	1,370,51
31	4,429	112,4112	112334	31	0,0585	1,18477157	1,1800,45	31	<0,028884	<0,571812	<0,57	31	0,1056	2,1802029	2,170,80
140			ПДК мг/кг 3			0,288884			0,2887914			6			
Предел определения			Предел определения			Предел определения			Предел определения			Предел определения			

Рис. 16 Таблица распространения химических элементов [Составлено автором]

Главным источником загрязнения является точка Е1, это Тюменский завод Экоресурс. Компания занимается производством свинца, также производством

для химической и электрохимической промышленности, строительства, туда сдают свинцовые батареи, которые идут на переработку. В этой точке найдено большое количество веществ превышающих ПДК, особенно свинец, который превышен в 64 раза, остальные компоненты тоже превышены, данное предприятие несет колоссальный вред окружающей среде, хоть оно и находится далеко от города, но загрязнение простирается на большое расстояние. Данная точка должна быть под пристальным мониторингом и постоянным контролем.



Рис. 17 Точка отбора проб Е1

Точка С4 находится в черте города и наблюдается превышение некоторых веществ, таких как кобальт и медь. Контроль за этой точкой должен быть предельно пристальным, так как она находится в центре города, источниками загрязнения, вероятнее всего, является автодорога, так же вероятно, что идет вынос тяжелых металлов с каких-либо предприятий, найти данный источник загрязнения на точке с4 проблематично, так как нет очевидных объектов загрязнения.



Рис. 18 Точка отбора проб С4

Точка D4 находится в гилевской роще, наблюдается превышение меди, кобальта и кадмия, причины высокого загрязнения не понятны и вопрос остается открытым, так как в близи нет никаких антропогенных объектов, которые могли бы дать такое загрязнение.



Рис. 19 Точка отбора проб D4

В точке D5 находится жилая застройка, есть превышения меди в 2 раза, и кобальта. В близи этой точки расположена железная дорога, которая может быть

источником загрязнения. Однако нет точных данных и предположений откуда могло взяться загрязнение. Относительно далеко находятся промышленные объекты и различные строения производственного назначения.



Рис. 20 Точка отбора проб D5

Точка D3 является относительно чистой, замечено превышение кобальта на 2 мг, однако по другим металлам нет превышений, узел находится в спальном районе на окраине города, вблизи данной точки не наблюдается промышленных объектов и так далее.



Рис.

21 Точка отбора проб D3

Точка E3 имеет незначительные превышения по меди и кобальту, однако превышения не большие.



Рис.

22 Точка отбора проб E3



Рис. 23 Карта районов города Тюмени [источник сайт администрации Тюмени]

Город Тюмень разделен на 4 административных округа (Ленинский, Центральный, Калининский и Восточный).

Если взять карту административных округов города Тюмень, то самая загрязненная точка это завод Экоресурс, который находится в Ленинском районе, в этом районе находится наиболее скопление вредных веществ в почве, точка Е1 является особо опасной для населения. Следующий район идет Восточный, где не отмечено сильного загрязнения, далее следует Центральный в котором присутствует относительно сильное загрязнение, и Калининский.

Общее заключение о безопасности для жизни с точки зрения концентрация ТМ выше ПДК.

В целом, о состоянии почв города Тюмень можно сделать следующие выводы; точка Е1 является важным объектом для мониторинга, так как на ней присутствует зашкаливающее значение по свинцу и другим металлам, однако завод Экоресурс расположен относительно далеко от города, что представляет не сильно большую опасность, так как если бы он находился в непосредственной близости от города. Так же есть многие очаги превышения ПДК в самом городе, что является безусловно опасным для жителей города. В целом, ситуация с

превышением ПДК является не критической, но есть многие превышения в самых различных частях города.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе было проведено исследование отобранных образцов почв по сетке с шагом 4 км. В узлах линий автором были отобраны поверхностные образцы почв. Выполнен их анализ на содержание 7 тяжёлых металлов, таких как никель, кобальт, марганец, медь, кадмий, свинец, хром.

По данным полученным при обработке результатов составлены карты-схемы распределения каждого тяжёлого металла в поверхностном горизонте (0-20 см) почв города Тюмени. Выявлены ареалы с превышением ПДК для рассмотренных тяжёлых металлов.

Результаты исследования легли в основу пространственного анализа распределения ареалов с превышением ПДК по каждому из рассмотренных элементов.

В ходе работы установлены основные источники поступления тяжёлых металлов в почвы города.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Duruibe, J.O., Ogwuegbu, M.O.C. and Egwurugwu, J.N. Heavy metal pollution and human biotoxic effects// International Journal of Physical Sciences Vol. 2 (5), 2007. pp. 112-118
2. Hangxin Cheng, Min Li, Chuandong Zhao, Kuo Li, Min Peng, Aihua Qin, Xiaomeng Cheng. Overview of trace metals in the urban soil of 31 metropolises in China// H. Cheng et al. / Journal of Geochemical Exploration 139, 2014. pp. 31–52
3. Nihal Gujre, Sudip Mitra, Ankit Soni. Speciation, contamination, ecological and human health risks assessment of heavy metals in soils dumped with municipal solid wastes/ Chemosphere, p.262, 2021.
4. Oliveira Penteado Júlia, Rodrigo de Lima Brum, Paula Florencio Ramires. Health risk assessment in urban parks soils contaminated by metals, Rio Grande city (Brazil)/ Ecotoxicology and Environmental Safety, №208, 2021.
5. Pouyat Richard V., Toral Patel-Weynand Deborah S., Geiser Linda H. Forest and Rangeland Soils of the United States Under Changing Conditions A Comprehensive Science Synthesis/ Springer Open, 2020. pp. 306
6. Rose M. Tomnoa, Julius K. Nzeve, Stephen N. Mailua, Douglas Shitandac, Fuchaka Waswa. Heavy metal contamination of water, soil and vegetables in urban streams in Machakos municipality, Kenya/ Scientific African, №9, 2020.
7. Simon Tresch, Marco Moretti, Renée-Claire Le Bayon, Paul Mäder. Urban Soil Quality Assessment—A Comprehensive Case Study Dataset of Urban Garden Soils/ Frontiers in Environmental Science, 2018.
8. Vodyanitskii Yu. N., Savichev A.T. Magnetite contamination of urban soils in European Russia/ Annals of Agrarian Science, 15, 2017. pp. 155-162
9. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году», Москва, 2019. 1848 с.
10. ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартинформ, 2018. 3 с.
11. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Ассоциация «НП КИЦ СНГ», 2019. 21 с.

