

**МАОУ «Урмарская средняя общеобразовательная школа
им.Г.Е.Егорова» пгт. Урмары Чувашская республика**

Кружок школьного лесничества «Лесные робинзоны»

**Исследовательская работа на тему:
«Комплексная оценка изменения биологических свойств почв под
влиянием промышленного предприятия с использованием
биоиндикаторов»**

Выполнил:

Николаев Константин Сергеевич,
ученик 8 класса
МАОУ «Урмарская СОШ
им. Г. Е. Егорова», п. Урмары,
Чувашская Республика

Руководитель:

Николаева Клавдия Анатольевна,
учитель биологии
МАОУ «Урмарская СОШ
им. Г. Е. Егорова», п. Урмары,
Чувашская Республика

Урмары 2026

Оглавление

Введение.....	2
1. Теоретический обзор.....	3
1.1.Что такое «здоровье почвы»?.....	3
1.2.Основные источники и виды загрязнения почвы.....	3
1.3. Отбор проб почвы для физико-химического анализа.....	3
2.Методика исследования и характеристика объекта исследования.....	4
3.Результаты исследований и их обсуждение.....	5
4. Вывод.....	7
5.Заключение.....	7
6.Рекомендации.....	8
Список использованной литературы.....	9
Приложение.....	10

Введение

Актуальность темы заключается в том, что промышленность является одним из основных источников экономического развития, но при этом представляет серьёзную опасность для окружающей среды. Негативное воздействие промышленных организаций может приводить к загрязнению почвы, изменению её физических, химических и биологических свойств, что сказывается на урожайности и здоровье человека.

Загрязнение почвы различными вредными веществами техногенного происхождения отрицательно влияет на жизнедеятельность растений [4]. Например, кислотные осадки, которые образуются из-за промышленных выбросов в атмосферу, снижают интенсивность фотосинтеза и всхожесть семян.

Гипотеза: мы предполагаем, что почва вблизи источников загрязнения будет иметь худшие показатели здоровья: повышенную кислотность, наличие загрязняющих веществ.

Цель исследования: Изучить, как деятельность промышленных предприятий влияет на биологические свойства почвы с помощью метода биотестирования и биоиндикации.

Для достижения поставленной цели, необходимо было решить следующие **задачи:**

1. Отобрать почвенные образцы с участков с разной промышленной нагрузкой.
2. Провести химические исследования почвенных образцов.
3. Провести биотестирование почвенных проб, проращивая в них семена гороха и кресс-салата.
4. Исследовать возможность применения почвенных микроорганизмов в качестве биоиндикаторов.
5. Проанализировать полученные данные, определить класс опасности исследуемых почв.

Проблема: Деятельность промышленных предприятий негативно влияет на состояние почв, что выражается в угнетении почвенной биоты и нарушении природных процессов.

Методы исследования: Теоретические: анализ научной литературы, сравнение, обобщение. Эмпирические: отбор проб, эксперимент, биотестирование, биоиндикация. Математические: статистическая обработка данных (среднее арифметическое, построение диаграмм).

Материалы и оборудование: ноутбук, комплект лабораторного оборудования «Типы почв и рост растений», электронные весы, набор химической посуды.

Объект исследования: почва территории ООО "Аванпром", территории мебельной фабрики и ООО «УРМАРСКОЕ АТП»

Предмет исследования: химические и биологические свойства почвы

Время проведения исследования: июня – октябрь 2025

Практическая значимость работы заключается в том, что результаты исследования помогут разработать проекты и использовать на уроках биологии, химии, географии.

1. Теоретический обзор

1.1. Что такое «здоровье почвы»?

