

МАОУ «Гимназия № 26»

Челябинская область

Миасский городской округ

**Изучение влияния антропогенной деятельности на почвы  
Челябинской области**

**Выполнил(а):**

Нефёдова Елизавета Андреевна

учащий(ая)ся 11 класса

МАОУ «Гимназия № 26 г. Миасса»

**Руководитель:**

Игуменцева Ольга Владимировна

учитель биологии МАОУ

«Гимназия № 26 г. Миасса»

Миасс, 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ГЛАВА I. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР .....	4
1.1 Почва и ее функции.....	4
1.2 Образование почвы .....	5
1.2.1 Содержание химических элементов в почве .....	6
1.3 Химическое воздействие на почву .....	7
ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.....	10
2.2 Методика исследования.....	11
ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	12
3.1 Результаты исследования содержания свинца в пунктах отбора проб .....	12
3.2 Результаты исследования содержания меди в пунктах отбора проб .....	13
3.3 Результаты исследования содержания цинка в пунктах отбора проб.....	14
3.4 Результаты исследования содержания железа в пунктах отбора проб.....	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	17
ВЫВОД.....	18
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	20

## ВВЕДЕНИЕ

В.В. Докучаев назвал почвы «зеркалом ландшафта», поскольку почвы являются самым главным выразителем особенностей природы данной территории. Почва определяет растительный покров и сама зависит от него. Взаимодействие этих двух компонентов в условиях данного рельефа и климата создаёт облик ландшафта.

Почва – колоссальное вечное природное богатство, неиссякаемый источник, обеспечивающий человека продуктами питания, животных – кормами, а промышленность сырьем. Веками и тысячелетиями создавалась она, но существует невидимая угроза, которая ставит под удар и почвы, и все то, что они могут дать.

Цель: Изучить влияние антропогенной деятельности на почвы Челябинской области в летний период.

Объект исследования: почвенные пробы.

Предмет исследования: анализ почвенных проб.

Задачи:

- 1) Дать общую характеристику почв и ознакомиться с основными ее функциями.
- 2) Изучить влияние тяжелых металлов на живые организмы.
- 3) Ознакомиться с методиками отбора проб и проведения эксперимента.
- 4) Определить содержание подвижных форм свинца, цинка, меди и железа в почвах Челябинской области.
- 5) Выяснить, влияет ли антропогенная деятельность на содержание тяжелых металлов в почве

# ГЛАВА I. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

## 1.1 Почва и ее функции

**Почва** – это особое природное образование, сформировавшееся в результате преобразования горных пород растениями и животными, т. е. в результате почвообразовательного процесса.

Важнейшим свойством почвы является плодородие.

**Плодородие** – способность, давать растениям питательные вещества: минеральные и органический компоненты, воздух и вода.

Наука, изучающая почву, называется почвоведением. Она изучает многообразие почвы на земном шаре, их происхождение, состав, свойства, в том числе плодородие, распространение и рациональное использование. Современное почвоведение возникло в России в конце 19 века. Основателем его был В. В. Докучаев(1846-1903). Он впервые показал, что почва обладает особым свойством – плодородием и состоит из живой и неживой частей. Это и отличает почву от горной породы [10].

Глобальные функции почвы многогранны и их несколько.

**Первая и главная из них — это обеспечение существования жизни на Земле.** Именно из почвы растения, а через них и животные, и человек получают элементы минерального питания и воду для создания своей биомассы. В почве аккумулируются необходимые организмам биофильные элементы в доступных для них формах химических соединений. В почве укореняются наземные растения, в ней обитает огромная масса почвообитающих животных, она плотно населена микроорганизмами.

**Вторая** важная глобальная функция почвы — это обеспечение постоянного взаимодействия большого геологического и малого биологического круговоротов (циклов) веществ на земной поверхности. Через почвенный покров суши – эту тончайшую её поверхностную оболочку – идут

сложнейшие процессы обмена веществом и энергией между земной корой, атмосферой, гидросферой и всеми живущими в почве организмами.

