

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ «ЛИЦЕЙ № 2 «ПРЕСТИЖ» С УГЛУБЛЕННЫМ ИЗУЧЕНИЕМ  
ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДМЕТОВ ГОРОДСКОГО ОКРУГА МАКЕЕВКА»  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ДОНЕЦКАЯ НАРОДНАЯ РЕСПУБЛИКА  
ГОРОД МАКЕЕВКА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ПОЧВЫ ВБЛИЗИ АВТОЗАПРАВОК ГОРОДА МАКЕЕВКИ

Работу выполнила:

Потлова Анна Андреевна,  
учащаяся 10 класса

Руководитель:

Юрьева Юлия Евгеньевна, учитель  
химии ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО  
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ «ЛИЦЕЙ № 2  
«ПРЕСТИЖ» С УГЛУБЛЕННЫМ  
ИЗУЧЕНИЕМ ОТДЕЛЬНЫХ  
ПРЕДМЕТОВ ГОРОДСКОГО  
ОКРУГА МАКЕЕВКА» ДОНЕЦКОЙ  
НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

Макеевка – 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

НАЗВАНИЕ РАЗДЕЛОВ	СТР
ВВЕДЕНИЕ	3
РАЗДЕЛ 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	5
1.1. Оценка развития городской инфраструктуры	5
1.2. Виды и основные источники нефтяных и нефтепродуктовых загрязнений	5
1.3. Нефтяное загрязнение, разложение нефтепродуктов	6
1.4. Состояние почвенного слоя	6
РАЗДЕЛ 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	9
2.1. Подготовительный этап экспериментального исследования	9
2.2. Методы исследования	9
2.2.1. Гравиметрический метод обнаружения нефтепродуктов в почве	9
2.2.2. Обнаружение нефтепродуктов в почве атомно-абсорбционной спектрометрией с пламенной атомизацией	10
2.2.3. Качественное определение кислотности почвы	10
2.1.4. Изучение загрязненности проб почвы с помощью тест-объекта	10
2.2.5. Качественное определение хлоридов	11
РАЗДЕЛ 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	13
3.1. Аппаратура, материалы и реактивы	13
3.2. Приготовление рабочих растворов	13
3.3. Результаты исследования	15
3.3.1. Результаты гравиметрического метода обнаружения нефтепродуктов в почве	15
3.3.2. Результаты обнаружения нефтепродуктов в почве атомно-абсорбционной спектрометрией с пламенной атомизацией	15
3.3.3. Результаты качественного определения кислотности почвы	16
3.3.4. Результаты загрязненности проб почвы с помощью тест-объекта	17
3.3.5. Результаты качественного определения хлоридов	17
ВЫВОДЫ	20
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	22

## ВВЕДЕНИЕ

В составе современного почвенного покрова Земли быстро увеличивается доля почв, в формировании которых ведущая роль принадлежит антропогенным факторам. Урбанизированные территории представляют особый уникальный тип природно-техногенных систем, в пределах которых сконцентрировано максимальное разнообразие видов воздействий человека на почву. В практике проведения разнообразных экологических исследований городских территорий многие проблемы «городского почвообразования» остаются недостаточно изученными, в том числе вопросы влияния загрязняющих веществ на экологические функции почв [1, 2, 3].

В связи с устойчивой тенденцией к росту автомобильного парка города Макеевка в настоящее время возросло количество автозаправочных станций (АЗС). Как правило, их размещение осуществляется без учета социально-экологических последствий, поэтому они наносят большой вред окружающей среде. Автозаправочные станции обычно строят рядом с автомобильными дорогами общего назначения, расположенными в городской черте.

**Актуальность исследования** почвенного покрова придорожных территорий определяется возрастающим интересом к вопросам экологического мониторинга почв городской среды в условиях их интенсивного загрязнения. В связи с изложенным большой научный и практический интерес представляет оценка химических и физических свойств почв придорожных территорий города Макеевка.

**Цель исследования** – оценка экологического воздействия автозаправочной станции на загрязнение почвы нефтепродуктами, химические и бактериологические свойства почвы.