Здоровье почвы – это ее способность функционировать как живая система, поддерживать биологическое разнообразие, продуктивность и экологическое равновесие. Ключевые признаки здоровой почвы:

- **Плодородие:** Способность обеспечивать растения питательными веществами
- **Биологическое разнообразие:** Наличие почвенной фауны (черви, ногохвостки) и микрофлоры (бактерии, грибы)
- **Стабильная структура:** Наличие водостойких комочков, что обеспечивает аэрацию и влагоудержание
- Способность к самоочищению

1.2. Основные источники и виды загрязнения почвы:

- **Химическое:**
 - Тяжелые металлы (Cd, Pb, Zn, Cu, Ni): от автотранспорта (выхлопные газы, износ шин и тормозов), промышленных выбросов, неправильной утилизации батареек.
 - Нефтепродукты: с АЗС, протечки машинного масла, аварии.
 - Пестициды и удобрения: из сельского хозяйства.
 - Бытовые отходы: несанкционированные свалки, пластик.
- **Физическое:** захламление твердыми отходами, уплотнение техникой.
- **Биологическое:** патогенные бактерии, яйца гельминтов (от домашних и бродячих животных) [1].

1.3. Отбор проб почвы для физико-химического анализа:

Отбор проб почвы методом «конверта» регламентирован **ГОСТ 17.4.4.02-2017** — межгосударственным стандартом «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» (Приложение 4).

Метод «конверта» — способ отбора проб почвы для химического, бактериологического или гельминтологического анализа. Суть метода: **из точек контролируемого участка (или каждой рабочей пробоотборной площадки) берут 5 образцов почвы.** Точки расположены так, чтобы мысленно соединённые прямыми линиями, давали рисунок запечатанного конверта (длина стороны квадрата может составлять от 1 до 5–10 м).

Выделяют два основных вида проб:

1. **Точечная проба** — материал, взятый из одного места горизонта или одного слоя почвенного профиля, типичный для данного горизонта или слоя.
2. **Объединённая проба** — смесь не менее двух точечных проб, отобранных на одной пробной площадке.

Некоторые особенности отбора проб в зависимости от целей анализа:

- Для химического анализа объединённую пробу составляют не менее чем из пяти точечных проб, взятых с одной пробной площадки. Масса объединённой пробы — не менее 1 кг.

- Для контроля загрязнения поверхностно распределяющимися веществами (нефть, нефтепродукты, тяжёлые металлы и др.) точечные пробы отбирают послойно с глубины 0–5 и 5–20 см массой не более 200 г каждая.

Периодичность отбора проб зависит от вида исследования:

- для химического, микробиологического, гельминтологического анализов — не реже 1 раза в год;

- для контроля загрязнения тяжёлыми металлами — не реже 1 раза в 3 года;

- в рамках санитарно-эпидемиологического почвенного мониторинга территорий повышенного риска (детских дошкольных, школьных, лечебно-профилактических учреждений, зон отдыха) — 2 раза в год, весной и осенью;

- для изучения динамики самоочищения почв — 1 раз в неделю в течение первого месяца, затем ежемесячно в течение вегетационного периода [5].

2.Методика исследования и характеристика объекта исследования

Исследования проводились с июня по октябрь 2025 года в Урмарском МО, поселке Урмары, МАОУ «УСОШ им.Г.Е.Егорова». Сначала мы изучили Интернет-ресурсы и литературу и выбрали методику точечной пробы по принципу «конверта». Который заключается:

1. Подготовить кусок чистого полиэтилена размером приблизительно 50×50 см.
2. Удалить растительный слой методом срезания или соскабливания.
3. В каждой точке с глубины 0–20 см отобрать пробы почвы массой от 0,5 до 1 кг (точечные пробы) и высыпать их на полиэтилен.
4. Составить объединённую пробу путём смешивания 5 точечных проб, отобранных на одной пробной площадке.
5. Полученную объединённую пробу массой не менее 1 кг поместить в заготовленную для неё ёмкость и плотно закрыть.