**Третья** глобальная функция почвы — регулирование химического состава атмосферы и гидросферы.

**Четвертая** глобальная функция почвы — регулирование биосферных процессов, в частности плотности жизни на Земле, путем динамического воспроизводства почвенного плодородия.

**Пятая** глобальная функция почвы — это аккумуляция активного органического вещества и связанной с ним химической энергии на земной поверхности [7].

## **1.2 Образование почвы**

Почва — это многофазное природное тело, вещество которого представлено следующими физическими фазами: твердая, жидкая, газовая и живое вещество населяющих почву организмов

**Твёрдая часть** — это минеральные и органические частицы. Они составляют 80-98% почвенной массы и состоят из песка, глины, илистых частиц, оставшихся от материнской породы в результате почвообразовательного процесса.

**Жидкая часть почвы или почвенный раствор** — вода с растворёнными в ней органическими и минеральными соединениями. Воды в почве содержится от долей процента до 40-60%. Жидкая часть участвует в снабжении растений водой и растворёнными элементами питания.

**Газообразная часть**, почвенный воздух, заполняет поры, не занятые водой. Почвенный воздух содержит больше углекислого газа и меньше кислорода, чем атмосферный воздух, а также метан, летучие органические соединения и др.

**Живая часть** почвы состоит из почвенных микроорганизмов (бактерии, грибы, водоросли и др.), представителей беспозвоночных (простейших, червей, моллюсков, насекомых и их личинок). Они обитают в основном в верхнем слое почвы, около корней растений, где добывают себе пищу. Некоторые почвенные микроорганизмы могут жить только на корнях [10].

### 1.2.1 Содержание химических элементов в почве

Почва состоит из минеральных, органических и органо-минеральных веществ. Источником минеральных соединений почвы являются горные породы, из которых слагается твердая оболочка земной коры — литосфера. Органические вещества поступают в почву в результате деятельности живых организмов, ее населяющих. Взаимодействие минеральных и органических веществ создает сложный комплекс органо-минеральных соединений почв. Минеральная часть составляет 80—90% и более массы почв и только в органогенных почвах снижается до 10% и менее.

Формы химических элементов в почве:

**Углерод, азот, фосфор.** Эти элементы принадлежат к числу важнейших органогенов. Присутствие их в почве (первых двух практически целиком) обязано воздействию живого вещества и процессам почвообразования [10].

**Железо.** Этот элемент присутствует в почвах в составе как первичных, так и вторичных минералов, являясь компонентом магнетита, хлоритов, глинистых минералов, минералов группы оксидов железа [7].

Наряду с перечисленными макроэлементами в почве в очень небольших количествах присутствуют рассеянные элементы и микроэлементы, чрезвычайно, однако, важные для жизнедеятельности растений. Валовое содержание этих элементов в основном связано с содержанием в почве первичных минералов, отчасти глинистых минералов и органического вещества.

Наблюдается следующая приуроченность важнейших микроэлементов и рассеянных элементов к первичным минералам: Ni, Co, Zn — авгит, биотит, ильменит, магнетит, роговая обманка; Cu — авгит, апатит, биотит, гранаты, калиевые полевые шпаты, плагиоклазы; V — авгит, биотит, ильменит, мусковит, роговая обманка, сфен; РЬ — авгит, апатит, биотит, калиевые полевые шпаты, мусковит [3].

### 1.3 Химическое воздействие на почву

**Химический состав почвы** – это элементный состав минеральной части почвы, а также содержание в ней гумуса (верхний, плодородный слой земли), азота, углекислого газа и химически связанной воды.

Одним из видов антропогенного воздействия на почву является загрязнение почв. Основные загрязнители почв:

- пестициды;
- минеральные удобрения;
- тяжелые металлы;
- нефть и нефтепродукты.