12. ПНДФ 16.1:2.21-98 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02», М.: 1998. 26 с.
13. ПНДФ 16.1:2.2.22-98 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органогенных, органоминеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектроскопии, М.: 1998. 35 с.
14. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2 "Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" (вместе с "СанПиН 1.2.3685-21. Санитарные правила и нормы...") (Зарегистрировано в Минюсте России 29.01.2021 N 62296). 1145 с.
15. РД 52.18.647-2003 Методические указания. Определение массовой доли нефтепродуктов в почвах. Методика выполнения измерений гравиметрическим методом, М.: Росгидромет, 2003. 12 с.
16. Атлас Тюменской области: [физический]. Москва: Главное управление геодезии и картографии при совете министров СССР, 1971. 1 атл. (171 с.)
17. Бакулин В.В., Козин В.В. География Тюменской области: Учеб. Пособие / В.В. Бакулин, В.В. Козин. Екатеринбург: Сред.-Урал. кн. изд., 1996. 240 с.
18. Васильев, А.А. Магнитная и геохимическая оценка почвенного покрова урбанизированных территорий Предуралья на примере города Перми: монография. / А.А. Васильев, Е.С. Лобанова, М-во с.-х. РФ, ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА. – Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2015. 243 с.
19. Ведение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России/ Т.В. Прокофьева, М.И. Герасимова, О.С. Безуглова [и др.] М.: ПОЧВОВЕДЕНИЕ, 2014, № 10, с. 1155–1164
20. Гвоздецкий Н. А. Физическая география СССР / Н.А.Гвоздецкий, - М.: МГУ, 1968. 576 с.

21. Гусейнов А. Н. Экология города Тюмени: состояние, проблемы / А. Н. Гусейнов. Тюмень: Издательская фирма «Слово», 2001. 176 с.
22. Давыдова С. Л. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века: учеб. пособие / С. Л. Давыдова, В. И. Тагасов. М.: Изд-во РУДН, 2002. – 140 с.
23. Джувеликян Х.А. Подвижные формы тяжелых металлов в черноземах незагрязненных ландшафтов/ Воронеж, Вестник ВГУ, 2005. с. 107-112
24. Еремченко О. З. Почвы и техногенные поверхностные образования урбанизированных территорий Пермского Прикамья: монография / О. З. Еремченко, И. Е. Шестаков, Н. В. Москвина; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2016. 252 с
25. Жарикова Е.А. Тяжелые металлы в городских почвах: оценка содержания и экологического риска/ Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2021. Т. 332. № 1. 164–173 с.
26. Иванов. В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник. В 6 кн / Под ред. Э.К. Буренкова. М.: Недра, 1995. – Кн. 4: Главные d – элементы. – 416 с.
27. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение / В. Б. Ильин. Новосибирск.: Наука. Сиб. отд-ние, 1997. 151 с.
28. Каретин Л.Н. Почвы Тюменской области. / Под ред. С.С.Трофимова. - Новосибирск.: Наука, 1990. 289 стр.
29. Корчагина К. В., Смагин А.В., Решетина Т.В. Оценка техногенного загрязнения городских почв на основе профильного распределения тяжелых металлов и плотности сложения/ М., Почвоведение, № 8, 2014. с. 988–997
30. Михеев В.С., Кочуров Б.И. Структура и динамика геосистем/ Новосибирск: Наука, 1979. 136 с.
31. Мониторинг и прогнозирование вещественно-динамического состояния геосистем сибирских регионов/ Е.Г. Нечаева, И.А. Белозерцева, Е.В. Напрасникова [и др]. Новосибирск: Наука, 2010. 315 с
32. Нефть и газ Западной Сибири: материалы Международной научно-технической конференции. Т. 3. Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. 163 с.