Места отбора проб почвы (площадки): первый участок около ООО АВАНПРОМ, второй участок Мебельная фабрика, третий участок около АТП. Для контроля взяли почву из приусадебного хозяйства Николаевых.(Приложение №2)

Отбор проб почвы и подготовка их для анализа осуществлялась в соответствии с требованиями ГОСТа 14.4.4.02–84 «Охрана природы. Методы отбора и подготовки проб для химического, микробиологического и гельминтологического анализа».

Оценку экологического состояния почв на исследуемых участках проводили на основе данных химического анализа, биоиндикации и биотестирования.

Химические исследования включали определение рН водной вытяжки из почвенных образцов, а также определение карбонатов, сульфат-, хлорид-ионов.

Биотестирование проводили в условиях краткосрочных экспериментов. Для фитотестирования на высших растениях использовали семена гороха и кресс-салат. По истечении срока эксперимента измеряли длину корней и побегов проростков. Опыт проводился в трехкратной повторности. (Приложение 2, Таблица 3,4)

Методы биоиндикации. Биоиндикационный анализ заключался в исследовании экологических параметров бактериального комплекса почв. В работе использовали общепринятые методы почвенной микробиологии. Для выделения аэробных азотфиксаторов использовали агаризованную питательную среду Эшби. Среда Эшби — селективная среда, не содержащая минеральных или органических источников азота, и благоприятствует росту азотфиксаторов, задерживая или подавляя рост сопутствующих микроорганизмов.

3. Результаты исследований и их обсуждение

Изучив интернет ресурсы и литературу выяснили, что проблема загрязнения почвы в Урмарском районе Чувашской Республики остаётся **актуальной** из-за негативного воздействия хозяйственной деятельности на экологическую обстановку региона. Исследования показывают, что в почвах накапливаются тяжёлые металлы и другие опасные вещества, особенно в районах, прилегающих к промышленным объектам и транспортным артериям.

Выбрали методику точечной пробы по принципу «конверта». Почву взяли с глубины 20 см массой до 1 кг в пяти вариантах из трех территорий. Для контроля взяли почву из приусадебного хозяйства Николаевых.

Затем провели химические исследования почвенных образцов. Для анализа подготовили почвенную вытяжку: помещали почву в стеклянную колбу, заливали её дистиллированной водой и интенсивно встряхивали в течение 2–5 минут, после чего смесь фильтровали.

1. Кислотность почвы (рН). Этот агрохимический параметр характеризует пригодность земли к выращиванию тех или иных видов культур.

Приготовленную ранее почвенную вытяжку опустили универсальную индикаторную бумагу. Полученную окраску индикатора сверили со шкалой определения кислотности. Для достоверности результатов кислотность проверили 3 раза. С почвенной вытяжки для контроля из приусадебного участка Николаевых рН среды равняется 7.

Оптимальным считается рН 6,5 – слабокислая реакция почвы. Следовательно, в почвах, выбранных нами в трех территориях, имеют слабо кислую среду, что не ведет к недостатку фосфора и микроэлементов, большинство основных питательных веществ доступны растениям, т. е. находятся в почвенном растворе. Такая почвенная реакция благоприятна для

развития полезных почвенных микроорганизмов, обогащающих почву азотом (Приложение №1).

Таблица №1 Определение кислотности

рН среда	контроль приусадебный участок Николаевых	территория ООО "Аванпром", и	территория мебельной фабрики	территория АТП
среднее значение	7	6,5	6,6	6,5

2. Затем определили сульфат-ионов и хлорид – ионов, для этого к 5 мл фильтрата (почвенной вытяжки) добавили несколько капель концентрированной соляной кислоты и 2–3 мл 20%-го раствора хлорида бария.

Если образующийся сульфат бария выпадает в виде белого мелкокристаллического осадка, это говорит о присутствии сульфатов в количестве нескольких десятых процента и более. Помутнение раствора также указывает на содержание сульфатов – сотые доли процента. Слабое помутнение, заметное лишь на черном фоне, бывает при незначительном содержании сульфатов – тысячные доли процента.

На наших образцах наблюдали незначительное помутнение растворов, что говорит о малом содержании сульфатов.