**Пестициды** – химические препараты для борьбы с сорняками, вредителями и с болезнями растений.

Пестициды, попадая в почву при внесении, а также при обработке растений наземной и авиационной аппаратурой, уничтожают почвообитающих вредителей. Кроме того, они могут смываться с поверхности растений дождем.

Находясь в почве, пестициды могут отрицательно влиять на жизнедеятельность населяющих ее организмов, микробиологические процессы, а также на способность биосферы к самоочищению. В зависимости от условий почвенной среды, физико-химических свойств пестициды могут оставаться в неизменном состоянии и сохранять свою токсичность в течение более или менее продолжительного времени [4].

**Минеральные удобрения** – неорганические соединения, содержащие необходимые для растений элементы питания в виде различных минеральных солей.

Минеральные удобрения провоцируют вымывание из почвы кальция, магния, цинка, меди, марганца и т.д., это влияет на процессы фотосинтеза, снижает устойчивость растений к заболеваниям. Применение минеральных удобрений ведёт к уплотнению почвы, снижению её пористости, к уменьшению доли зернистых агрегатов [7].

В ходе исследования ученые установили, что **тяжелые металлы** негативно влияют на свойства почв, потому что связываются с определенными группами белков и блокируют синтез ферментов почвенными микроорганизмами, растениями, животными. Особенно чувствителен к таким загрязнениям фермент уреазы — важный участник превращений азота в почве. Тяжелые металлы также подавляют активность дегидрогеназ, ускоряющих окислительно-восстановительные реакции в ходе распада органических веществ. Именно поэтому на исследуемых участках с особенно сильным загрязнением **цинком** и **медью** ученые обнаружили высокую концентрацию водорастворимых органических веществ, ведь процесс их разложения нарушен [3].

Растения слабо усваивают многие тяжелые металлы – например, свинец – даже при их высоком содержании в почве из-за того, что они находятся в виде малорастворимых соединений. Поэтому концентрация свинца в растениях обычно не превышает 50 мг/кг, и даже индийская горчица, генетически предрасположенная к поглощению тяжелых металлов, накапливает свинец в концентрации всего 200 мг/кг, даже если растет на почве, сильно загрязненной этим элементом.

Также, свинец не дает предшественникам фотосинтезирующих клеток правильно развиваться, из-за чего угнетается и рост растений.

Было обнаружено, что поступление тяжелых металлов в растения стимулируют некоторые вещества (например, этилендиаминтетрауксусная

кислота), образующие с металлами в почвенном растворе устойчивые, но растворимые комплексные соединения. Так, стоило внести подобное вещество в почву, содержащую свинец в концентрации 1200 мг/кг, как концентрация тяжелого металла в побегах индийской горчицы возрастала до 1600 мг/кг.

У человека и животных свинец откладывается в костях, волосах, печени, приводит к нарушениям обменов веществ, к функциональным и органическим изменениям в центральной и вегетативной нервной системы

Существует классификационное деление тяжелых металлов на 3 класса опасности (таблица 1) [2]

Таблица 1. Классы опасности химических загрязняющих веществ

Классы опасности	Химическое загрязняющее вещество
1	Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, цинк, фтор, 3,4-бенз(а)пирен
2	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
3	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон

## ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальное исследование проводилось на базе природоохранного научно-исследовательского учреждения Российской академии наук «Ильменский государственный заповедник им. В.И. Ленина Уральского отделения РАН».

### 2.1 Подготовка и отбор проб

Для отбора проб мне понадобилось следующее оборудование: линейка, ёмкости (стаканчики 0,3 литра), лопатка и чёрный маркер. Для начала, я откапывала 5-7 см от поверхности земли, потом лопаткой набирала в стаканчик и маркировала. До исследования проб в лаборатории, образцы земли хранились в морозилке.