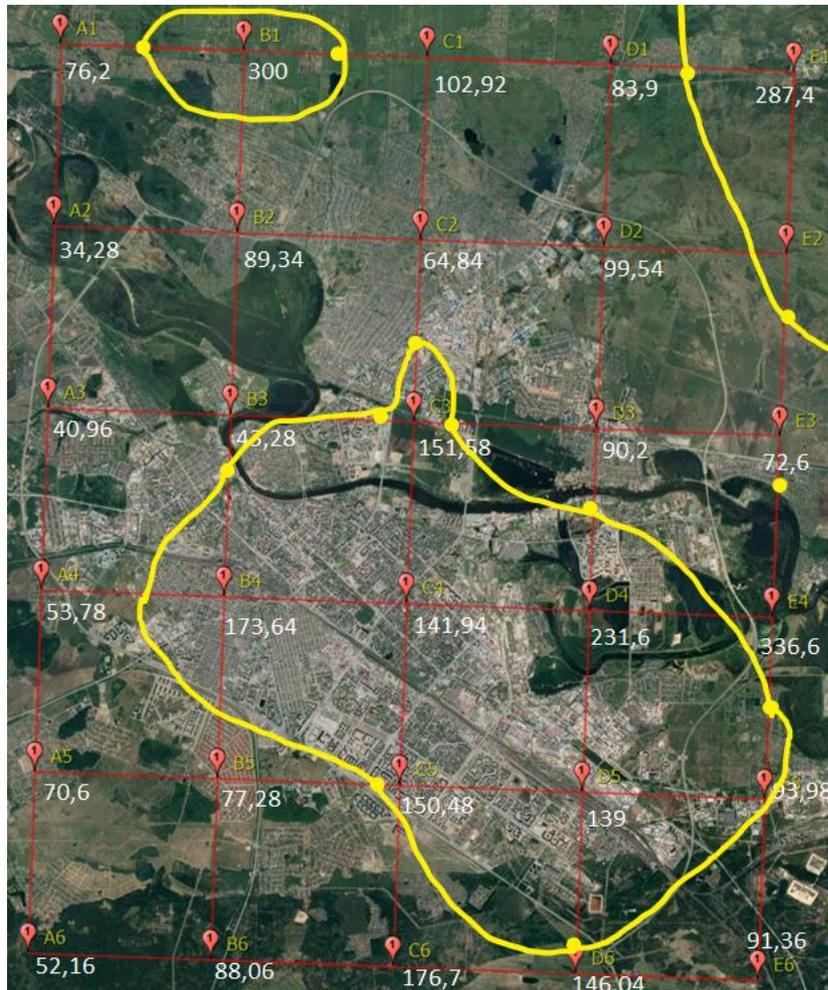
33. Новикова Н.С., Довганюк А.И. Оценка степени загрязнения тяжелыми металлами почв в условиях городской среды/ М. ФБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020. с. 51-54
34. Оценка содержания нефтепродуктов в почвах / Околелова А.А., Мерзлякова А. С [и др.]// Волгогр. Гос. Аграр. Ун-т. Волгоград, 2015.с. 8-12
35. Перельман А. И. Геохимия: Учеб. Пособ /А.И. Перельман.М.: Высш. шк., 1979. 423 с.
36. Перельман А. И. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман, Н. С. Касимов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1999. 610 с.
37. Пространственное распределение полициклических ароматических углеводородов в почвах Тюмени/ Константинова Е.Ю., Сушкова С.Н. [и др.]. Тюмень, 2018. с. 357-362
38. Сродных Т.Б. Зеленые насаждения в городах Тюменского севера/Извести Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2007. с. 41- 48
39. Старков В.Д. Геология, рельеф, полезные ископаемые Тюменской области / В. Д. Старков, Л. А. Тюлькова. Тюмень: Тюменский дом печати, 2010. 349 с.
40. Федин А.Н. Оценка экологического состояния почв Западной Сибири/ Омск: ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина», 2016. с. 191 –193
41. Энтин А.Л., Тимофеев И.В. Возможность применения карт элементарных геохимических ландшафтов для картографирования содержания тяжелых металлов и металлоидов в городских почвах // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020. Вып. 105. С. 5-27
42. Администрация Тюменской области [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.tyumen-city.ru/ekonomika/prom/>.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Содержание подвижных форм в почв марганца в городе Тюмень. ПДК

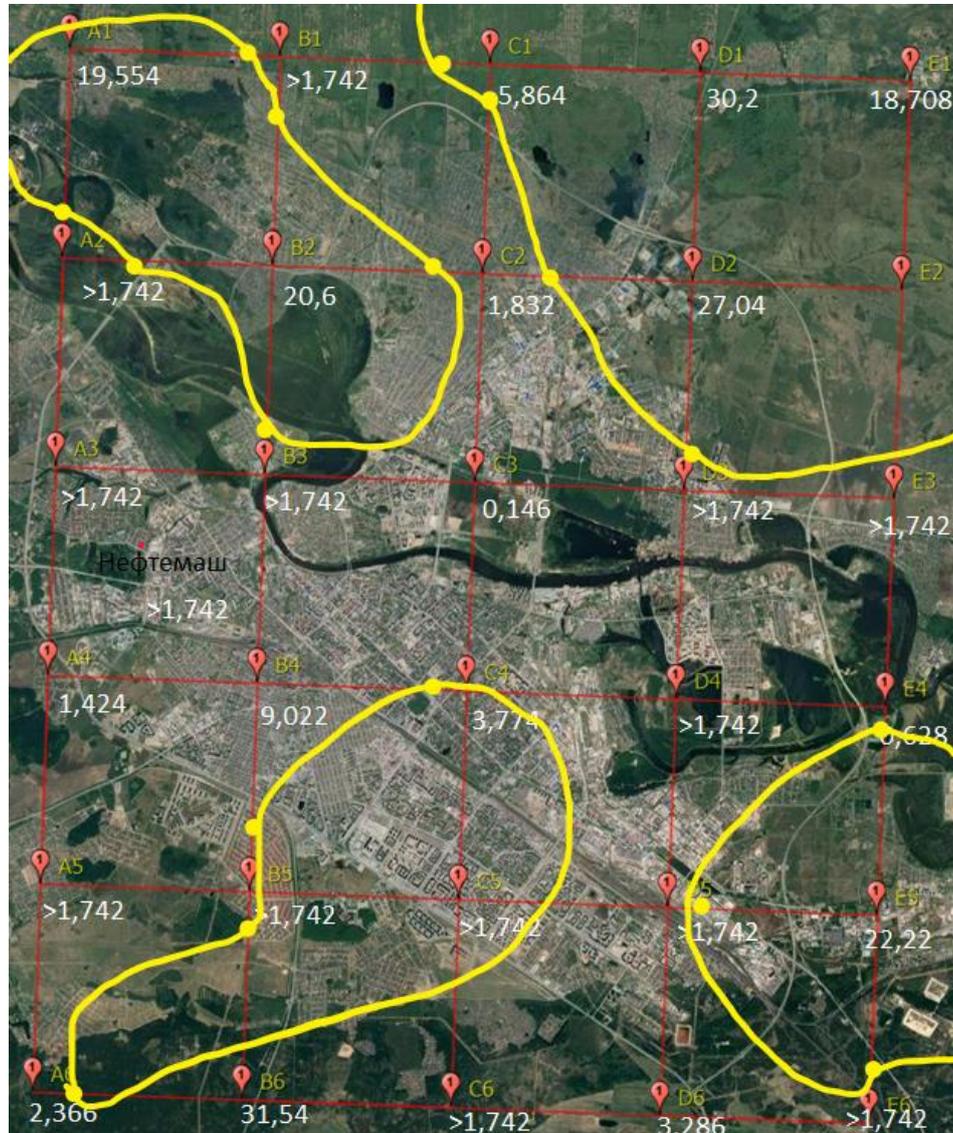
140.