При действии нитратом серебра на почвенные вытяжки наблюдали небольшое помутнение, что свидетельствует о наличии хлорид – ионов.

Хлориды и сульфаты снижают плодородие почвы, поэтому их наличие снижает хозяйственную ценность почвы и требует их удаление.

Таблица №2 Определение содержания сульфат-ионов и хлорид – ионов

сульфат-ионов и хлорид – ионов	контроль приусадебный участок Николаевых	территория ООО "Аванпром"	территория мебельной фабрики	территория АТП
среднее значение	незначительное помутнение растворов	незначительное помутнение растворов	незначительно помутнение растворов	незначительное помутнение растворов

3. Для определения содержания карбонатов в почвенном образце взяли небольшое количество почвы поместили в фарфоровую чашку и прилили пипеткой несколько капель 10%-го раствора соляной кислоты. Вскипание, или выделение в ходе реакции оксида углерода (IV) CO₂ наблюдали очень кратковременное и малоактивное. (Приложение №1, фото 7-11)

Таблица №3 Определение содержания карбонатов

Карбона	контроль	территория	территория	территория АТП
---------	----------	------------	------------	----------------

ты	приусадебны й участок Николаевых	ООО "Аванпром"	мебельной фабрики	
среднее значени е	очень слабое и кратковреме нное	очень слабое и кратковременн ое	выделяется в виде пузырьков (почв а "шипит" интенсивнее)	выделяется в виде пузырьков (почв а "шипит" «интенсивнее)

4.Оценку токсичности проб почвы проводили методом биотестирования по прорастаню семян гороха (*Pisumsativum*) сорта «Овощной ранний» и кресс-салата (*Lepidiumsativum*) сорта «Весенний». Наиболее благоприятной для роста и развития проростков тест - растения является контрольная почва – приусадебный участок. По степени роста и вегетативной мощности проростков можно сделать вывод о том, что на участке № 2(территории мебельной фабрики) наблюдается торможение роста корней и стеблей проростков. Так как мебельная фабрика функционировала с1903-1904 года, территория АТП функционирует с 1968 года, а "Аванпром" с 2011 года. Поэтому накопление токсичных веществ больше на территории Мебельной фабрики(Приложение 4, таб.6,7).

5.Для определения активности азотфиксации использовали метод обрастания комочков почвы на среде Эшби. Проведенное исследование показало полное отсутствие бактериального роста на 3-и и 5 сутки эксперимента, что указывает на отсутствие *Azotobacter* в почвах с интенсивным антропогенным воздействием на окружающую среду, что может быть связано с наличием в почве токсичных веществ и слабокислой реакцией среды. Опыт проводили в трёхкратной повторности (Приложение 1,рис.13,14).

4.Выводы

1. Отобрали почвенные образцы с участков с разной промышленной нагрузкой. Места отбора проб почвы (площадки): первый участок около ООО «АВАНПРОМ», второй участок Мебельная фабрика, третий участок около АТП. Для контроля взяли почву из приусадебного хозяйства Николаевых. Выбрали методику точечной пробы по принципу «конверта».
2. Провели химические исследования почвенных образцов. Выяснили, что почва выбранных нами в трех территориях, имеющего слабо кислую среду, что не ведет к недостатку фосфора и микроэлементов, большинство основных питательных веществ доступны растениям, т. е. находятся в почвенном растворе. На наших образцах наблюдали незначительное помутнение растворов, что говорит о малом содержании сульфатов. При действии нитратом серебра на почвенные

вытяжки наблюдали небольшое помутнение, что свидетельствует о наличии хлорид – ионов.