Отбор проб проводился в следующих пунктах отбора (п.о.) в период с 09.07.2021 г. по 27.08.2021 г.:

Таблица 1. Пункты отбора проб

№ п/п	Пункт отбора проб	Дата	Описание местности
П.о. №1	Пос. Ленинск	09.07.2021	поляна в смешанном лесу
П.о. №2	г. Карабаш	21.07.2021	высохшее русло реки около обочины дороги
П.о. №3	г. Златоуст	11.07.2021	хвойный лес напротив парка Бажова
П.о. №4	с. Кундравы	29.07.2021	береговая линия Кундравинского озера (у автомобильной дороги)
П.о. №5	Старая часть (г. Миасс)	05.08.2021	около городского пруда, возле сада «Золотая долина»

## Продолжение таблицы 1

<b>П.о. №6</b>	г. Челябинск	27.08.2021	северо-западный район, клумба
<b>П.о. №7</b>	Г. Миасс (р-н Машгородок)	27.08.2021	придомовая территория, улица Жуковского
<b>П.о. №8</b>	Оз. Хомутино	15.08.2021	смешанный лес, недалеко от дороги
<b>П.о. №9</b>	Чашковский лес	07.07.2021	вблизи с. Чёрное, смешанный лес

## 2.2 Методика исследования (М 01-35-2000 от НПФ «Люмекс»)

Методика выполнения измерений массовой концентрации металлов в пробах вод, почв и донных отложений флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «Флюорат – 02»

Методика, М 01-35-2000 от НПФ «Люмекс» Санкт-Петербург 2000 г., основана на измерении флуоресценции комплексного соединения металла, в частности цинка, свинца (и т.д.) при помощи анализатора жидкости «Флюорат-02».

Метод основан на образовании в сильнощелочной среде флуоресцирующего комплексного соединения металла с морином в присутствии маскирующих реагентов. Для выделения и концентрирования металла используют его сорбцию силикагелем при рН 6,0 с последующей десорбцией раствором соляной кислоты при нагревании.

Я наливала в кювету автоматической пробиркой уже подготовленную пробу (которую в свою очередь отстаивали 2-3 суток в дистиллированной воде) и относила на анализ в аппарат «Флюорат-02».

Также, кювету до анализа и после, я ополаскивала дистиллированной водой. Дистиллированная вода — вода, очищенная от растворённых в ней минеральных солей, органических веществ и других примесей путём дистилляции.

## ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Предельно допустимая концентрация (или ПДК) – величина, характеризующая максимальное количество вещества, которое может находиться в объекте измерений в момент времени без вреда для живых организмов, и являющаяся основной величиной экологического нормирования содержания токсических веществ в природной среде.

Подвижная форма элементов характеризует количество вещества, которое легко переходит из почвы в воду, а также в растения через корневую систему. Именно с подвижными формами тяжелых металлов связаны отрицательные экологические последствия.

Содержание в почве подвижных форм тяжелых металлов представляет собой важнейший показатель, характеризующий санитарно-гигиеническое состояние почвы и определяющий необходимость проведения мероприятий по ремедиации загрязненной почвы [8].

### 3.1 Результаты исследования содержания свинца в пунктах отбора проб

Свинец относится к особо токсичным тяжелым металлам. Наряду с мышьяком, кадмием и ртутью, свинец отнесен к классу высокоопасных для живых организмов веществ.

Результаты анализа почв на содержание свинца представлены в таблице 2.

Таблица 2. Содержание свинца в точках отбора проб

№ п/п	Название пункта наблюдения	Концентрация свинца (мг/кг)	
		Собственные пробы	Значение ПДК 6,0
П.о. №1	Посёлок Ленинск	0,0478	
П.о. № 2	г. Карабаш	<b>2,4540</b>	
П.о. № 3	г. Златоуст	0,8723	
П.о. № 4	с. Кундравы	0,6712	
П.о. № 5	г. Миасс (р-н Старый город)	0,8769	

## Продолжение таблицы 2

П.о. № 6	г. Челябинск	<b>1,2493</b>	
П.о. №7	г. Миасс, р-н Машгородок	<b>1,2400</b>	
П.о. №8	Оз. Хомутино	0,9872	
П.о. № 9	Чашковский лес	0,5421	

Из таблицы мы видим, что ни одна из проб не превышает значение ПДК равное 6,0 мг/ дм<sup>3</sup>.