### **Задачи исследования:**

- изучить литературные источники по данной проблеме;
- провести экспериментальное исследование по оценке состояния почв в районе расположения АЗС путем использования отобранных образцов почвы;
- выявить зависимость между содержанием нефтепродуктов, тяжелых металлов в почве и расстоянием от автозаправки;
- определить степень влияния исследуемых образцов почвы на тест-объекты;
- сравнить полученные данные и сделать выводы о воздействии автозаправочной станции на объекты окружающей среды (почву).

**Объектом исследования** - почвенный покров вблизи автозаправочных станций города Макеевка, представляющей собой локальный источник загрязнения.

АЗС загрязняют среду главным образом через атмосферу и сточные воды. Единовременные выбросы на почву при этом относительно невелики, но их постоянное действие создает вокруг значительный ареал устойчивого загрязнения.

**Предмет исследования** - химические и бактериологические свойства почвы.

**В качестве методов исследования были выбраны:** химические и физико-химические методы анализа, теоретический поиск (систематизация, сравнение), наблюдательный (прямое и косвенное наблюдение).

**Причина исследования** – загрязненность почв нефтепродуктами.

Одна из основных проблем состоит в том, что АЗС часто строят без соблюдения норм и необходимых технических условий. В этом состоит **практическая значимость** работы.

**Гипотеза исследования:** если строить АЗС с учетом необходимых нормативов и учитывать зависимость между содержанием нефтепродуктов, тяжелых металлов в почве и расстоянием от автозаправки, то негативных последствий влияния АЗС на экосистемы почвы станет меньше.

Мы обратили внимание, что на территориях АЗС города Макеевки мало луговых и полевых растений. Жителям домов, расположенных рядом с АЗС, неслышно пение птиц, которые предпочитают для обитания другие, менее загрязненные, места. Отбирая пробы почв на АЗС, мы заметили, что в ней почти отсутствуют почвенные обитатели (например, мы не встретили дождевых червей).

В литературе исследований по состоянию почво-грунтов в районе АЗС недостаточно. В почве возможно превращение нефти в более токсичные соединения, которые могут в ней адсорбироваться и накапливаться. Загрязненная почва может стать источником поступления токсикантов в организм человека по трофическим цепям: почва - растения - продукты питания, почва-грунтовые воды - человек, почва - атмосферный воздух - человек, что увеличивает риск возникновения экологически обусловленных заболеваний.

## РАЗДЕЛ 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

### 1.1. Оценка развития городской инфраструктуры

Особенностью развития городской инфраструктуры города является высокая плотность жилищных, гражданских и иных сооружений, в том числе и автозаправочных станций (АЗС). Изменение границ городской среды приводит к поглощению АЗС жилищной зоной города [1], создавая специфическую экологическую среду, включающую формируемые почво-грунты и зеленые насаждения [2]. Подобным почво-грунтам присуще все многообразие физических, химических и биологических процессов в условиях углеводородного давления [3, 4]. Проливы и утечки нефтепродуктов в процессе эксплуатации АЗС являются значительным фактором загрязнения воздуха, почвы, водоемов и составляют в общей эмиссии загрязнения определенную долю: проливы при заправке автотранспорта – 30%; проливы при сливе нефтепродуктов из автоцистерн – 25%; проливы и утечки нефтепродуктов при обслуживании и ремонте технологического оборудования – 20%; утечки нефтепродуктов из-за неисправности оборудования – 15%; другие источники – 10%. [5]. На современных АЗС, имеющих герметичное оборудование, вероятность подземных утечек топлива минимизирована, однако количество проливов у топливораздаточных колонок и на площадке слива топлива остается высоким (до 100 г на 1 т бензина и 50 г на 1 т дизельного топлива)

Существенным образом модифицируется почвенная микробиота. С одной стороны, нефтяное загрязнение стимулирует рост определенных видов (азотфиксирующие, аммонифицирующие, денитрифицирующие, углеводородо-окисляющие, гетеротрофы, спорообразующие бактерии, грибы, дрожжи), с другой – ингибирует (нитрифицирующие, целлюлозоразлагающие, актиномицеты) [7-11]

### 1.2. Виды и основные источники нефтяных и нефтепродуктовых загрязнений

Один из наиболее распространенных техногенных видов загрязнений воды, вследствие которого её нельзя не только пить, но и зачастую применять для промышленных нужд – это примеси различных нефтепродуктов.