3. Провели биотестирование с использованием семян гороха и кресс-салата. Почвы в зоне влияния предприятия обладают выраженной фитотоксичностью, что подтверждается значительным снижением всхожести и ростковых показателей у кресс-салата, только 33 %. У гороха в семядолях много запас питательных веществ и средне всхожесть 90 %.(Приложение 3)
4. Определили минимальное количество микроорганизмов в исследуемых образцах почвы. Отсутствие бактериального роста на 3-й и 5-й сутки эксперимента, что указывает на отсутствие определённых групп микроорганизмов (например, *Azotobacter*) в почвах с интенсивным антропогенным воздействием.
5. Определили класс опасности исследуемых почв, в результате исследований выяснили что на территории Мебельной фабрики и АТП уровень токсичности умеренный, а на территории Аванпром почва малотоксична. Мы предполагали, что почва вблизи источников загрязнения имеет худшие показатели здоровья почвы, гипотеза частично подтвердилась. (Приложение 4)

6. Заключение

Методы биоиндикации позволяют получать комплексную достоверную информацию о состоянии почвенных экосистем. Они используются для планирования и контроля антропогенной нагрузки на территорию, а также для оценки методов эффективности рекультивации территорий.

Использованные биотест системы позволяют быстро оценить экотоксикологическое состояние антропогенно загрязненной почвы.

Кресс-салат обладает большой чувствительностью к загрязнению почвы и может использоваться как индикаторная тест-культура при исследовании загрязнения почв.

Фитотоксичность почвы — способность почв оказывать угнетающее действие на растения, приводящее к нарушению физиологических процессов, ухудшению качества растительной продукции и снижению её выхода.

7. Рекомендации по высаживанию растений около предприятий

1. Использовать многоярусную структуру.
2. Выбирать породы, устойчивые к загрязнениям и целевым нагрузкам.
3. Учитывать тип предприятия и его выбросы.
4. Создавать коридоры проветривания.
5. Учитывать высоту посадок.
6. Использовать газоны и цветочные композиции как дополнительные элементы.

Список использованной литературы.

1. М. А. Глазовская, А. Н. Геннадиев. География почв с основами почвоведения, М., МГУ, 1995
2. В. А. Ковда. Основы учения о почвах. Издательство «Наука». Москва. 1983 год.
3. Семендяева Н.В. Методы исследования почв и почвенного покрова: учеб. пособие/Н.В. Семендяева, А.Н. Мармулев, Н.И. Добротворская; Новосиб. гос. аграр. ун-т, СибНИИЗиХ. – Новосибирск: Издво НГАУ, 2011. – 202 с.
4. ГОСТ 17.4.4.02-2017 Охрана природы (ССОП). Почвы. . [Электронный ресурс], - Режим доступа: https://marsbbz.ru/wp-content/uploads/2021/05/gost-17.4.4.02-2017-ohrana-prirody-ssop.-pochvy.-metody-otbora-i-podgotovki-prob-dlja-himicheskogo..._tekst.pdf (10.06.2025)
5. Методы исследования природных (Почвы)[Электронный ресурс], - Режим доступа [https://lib.sgugit.ru/irbisfulltext/UMK/2015/ЭУМК%20ФГОС%20_%203/022000.62%20Экология/49\)%20022000.62%20Методы%20исследования%20природных%20сред/49\)%20022000.62%20Методы%20исследования%20природных%20сред%20Конспект%20лекций.pdf](https://lib.sgugit.ru/irbisfulltext/UMK/2015/ЭУМК%20ФГОС%20_%203/022000.62%20Экология/49)%20022000.62%20Методы%20исследования%20природных%20сред/49)%20022000.62%20Методы%20исследования%20природных%20сред%20Конспект%20лекций.pdf)(20.06.2025)

Приложения

Приложение 1



Рис. 1 Взятие проб с участка ООО «Аванпром»



Рис. 2 Взятие проб с участка «Мебельная фабрика»