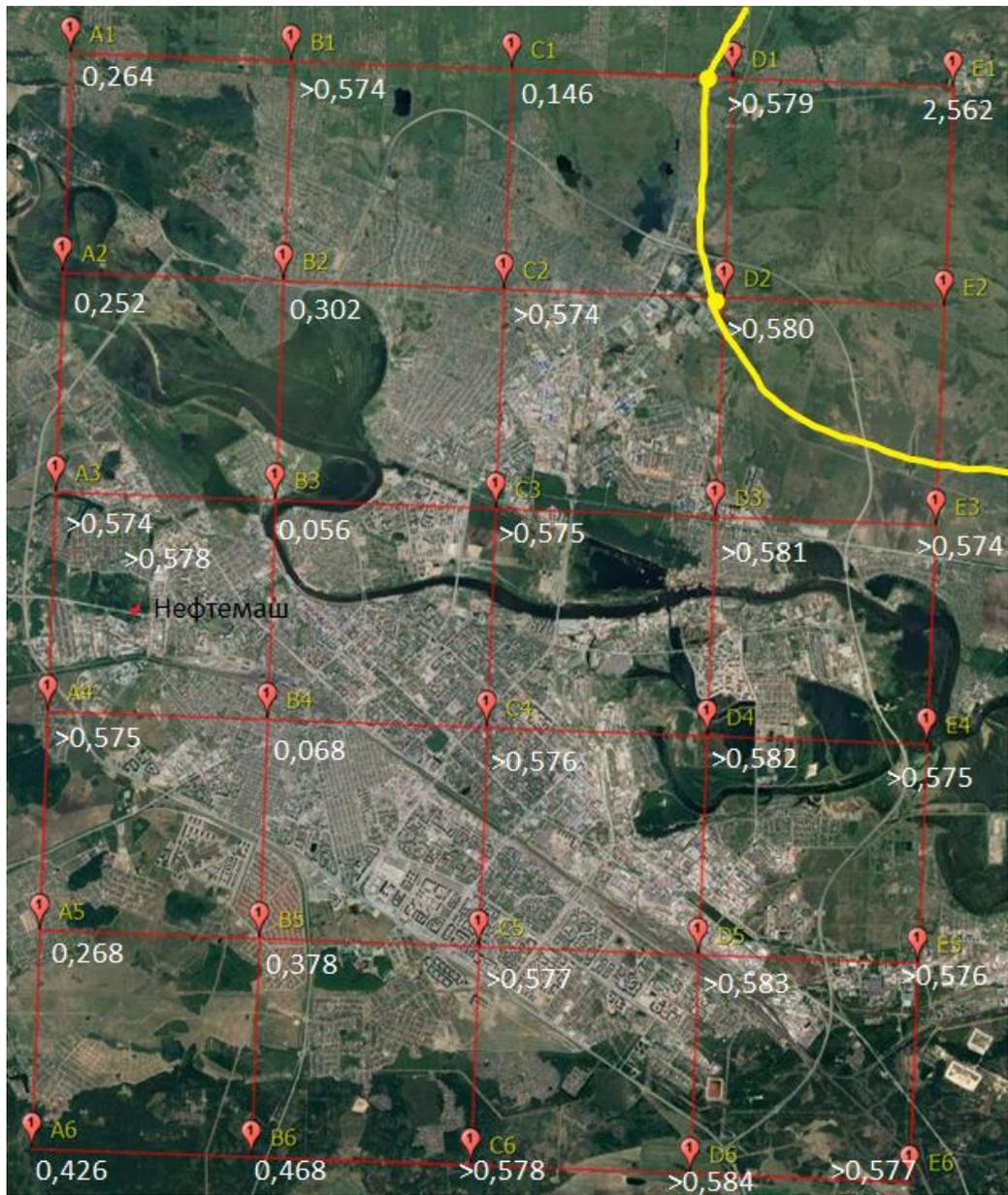
Содержание подвижных форм в почв свинца в городе Тюмень. ПДК 32 мг/кг.