Растворимость нефти в воде незначительна, плотность меньше воды, накопление её происходит, в основном, на поверхности водоёма. В зависимости от толщины нефтяной плёнки, влияние её на обитателей биогеоценоза, различно. Животные, птицы, рыбы и другие обитатели водоёма могут отравиться, если поглотят нефть, умереть от удушья, голода и холода. Нефтяная плёнка препятствует процессу фотосинтеза, изменяются цепи питания и жизнь всех организмов.

Среди достаточно обширного списка всевозможных видов загрязнений в отдельную группу специалисты выделяют неидентифицированные нефтяные углеводороды.

В неё входят:

- мазутные примеси;

- керосиновые загрязнения;
- бензиновые загрязнения;
- примеси различных нефтяных масел.

Все перечисленные выше соединения высокотоксичны, из-за чего крайне опасны для экологического состояния окружающей среды. Эти нефтяные примеси заносятся в почву вместе со стоками, а уже из неё распространяются по природным и искусственным водоемам, на которых и установлены водозаборы, снабжающие гражданские и промышленные объекты.

Признаками наличия нефтепродуктов в воде является радужная пленка на поверхности воды, а также масляное пятно на фильтровальной бумаге после высухания нанесенной пробы воды.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) нефти в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения 0,05 мг/л, хозяйственно-питьевого-0,1 мг/л.

### **1.3. Нефтяное загрязнение, разложение нефтепродуктов**

Нефтяное загрязнение вызывает снижение водопроницаемости, увеличение соотношения между углеродом и азотом (за счет углерода нефти), что приводит к ухудшению азотного режима почв, нарушает корневое питание растений.

Сообщество микроорганизмов почвы принимает неустойчивый характер. По мере разложения нефтепродуктов в почве общее количество микроорганизмов приближается к фоновым загрязнениям.

Некоторые тяжелые металлы, а именно: Pb, Cr, оказывают токсичное влияние на растения.

Свинец (Pb) при концентрации в почве более 30 мг/кг вызывает ингибирование дыхания и подавление процесса фотосинтеза, иногда увеличение содержания кадмия и снижение поступления цинка, кальция, фосфора, серы, снижение урожайности, ухудшение качества растениеводческой продукции. Внешние симптомы- появление темно-зеленых листьев, скручивание старых листьев, чахлая листва.

Хром (Cr) при концентрации в почве выше 6 мг/кг вызывает ухудшение роста и развития растений, увядание надземной части, повреждение корневой системы, хлороз молодых листьев, резкое снижение содержания в растениях большинства незаменимых макро- и микроэлементов (К, P, Fe, Mn, Cu, B).

Таким образом, под влиянием загрязнения почв тяжелыми металлами и нефтепродуктами происходят изменения в комплексе почвенных микроорганизмов.

### **1.4. Состояние почвенного слоя**

Взаимодействие на территории Донецкой области умеренно засушливого климата, материнских лёссовых пород, равнинного рельефа, степной, лесостепной и пойменной растительности способствовало формированию разных типов почв. В области насчитывается 60 типов почв. Обычные черноземы занимают 92 % территории, дерновые – 4 %, луговые, болотные и выходы пород – по 1 %, засоленные и подзолистые – по 0,5 %.

Большую часть Донецкой области занимают обыкновенные черноземы. Они очень плодородны, хорошо насыщены азотом и калием. Мощность гумусового горизонта обыкновенных черноземов составляет 70 см, содержание гумуса – 4-6 %. Плодородность черноземов 65–100 баллов, (по 100-балльной шкале).

Но химическому составу различные подтипы черноземов значительно отличаются друг от друга. В азиатской части общий запас гумуса в них меньше. Содержание в черноземах  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $MgO$  и  $P_2O_5$  изменяется по горизонтам незначительно.

В черноземе гумус представлен главным образом гуминовыми веществами. Формируясь в условиях нейтральной или близкой к ней реакции, он плохо растворяется в воде, что способствует его накоплению в почве. В гумусе черноземов содержится около 5% азота.