Рис. 3 Подготовка почвы к физико-химическому анализу



Рис. 4 Подготовка почвы к физико-химическому анализу



Рис. 5 Фильтрация



Рис. 6 Определение содержания карбонатов в почвенном образце

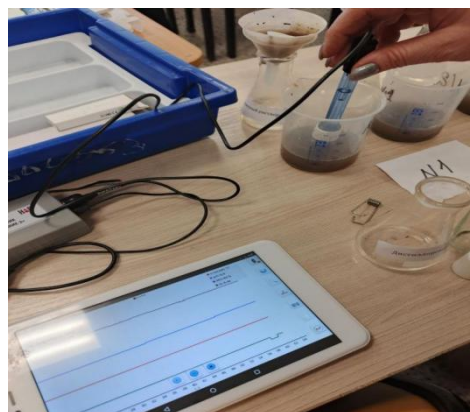


Рис. 7 Измерение pH потенциометрическим методом

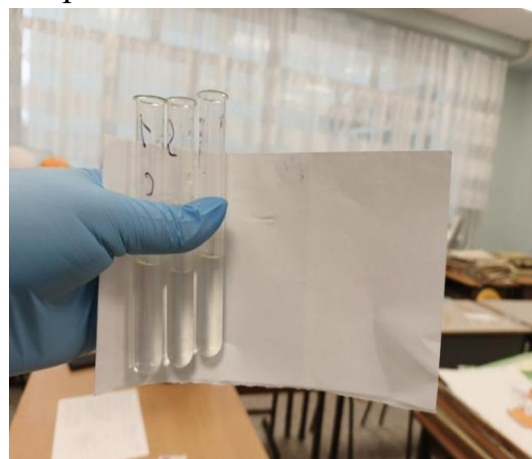


Рис. 8 Определение ионов SO_4^{2-} сульфат-аниона



Рис. 9 Проростки гороха с участка ООО Аванпром



Рис. 10 Проростки гороха с участка с участка Мебельная фабрика



Рис. 11 Проростки гороха с участка



Рис. 12 Проростки кресс-салаты с

АТП



Рис. 13 Проростки кресс-салата с участка Мебельная фабрика

участка ООО Аванпром



Рис. 14 Проростки кресс-салата с участка АТП

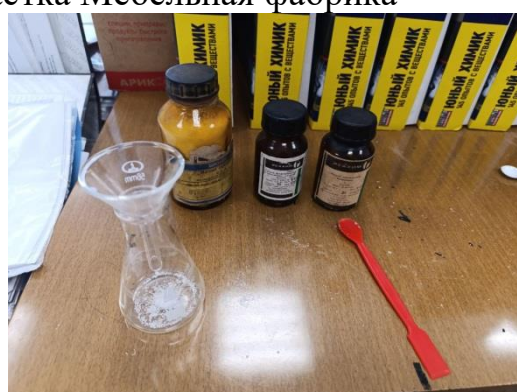


Рис.15 Подготовка среду Эшби

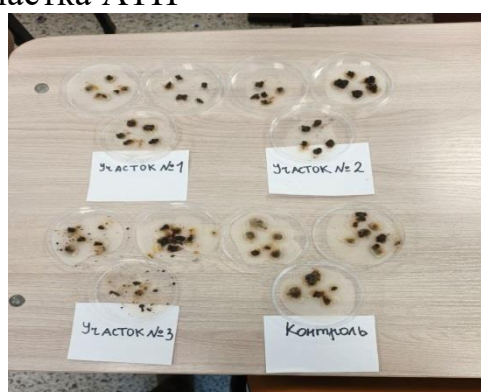


Рис.16 Результат биотестирования

Приложение2



Рис. 17 схема метода конверта

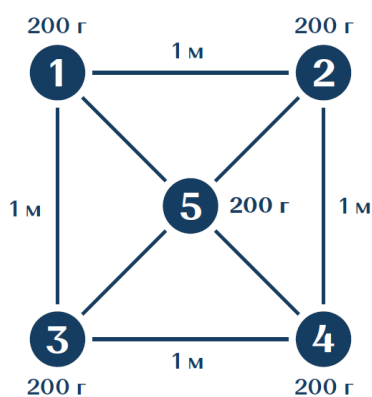


Рис. 18 схема пробы