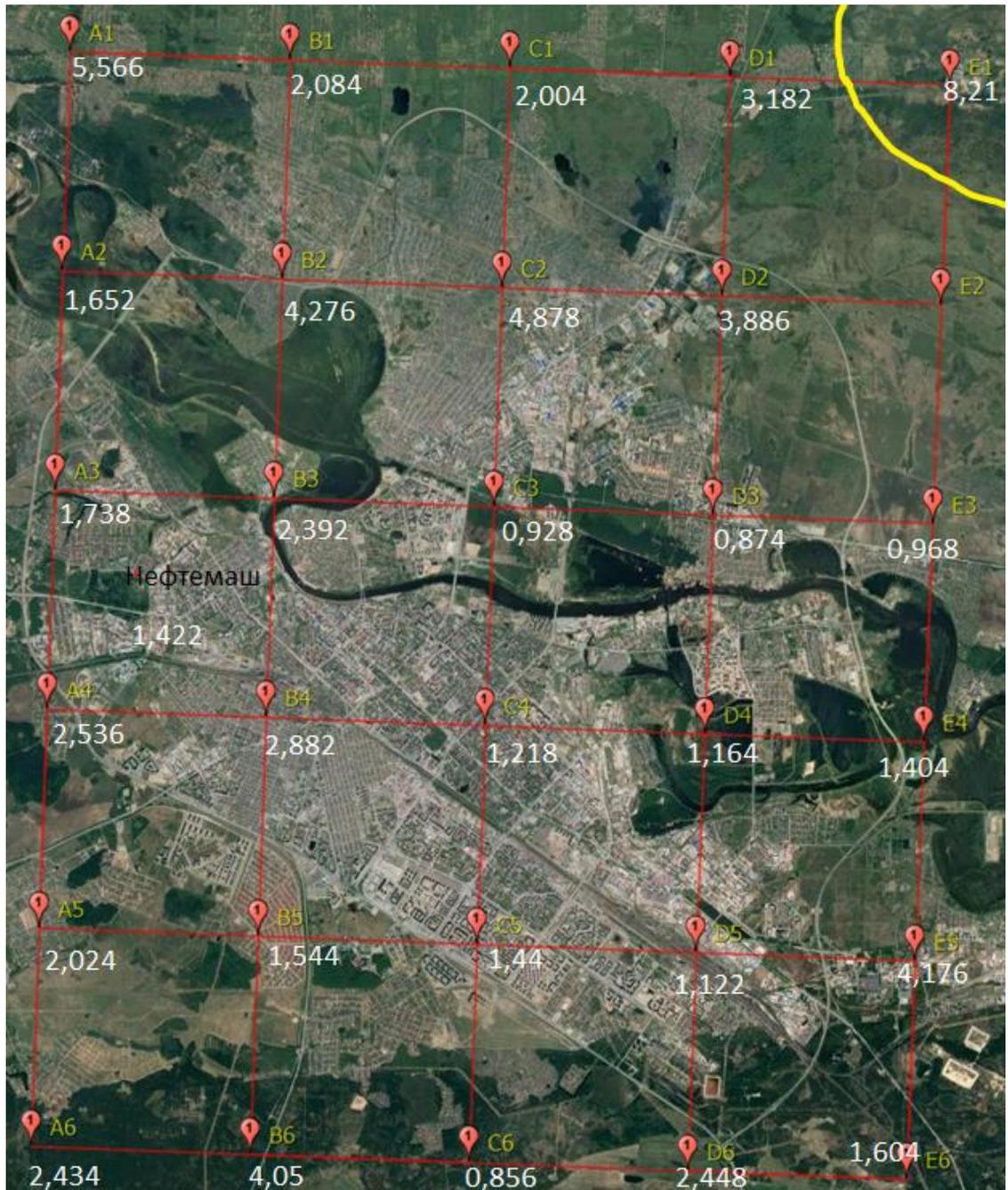
Содержание подвижных форм в почв никеля в городе Тюмень. ПДК 4  
мг/кг.



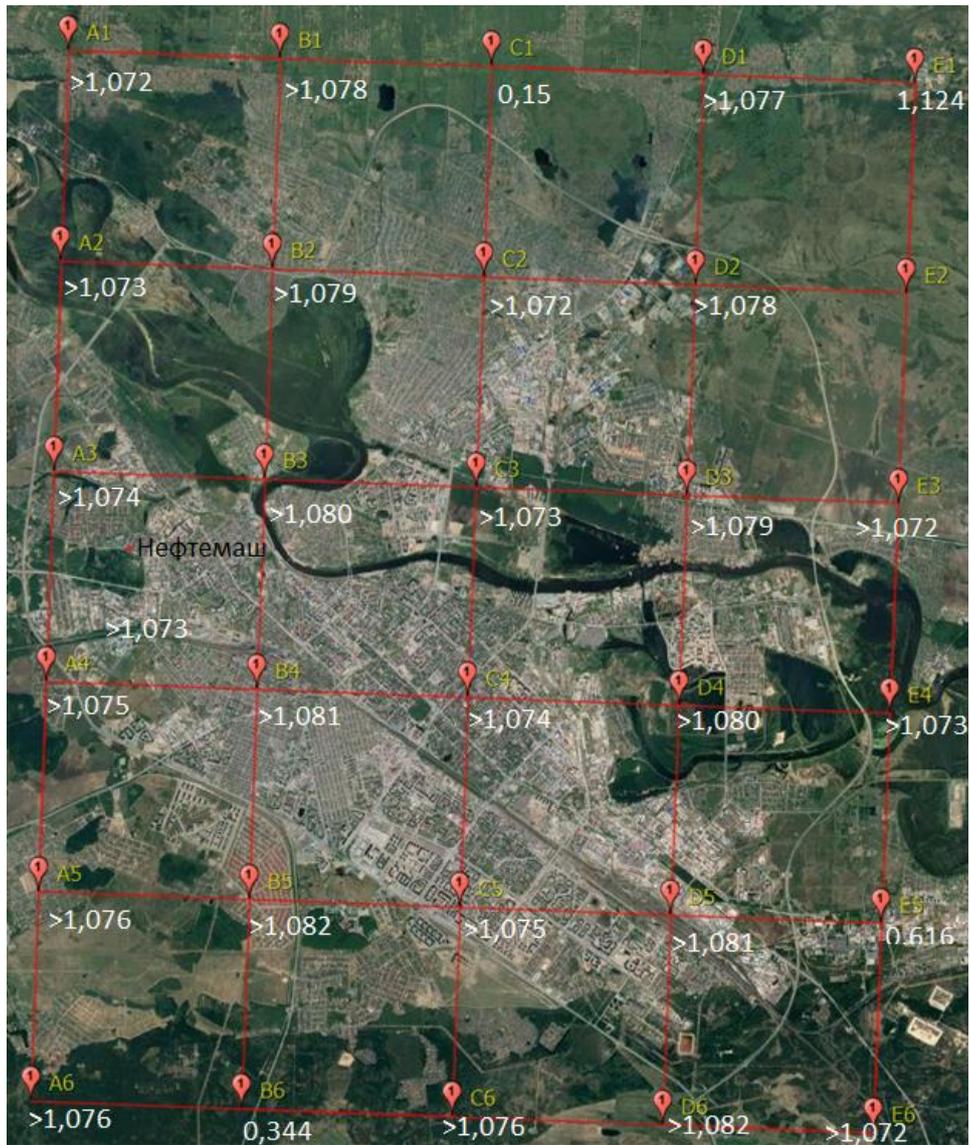
Содержание подвижных форм в почв кадмия в городе Тюмень. ПДК 0.5 мг/кг.