Но при этом следует отметить, что в черте городов, где наблюдается наибольшая антропогенная нагрузка, содержание свинца выше, чем в районах с низкой антропогенной нагрузкой.

Максимальное содержание свинца наблюдается в г. Карабаш – 2,45 мг/кг, на втором месте по загрязненности свинцом г. Челябинск – 1,25 мг/кг, на третьем месте г. Миасс (р-н Машгородок) – мг/кг. Минимальное содержание свинца фиксировалось в п.о. №1 – пос. Ленинск (рис.1). Эта точка отбора находится на максимальном удалении от жилой застройки и автомобильных дорог.

### 3.2 Результаты исследования содержания меди в пунктах отбора проб

Медь и цинк относятся к тяжелым металлам. Большая концентрация этих металлов (как и свинца, ртути) в почве негативно влияет на свойства её (почвы).

Результаты анализа почв на содержание меди представлены в таблице 3.

Таблица 3. Содержание меди в точках отбора проб

№ п/п	Название пункта наблюдения	Концентрация меди (мг/кг)	
		Собственные пробы	Значение ПДК
П.о. №1	Пос. Ленинск	<b>0,6004</b>	3,0

П.о. № 2	г. Карабаш	<b>0,9721</b>	
П.о. № 3	г. Златоуст	0,2140	
П.о. № 4	с. Кундравы	0,1118	
П.о. № 5	г. Миасс (р-н Старый город)	0,2044	
П.о. № 6	г. Челябинск	0,3063	
П.о. №7	г. Миасс, р-н Машгородок	<b>0,6080</b>	
П.о. №8	Оз. Хомутино	0,2003	
П.о. № 9	Чашковский лес	0,1704	

Из таблицы мы видим, что ни одна из проб не превышает значение ПДК равное 3,0 мг/ кг.

Нужно отметить, что в зонах с низкой антропогенной нагрузкой наблюдается содержание меди выше, чем в зонах с высокой антропогенной нагрузкой. В п.о. № 1 (пос. Ленинск), находящемся вдали от автомобильных дорог содержание меди выше, чем в п.о. № 6 (г. Челябинск). Причиной такого явления могут быть, как считает В.Б. Ильин (1991 г.), генетические особенности почв, прежде всего специфика гранулометрического и минералогического составов, уровень гумусированности, реакция среды [8].

Максимальное содержание меди в г. Карабаш – 0,9721 мг/кг, на втором месте – г. Миасс (р-н Машгородок) – 0,6080 мг/кг.

Минимальное содержание меди зарегистрировано в п.о. №4 – с. Кундравы.

### 3.3 Результаты исследования содержания цинка в пунктах отбора проб

Результаты анализа почв на содержание цинка представлены в таблице 4.

Таблица 4. Содержание цинка в точках обора проб

№ п/п	Название пункта наблюдения	Концентрация цинка (мг/кг)	
		Собственные пробы	Значение ПДК
П.о. №1	Пос. Ленинск	<b>0,202</b>	23,0

П.о. № 2	г. Карабаш	0,007	
П.о. № 3	г. Златоуст	0,123	
П.о. № 4	с. Кундравы	0,043	
П.о. № 5	г. Миасс (р-н Старый город)	0,186	
П.о. № 6	г. Челябинск	<b>0,728</b>	
П.о. №7	г. Миасс, р-н Машгородок	<b>0,205</b>	
П.о. №8	Оз. Хомутино	0,047	
П.о. № 9	Чашковский лес	0,071	

В г. Челябинске зафиксировано максимальное содержание цинка – 0,728 мг/кг, г. Миасс (р-н Машгородок) на втором месте – 0,205 мг/кг, пос. Ленинск занимает третье место по содержанию цинка в почве – 0,202 мг/кг.

