


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

ИНСТИТУТ ХИМИИ  
Кафедра органической и экологической химии

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК  
Заведующий кафедрой  
канд.техн.наук, доцент  
Г.Н. Шигабаева   
15 мая 2022 г.

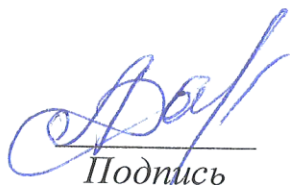
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
магистерская диссертация

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В  
КУЛЬТУРНЫХ СЛОЯХ XIX – XX ВВ. ГОРОДА КУРГАН

04.04.01 Химия

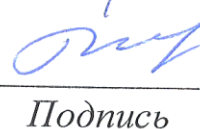
Магистерская программа «Химия нефти и экологическая безопасность»

Выполнила работу  
студентка 2 курса  
очной формы обучения

  
Подпись

Дьяченко Елизавета Сергеевна

Научный руководитель  
канд.техн.наук., доцент

  
Подпись

Шигабаева Гульнара Нургаллаевна

Рецензент  
канд.геогр.наук.,  
ведущий научный сотрудник  
Института криосферы Земли  
Тюменского научного центра  
СО РАН

  
Подпись

Якимов Артем Сергеевич

Тюмень  
2022 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ .....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	7
1.1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ .....	7
1.2. ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ .....	8
1.3. КУЛЬТУРНЫЙ СЛОЙ .....	10
1.3.1. ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРНОГО СЛОЯ .....	10
1.3.2. ИЗУЧЕНИЕ КУЛЬТУРНЫХ СЛОЕВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ.....	12
1.3.3. ИЗУЧЕНИЕ КУЛЬТУРНОГО СЛОЯ В Г. КУРГАН .....	15
1.4. ФОРМЫ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ.....	17
1.4.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ФРАКЦИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ.....	18
1.4.2. ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА .....	20
1.5. ПОЧВЕННЫЙ ПОГЛОЩАЮЩИЙ КОМПЛЕКС .....	22
ГЛАВА 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	24
2.1. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА ПОЧВ .....	24
2.1.1. МЕТОД АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ.....	24
2.1.2. РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ .....	25
2.2. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ И УСТРОЙСТВА ПРИБОРОВ.....	27
2.2.1. АТОМНО-АБСОРБЦИОННЫЙ СПЕКТРОМЕТР .....	27
2.2.2. РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ СПЕКТРОМЕТР .....	30
2.3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ КИСЛОТОРАСТВОРИМЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ.....	31
(РД 52.18.191 – 2018) .....	31
2.4. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ ДОЛИ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ МЕТАЛЛОВ (РД 52.18.289-90).....	31
2.5. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЕТОДОМ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ (ГОСТ – 33850-2016) .....	32
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ .....	33
3.1. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА pH ВОДНОЙ И СОЛЕВОЙ ВЫТЯЖЕК .....	33
3.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФИЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ .....	35
3.3. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ.....	47
ВЫВОДЫ.....	50
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	52
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	56

## ВВЕДЕНИЕ

Почвы в городских районах выполняют разнообразные функции, и их экологические функции, особенно способность буферизировать и очищать загрязняющие вещества, очень необходимы. Однако на формирование и характеристики городских почв сильно влияет деятельность человека, как и на их функции. В городских районах почвенные горизонты часто расположены неравномерно, с антропогенными слоями и высокой степенью неоднородности. Структура почвы часто подвергается деградации из-за артефактов и техногенных субстратов, механического уплотнения и вытаптывания человеком.

Обогащение различных отходов, связанных с деятельностью человека, включая питательные элементы, тяжелые металлы и органические загрязнения, является основной проблемой городской почвенной среды. Материалы, содержащие богатое известкование в городских почвах, приводят к защелачиванию почвы, что может изменить видообразование элементов и их активность.

Основные особенности загрязнения городских почв характеризуются сильным накоплением так называемых “городских элементов”, таких как медь (Cu), цинк (Zn), свинец (Pb) и ртуть (Hg), но меньшим накоплением других тяжелых металлов. В процессе городского развития загрязнение почв тяжелыми металлами происходит не только в настоящее время, но и происходило в прошлом, особенно когда преобладали простые способы добычи полезных ископаемых и обработки металлов.

Физическая и химическая деградация снижает активность почвенных ферментов и микробов, особенно в промышленных зонах с высокими концентрациями тяжелых металлов, низкими концентрациями органических веществ и серьезным уплотнением. Эволюция городских почв приводит к нарушению экологических функций и наносит ущерб качеству жизни и

благополучию людей. Поэтому очень важно создать систему оценки рисков для более эффективного управления городскими почвенными ресурсами.

**Актуальность темы.** Почва является важной частью городских экосистем. В почвах города протекают многочисленные и разнообразные геохимические процессы: трансформация и миграция веществ. Почвы в городских районах часто искусственно формируются и сохраняются в качестве культурных слоев. Культурный слой – это антропогенный почвенный или почвенно-литологический горизонт, образованный на месте поселения людей, включенный в профиль, как древних, так и современных почв. Исследования культурных слоев в России ведется не очень активно, однако все равно имеются некоторые данные о прошлой человеческой деятельности и ее влияние на почвообразование. Городская археология на Урале начала активно развиваться сравнительно недавно. Изучение культурного слоя города Кургана активно началось в 2005 году. Культурный слой XVIII – XIX вв. представляет собой уникальный источник информации о многих сферах жизни горожан. Поскольку изучение особенностей формирования культурного слоя г. Кургана ведется сравнительно недавно, литературных данных по изучению этой темы очень мало<sup>1</sup>. В этой связи представляется большой интерес проведения исследовательских работ по изучению особенностей распределения тяжелых металлов в культурных слоях г. Кургана, которые когда-то являлись почвенными горизонтами естественных почв.

**Цель:** определить эколого-геохимические особенности распределения и накопления тяжелых металлов (ТМ) в культурных слоях городских почв (КС).

**Задачи:**

1. Определить содержание ТМ в почвенно-археологических профилях.

---

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках комплексного исследования культурных слоев г. Кургана совместно с ведущими научными сотрудниками ФИЦ Тюменского научного центра Сибирского Отделения Российской академии наук.

2. Определить соотношение кислоторастворимых и подвижных форм каждого тяжёлого металла и сравнить с ПДК, утвержденными законодательством РФ;

3. Установить возможные источники и факторы поступления тяжёлых металлов в городские почвы;

4. Оценить динамику изменения концентрации ТМ в городских почвах за последние 150 лет.

**Объект исследования:** культурные слои г. Курган, поскольку в отличие от воды и атмосферного воздуха, т.к. культурные слои имеют двоякую природу: с одной стороны они несут признаки естественных почв, с другой – они имеют признаки-индикаторы антропогенной деятельности человека в связи с тем, что они имеют почвенную составляющую, они представляют интерес, т.к. почва – является одним из устойчивых компонентов ландшафта. почва является наиболее объективным и стабильным индикатором техногенного загрязнения. Почва четко отражает уровень загрязняющих веществ и их распределение.

Работа изъята автором.