Содержание подвижных форм в почв хрома в городе Тюмень. Пдк 6 мг/кг.

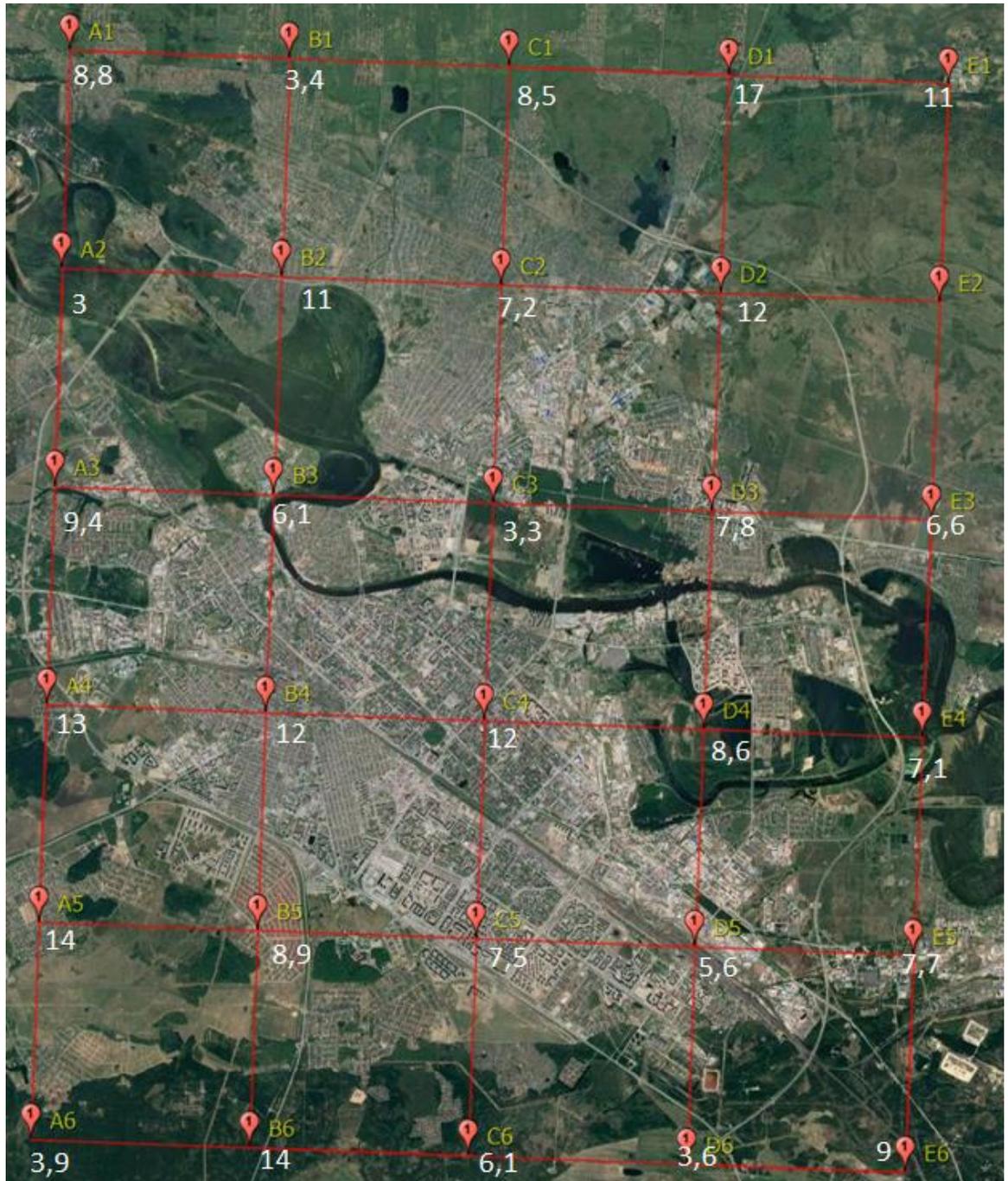


Содержание подвижных форм в почв хрома в городе Тюмень. ПДК 6 мг/кг.