Поглощающий комплекс черноземных почв насыщен  $Ca$  и  $Mg$ . Насыщенность их достигает 90—95%. Большое содержание гумуса повышает емкость поглощения, которая у разных подтипов черноземов варьирует от 30 до 60 м.-экв. на 100 г почвы.

Самую большую емкость имеют типичные черноземы. В состав поглощающего комплекса черноземов входит преимущественно кальций и магний.

Макеевка расположена в лесной и лесостепной зоне. Типичной естественной почвой здесь является чернозем, характеризующийся:

- низким содержанием органического вещества (1-2%);
- pH (6,0-7,0);
- высоким содержанием обменных (подвижных) форм кальция и магния:  $Ca^{2+}$  (20-60 мг-экв/100 г почвы) и  $Mg^{2+}$  (15-20 мг-экв/100 г);
- высокой ёмкостью поглощения (30-60 мг-экв/100 г почвы).

В естественных почвах практически отсутствуют ионы хлора, серы и нитраты.

Антропогенная трансформация городских почв в г.Макеевка вызвана интенсивным промышленным производством, которое сопровождается оседанием вредных веществ на грунт. Поэтому физико-механические, химические и агрохимические свойства городских почв существенно отличаются от естественных зональных почв региона.

## **ВЫВОДЫ К РАЗДЕЛУ 1**

1. Нефтепродукты являются многокомпонентным, кумулятивным, глобальным, региональным и локальным загрязнителем окружающей среды.
2. Несмотря на систематические исследования нефтезагрязнения окружающей среды многими учеными (В.М. Гольдберг, В. А. Королев и др.) изучение особенностей изменения физико-механических свойств грунтов под воздействием нефтепродуктов практически не проводилось.
3. На территории г. Макеевка функционирует 21 автозаправочная станция (АЗС). Поэтому комплексное изучение нефтезагрязненных грунтов (на примере г. Макеевка) является весьма актуальным.

## РАЗДЕЛ 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Подготовительный этап экспериментального исследования

Исследуемые образцы почвы:

№ 1- проспект 250-летия Донбасса, 1к;

№ 2 – ул. 50 лет Образования СССР, 8;

№3 – проспект Ленина, 139.

Для исследования нами были отобраны образцы почвы вблизи АЗС: по ул. 50 лет Образования СССР, 8 - АЗС DP Group; проспект 250-летия Донбасса, 1к - Параллель; проспект Ленина, 139 - АЗС AutoStop; на разных расстояниях.

Первый образец – на расстоянии 5 метров.

Второй образец – 15 метров от АЗС.

Период времени, в который проводились исследования, с 01 октября по 31 октября 2017 года.

### 2.2. Методы исследования

Нами были использованы следующие методы исследования:

- эксперимент;
- наблюдение;
- сравнительный анализ полученных данных.

Для выполнения исследования нами были использованы следующие химические методы:

- гравиметрический;
- атомно-абсорбционная спектрометрия с пламенной атомизацией.

#### 2.2.1. Гравиметрический метод обнаружения нефтепродуктов в почве

Сущность метода. Основан на законе сохранения массы веществ и постоянства состава. Гравиметрический (весовой) анализ, или гравиметрия - это один из методов количественного анализа, основанный на определении массы искомого компонента анализируемого образца путем измерения —точного взвешивания —массы устойчивого конечного вещества известного состава, в которое полностью переведен данный определяемый компонент. Гравиметрический метод анализа подразделяется на три основных группы: отгонку, выделение, осаждение.

Ход работы:

Гравиметрический метод обнаружения НП в почве состоит из следующих этапов:

1. Извлечение НП из проб почвы путем их экстракции хлороформом.
2. Очистка экстракта колоночной хроматографией на оксиде алюминия после замены растворителя на гексан.
3. Определение массовой доли НП в пробе почвы взвешиванием после упаривания растворителя.