В г. Карабаш минимальная концентрация цинка в почве – 0,007 мг/кг.

Ни одна из проб не превышает значение ПДК равное 23,0 мг/кг.

### 3.4 Результаты исследования содержания железа в пунктах отбора проб

Железо – это макроэлемент, содержащийся во многих минералах, который жизненно необходим растениям в большом количестве.

Результаты анализа почв на содержание железа представлены в таблице 5.

Таблица 5. Содержание железа в точках обора проб

№ п/п	Название пункта наблюдения	Концентрация железа (мг/кг)	
		Собственные пробы	Значение ПДК -
П.о. №1	Пос. Ленинск	1,2009	
П.о. № 2	г. Карабаш	<b>1,4702</b>	
П.о. № 3	г. Златоуст	1,0050	
П.о. № 4	с. Кундравы	<b>2,0463</b>	
П.о. № 5	г. Миасс (р-н Старый город)	0,9871	
П.о. № 6	г. Челябинск	0,7222	
П.о. №7	г. Миасс, р-н Машгородок	1,2479	

Продолжение таблицы 5

П.о. №8	Оз. Хомутино	<b>4,3179</b>	
П.о. № 9	Чашковский лес	0,6457	

Самая большая концентрация железа выделяется в пробе №8 – 4,3179 мг/кг. Далее, второе место занимает с. Кундравы – 2,0463 мг/кг. На третье место приходится г. Карабаш – 1,4702 мг/кг (рисунок 4).

Если обратить внимание на данные таблицы 5, то мы увидим, что наибольшие концентрации железа наблюдаются в лесных районах, где практически нет антропогенного воздействия на почву. Но это также можно объяснить генетическими особенностями этих почв.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Почва – это особое природное образование, сформировавшееся в результате преобразования горных пород растениями и животными, т. е. в результате почвообразовательного процесса. Через нее идут сложнейшие процессы обмена веществом и энергией между земной корой, атмосферой, гидросферой и всеми живущими в почве организмами.

Содержание в почве подвижных форм тяжелых металлов представляет собой важнейший показатель, характеризующий санитарно-гигиеническое состояние почвы и определяющий необходимость проведения мероприятий по ремедиации загрязненной почвы.

Свинец относится к особо токсичным тяжелым металлам. Наряду с мышьяком, кадмием и ртутью, свинец отнесен к классу высокоопасных для живых организмов веществ.

Растения слабо усваивают свинец – даже при их высоком содержании в почве из-за того, что он находится в виде малорастворимых соединений. Но при этом он способен аккумулироваться в организмах животных и оказывать негативное воздействие на них.

Большая концентрация меди и цинка в почве негативно влияют на ее свойства. Но в то же время они являются микроэлементами, и жизненно необходимы растениям в небольших концентрациях.

Железо играет ведущую роль среди всех содержащихся в растениях тяжелых металлов. Оно необходимо для нормального функционирования и жизнедеятельности живых организмов, в том числе и растений. Однако при повышенных содержаниях в растениях может стать опасным.

В результате исследования содержания подвижных форм тяжелых металлов в почвах Челябинской области было выяснено, что ни один показатель не превысил ПДК.

При этом было отмечено, что наибольшая концентрация тяжелых металлов наблюдается в пунктах с высокой антропогенной нагрузкой.

## ВЫВОДЫ

1) Результаты исследования содержания свинца в почве показали, что он не превышает значение ПДК, но при этом следует отметить, что в черте городов, где наблюдается наибольшая антропогенная нагрузка, содержание свинца выше, чем в районах с низкой антропогенной нагрузкой.