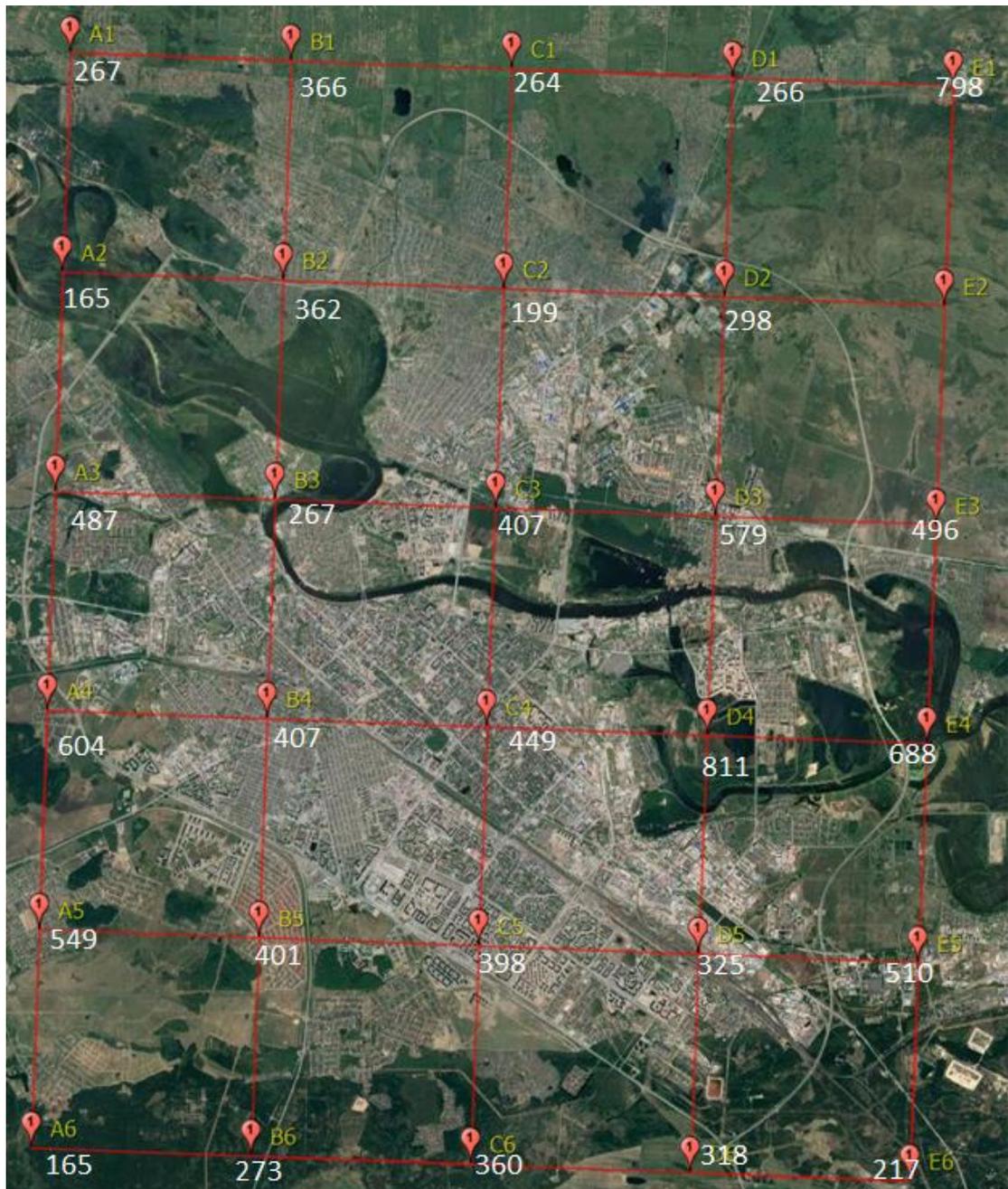


Содержание кислорастворимых форм кобальта в почве в городе Тюмень.