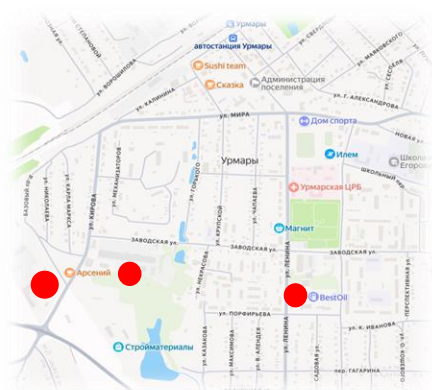


Рис. 19 карта участков

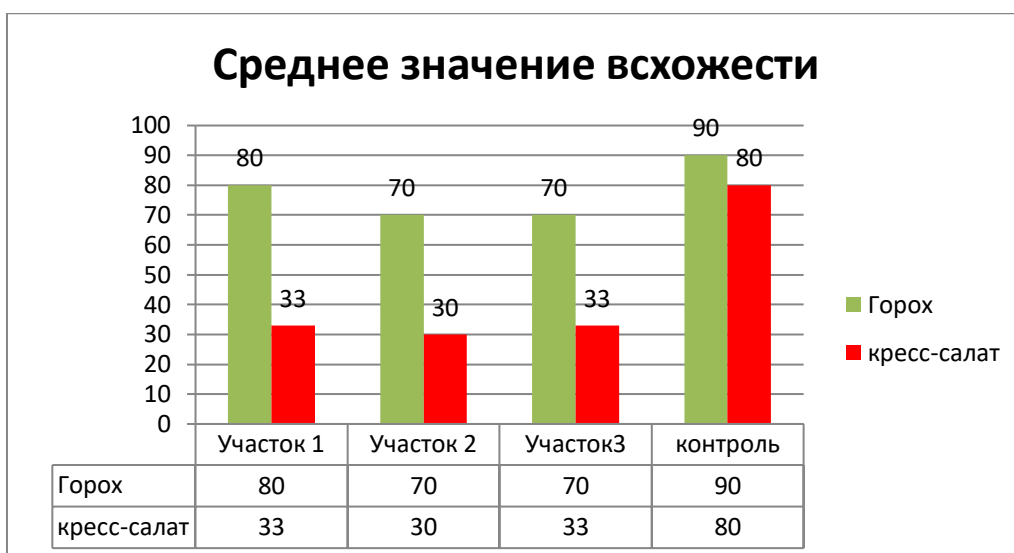


Рис 20 Диаграмма биотестирования

Приложение 3

Таблица №4 Результаты биотестирования почвенных образцов на всхожести семян гороха

Уча сто к	ООО Аванпром			Мебельная фабрика			АТП			Контроль		
	Всх оже сть	Дли на корн я	Дли на стеб ля	Всх оже сть	Дли на корн я	Дли на стеб ля	Всх оже сть	Дли на корн я	Дли на стеб ля	Всх оже сть	Дли на корн я	Длин а стеб ля
Уча сто к 1	80 %	1,5 см	3 см	50 %	1 см	2,5 см	70 %	2см	3 см	90 %	2 см	3 см
Уча сто к 2	70 %	2 см	3 см	70 %	1,5 см	2,5 см	70 %	1,5 см	2,5 см	90 %	2 см	3,5 см
Уча сто к 3	70 %	1,5 см	3 см	60 %	1 см	3 см	70 %	1,5 см	3 см	90 %	2 см	3,5 см

Таблица №5 Результаты биотестирования почвенных образцов на всхожести семян кресс-салата

Уча сто к	ООО Аванпром			Мебельная фабрика			АТП			Контроль		
	Всх оже сть	Дли на корн	Дли на стеб	Вс хо же сть	Дли на корн	Длин а стебл	Всх оже сть	Дли на корн	Дли на стеб	Всх оже сть	Дли на корн	Длин а стебл