Максимальное содержание свинца наблюдается в г. Карабаш – 2,45 мг/кг, на втором месте по загрязненности свинцом г. Челябинск – 1,25 мг/кг, на третьем месте г. Миасс (р-н Машгородок) – мг/кг. Минимальное содержание свинца фиксировалось в п.о. №1 – пос. Ленинск (рис.1). Эта точка отбора находится на максимальном удалении от жилой застройки и автомобильных дорог.

2) Результаты исследования содержания меди в почве показали, что она не превышает значение ПДК.

В зонах с низкой антропогенной нагрузкой наблюдается содержание меди выше, чем в зонах с высокой антропогенной нагрузкой. В п.о. № 1 (пос. Ленинск), находящемся вдали от автомобильных дорог содержание меди выше, чем в п.о. № 6 (г. Челябинск). Причиной такого явления могут быть, как считает В.Б. Ильин (1991 г.), генетические особенности почв, прежде всего специфика гранулометрического и минералогического составов, уровень гумусированности, реакция среды [8].

Максимальное содержание меди в г. Карабаш – 0,9721 мг/кг, на втором месте – г. Миасс (р-н Машгородок) – 0,6080 мг/кг. Минимальное содержание меди зарегистрировано в п.о. №4 – с. Кундравы.

3) Результаты исследования содержания цинка в почве показали, что он не превышает значение ПДК.

В г. Челябинске зафиксировано максимальное содержание цинка – 0,728 мг/кг, г. Миасс (р-н Машгородок) на втором месте – 0,205 мг/кг, пос. Ленинск занимает третье место по содержанию цинка в почве – 0,202 мг/кг.

В г. Карабаш минимальная концентрация цинка в почве – 0,007 мг/кг.

4) Результаты исследования содержания железа в почве показали, что оно не превышает значение ПДК.

Самая большая концентрация железа выделяется в пробе №8 – 4,3179 мг/кг. Далее, второе место занимает с. Кундравы – 2,0463 мг/кг. На третье место приходится г. Карабаш – 1,4702 мг/кг (рисунок 4).

Наибольшие концентрации железа наблюдаются в лесных районах, где практически нет антропогенного воздействия на почву. Но это также можно объяснить генетическими особенностями этих почв.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) ГОСТ Р 58595 – 2019 Почвы. Отбор проб
- 2) СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
- 3) Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. В 16 Почвоведение: Учебник для вузов. — Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004. — 496 с. (Серия «Учебный курс»)
- 4) Влияние пестицидов на окружающую среду [Электронный ресурс]: дата обращения 16.02.2022 [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=982#:~:text](https://agromage.com/stat_id.php?id=982#:~:text)
- 5) Высоцкая Е.А., Барышникова О.С. Анализ подвижных форм тяжелых металлов в почвах придорожных агроценозов подсолнечника [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. — 2021. — №3.
- 6) Минеральные удобрения: польза и вред [Электронный ресурс]: дата обращения 16.02.2022 <https://soz.bio/mineralnye-udobreniya-polza-i-vred/>
- 7) Почвоведение. Учеб. для ун-тов. В 2 ч./Под П65 ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. Ч. 1. Почва и почвообразование/Г. Д. Белицина, В. Д. Васильевская, Л. А. Гришина и др. — М.: Высш. шк., 1988. — 400 с: ил
- 8) Подвижные формы тяжелых металлов в почве. Строительный портал. [Электронный ресурс]: дата обращения 16.03.2022 <http://industry-portal24.ru/tyazhelye-metally/4440-podvizhnye-formy-tyazhelyh-metallov-v-rochve.html>
- 9) Семенова И.Н., Биктимерова Г.Я., Ильбулова Г.Р., Исанбаева Г.Т., Семенова И.Н. Содержание тяжелых металлов в почве окрестностей карьеров челябинской области // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 2-1.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=18973> (дата обращения: 17.03.2022).

10) Энциклопедический словарь юного землевладельца/ Э 61 Сост. А. Д. Джахангиров, В. П. Кузьмищев.– М.: Педагогика, 1983-368 с., ил.