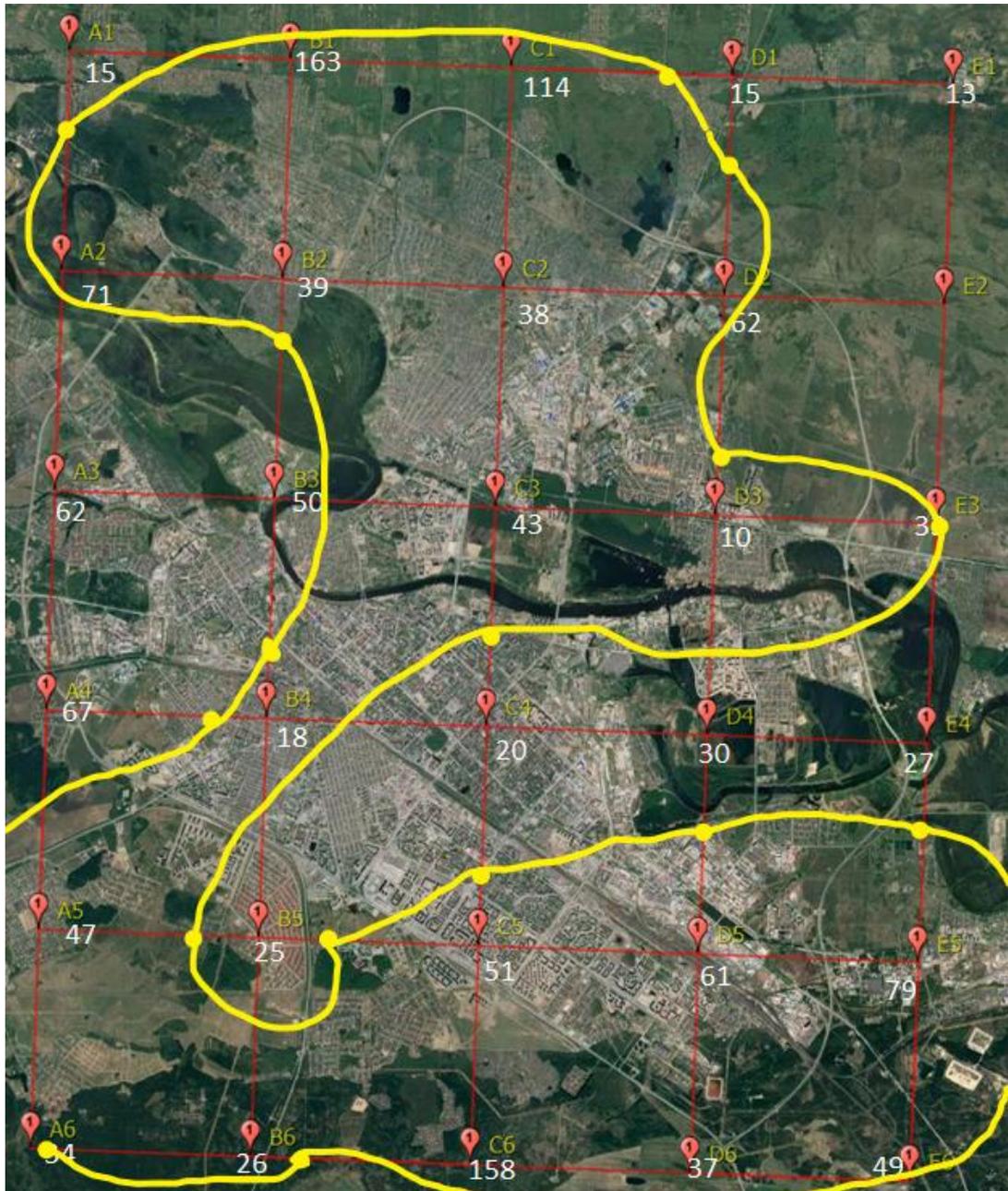
ПДК 5 мг/кг.



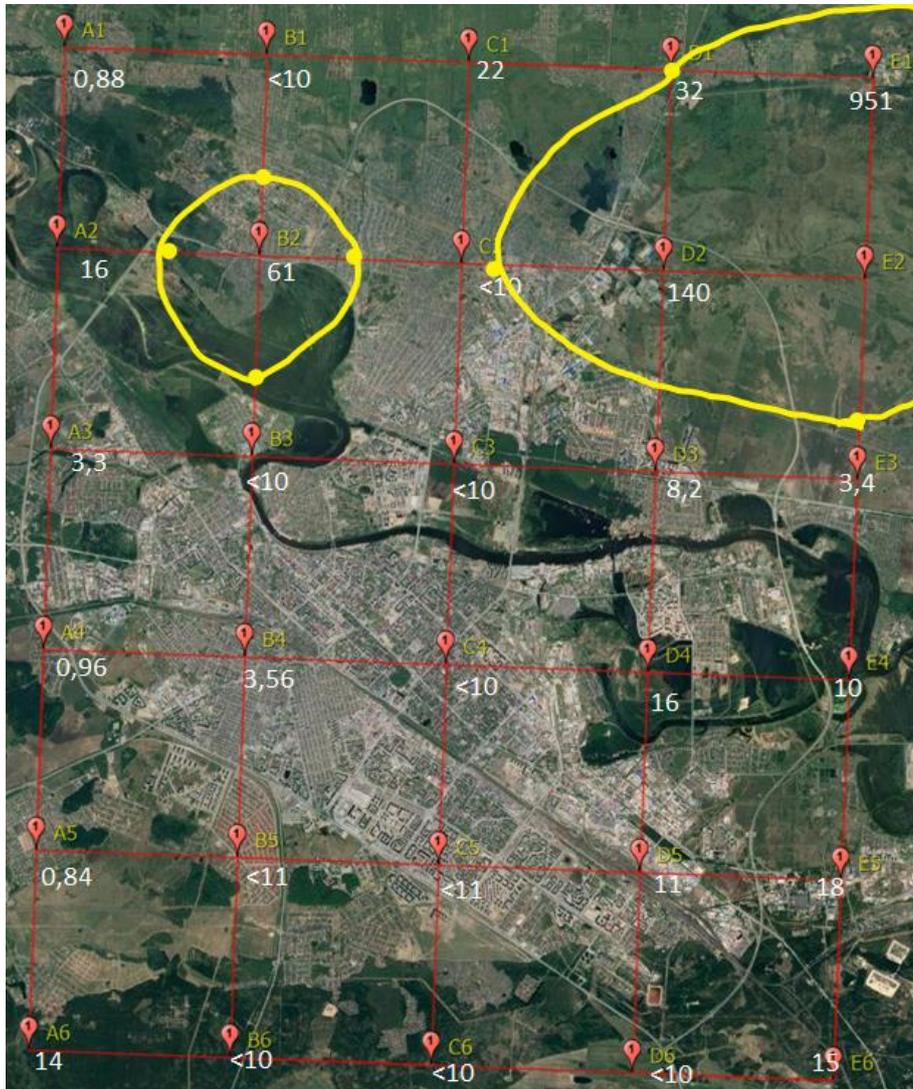
Содержание кислоторастворимых форм марганца в почве в городе  
Тюмень. ПДК 1500 мг/кг.



Содержание кислоторастворимых форм меди в почве в городе Тюмень.  
ПДК 33 мг/кг.



Содержание кислоторастворимых форм свинца в почве города Тюмень.  
ПДК 32 мг/кг.



Содержание кислоторастворимых форм в почв хрома в городе Тюмень.

ПДК 100 мг/кг.