	сть	я	ля	сть	я	я	сть	я	ля	сть	я	я
Уча сто к 1	33 %	1 см	2 см	27 %	0,8 см	1,8 см	23 %	1,1 см	2,5 см	80 %	1,4 см	3 см
Уча сто к 2	30 %	1,2 см	2,5 см	20 %	1 см	1,8 см	27 %	1 см	2 см	82 %	1,3 см	2,5 см
Уча сто к 3	33 %	1,2 см	2,5 см	30 %	0,7 см	1,5 см	30 %	1 см	2 см	80 %	1,5 см	3 см

Приложение 4

Отбор смешанных проб с площадки осуществлялся с горизонтов 0—5 и 5—20 см согласно ГОСТ 17.4.4.02-84. Для выявления острой токсичности было проведено элюатное фитотестирование на семенах двух тест-культур: на кресс-салате (рекомендованное Минздравом и включенное в норматив СП 2.1.7.1386-03) и на горохе.

Фитотест водной вытяжки на семенах растений основан на способности семян адекватно реагировать на химическое воздействие путем изменения прорастания (тест-функция: длина корней). Порогом фитотоксичности является превышение длины корней в образце по сравнению с контролем (Е) более чем на 20 %:

$$E = [(X_c - X_s) / X_c] \cdot 100 \%,$$

где X_s и X_c — средние значения длины корней проростков в образце и контроле (дистиллированной воде).

Фитотест на семенах кресс-салата выявляет наличие острой токсичности в исследуемом образце по ингибированию длины корня через 3 сут. Уровень фитотоксичности (Т %) рассчитывается по отношению к контрольной пробе:

$$T = [(L_0 - L_x) / L_0] \cdot 100 \%,$$

где L_0 — средняя длина корешков проростков в контрольном опыте, L_x — средняя длина корешков проростков, выращенных на исследуемой среде. В методике контактного фитотестирования в качестве тест-культуры используется кресс-салат и определяются два тест-параметра (всхожесть и длина корня): N_1 — изменение всхожести семян испытываемой почвы по отношению к контрольной пробе (%); N_2 — изменение длины корня проростка испытываемой почвы по сравнению с контрольной пробой (%). С нашей точки зрения отсутствие оценочной шкалы токсичности в методиках по фитотестированию затрудняет использование их в мониторинговых исследованиях. В данной методике на измеряемых тест-параметрах разработана шкала степеней острой токсичности техногенно-загрязненных почв:

V — практически не токсичные ($0 < N1 \leq 20$; $0 < N2 \leq 20$);

IV — малотоксичные ($0 < N1 \leq 20$; $20 < N2 \leq 50$);

III — умеренно токсичные ($20 < N1 \leq 70$; $50 < N2 \leq 70$);

II — опасно токсичные ($70 < N1 < 100$; $70 < N2 < 100$);

I — высоко опасно токсичные ($N1 = N2 = 100$).

В качестве контроля используется почва (почвогрунт), не подвергавшаяся техногенному воздействию и имеющая сходные с исследуемым образцом гранулометрический состав и содержание гумуса. Срок экспозиции составляет 7 сут. Процедура биотестирования не трудоемка и проводится в чашках Петри

Таблица №6 Уровень фитотоксичности почв на кресс-салате

Объект исследования	N1, %	N2, %	Уровень токсичности
ООО «Аванпром»	14,6	20,3	Малотоксичный
Мебельная фабрика	26,6	40,7	Умеренно-токсичный
АТП	23,7	26,4	Умеренно-токсичный
Контроль	-	-	Отсутствует

Таблица №7 Уровень фитотоксичности почв на горохе

Объект исследования	N1, %	N2, %	Уровень токсичности
ООО «Аванпром»	18,5	16,5	Малотоксичный
Мебельная фабрика	33,3	41,5	Умеренно-токсичный
АТП	22,2	25	Умеренно-токсичный
Контроль	-	-	Отсутствует