### **2.2.2. Обнаружение нефтепродуктов в почве атомно-абсорбционной спектрометрией с пламенной атомизацией**

Сущность метода. Атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС) с пламенной атомизацией — распространённый в аналитической химии инструментальный метод количественного элементного анализа (современные методики атомно-абсорбционного определения позволяют определить содержание почти 70 элементов Периодической системы) по атомным спектрам поглощения (абсорбции) для определения содержания металлов в растворах их солей: в природных и сточных водах, в растворах-минерализатах, технологических и прочих растворах.

Прибором для ААС служит атомно-абсорбционный спектрометр, основными элементами которого являются источник света, атомизатор, спектральный прибор и электронная система. Определение содержания элемента в пробе проводят с использованием экспериментально установленной функциональной зависимости между аналитическим сигналом и концентрацией элемента в градуировочном растворе.

Ход работы:

Для обнаружения нефтепродуктов в почве атомно-абсорбционной спектрометрией с пламенной атомизацией

1. Были отобраны 4 пробы почв массой 10 г.
2. К пробам добавляли 50 куб. см. 1М HCl.
3. Взбалтывали суспензии на ротаторе в течение 1 ч.
4. Вытяжку фильтровали через фильтр «белая лента». В фильтрате определяли тяжелые металлы на атомно-абсорбционном спектрофотометре в пламени ацетилен-воздух.

### **2.2.3. Качественное определение кислотности почвы**

Качественное определение кислотности почвы проводили при помощи универсального индикатора.

Универсальный индикатор применяется или в виде раствора, каплю которого смешивают на капельной пластинке с 1 - 3 каплями исследуемого раствора, или же в виде индикаторной бумаги. Практически рН определяется так: на полоску индикаторной бумаги наносят каплю исследуемого раствора. Полученную окраску индикаторной бумаги сравнивают с окраской шкалы и по шкале определяют рН с точностью до единицы.

### **2.2.4. Изучение загрязненности проб почвы с помощью тест-объекта**

Чтобы выяснить, насколько вредным для растений может быть почва вблизи АЗС, в качестве тестового объекта были выбраны прорастающие семена кресс-салата. Семена кресс-салата хорошо подходят для экспериментов: они прорастают быстро и почти одновременно, поэтому можно поставить сразу несколько опытов и сравнивать их результаты. В образцы исследуемой почвы высевали семена кресс-салата и производили измерения проростков.

В зависимости от всхожести семян образцам присваивали один из четырех уровней загрязнения:

- 1) Загрязнение отсутствует. Всхожесть семян достигает 90- 100 %, всходы дружные, проростки крепкие, ровные. Эти признаки характерны для контроля, с которым следует сравнивать опытные образцы.
- 2) Слабое загрязнение. Всхожесть 60- 90 %. Проростки нормальной длины, крепкие, ровные.
- 3) Среднее загрязнение. Всхожесть 20- 60 %. Проростки по сравнению с контролем короче и тоньше. Некоторые имеют деформации.
- 4) Сильное загрязнение. Всхожесть очень слабая (меньше 20 %). Проростки мелкие и уродливые.

### **2.2.5. Качественное определение хлоридов**

Качественное определение хлоридов основывается на документе ГОСТ 26425-85 Почвы. Метод определения ионов хлорида в водной вытяжке и состоит из двух этапов:

- 1) Подготовка водной вытяжки почвы. Для этого поместили 25 г почвы в коническую колбу, добавили 50 мл дистиллированной воды. Взболтали содержимое колбы, дали отстояться в течение 5-10 мин. Еще раз взболтали и после отстаивания профильтровали.
- 2) Отлили в пробирку 5 мл почвенной вытяжки, добавили несколько капель 10%-й азотной кислоты. По каплям добавляли раствор нитрата серебра. Если хлориды присутствуют, то образуется белый хлопьевидный осадок хлорида серебра. Если признаком реакции при анализе образца будет хорошо различимый белый творожистый или хлопьевидный осадок, то данный образец содержит десятые доли процента хлорид - ионов. Если раствор только мутнеет, т. е. теряет прозрачность, то в почве содержатся сотые и тысячные доли процента хлорид-ионов.

## **ВЫВОДЫ К РАЗДЕЛУ 2**

Выбранные методы экспериментального исследования позволяют провести экспериментальное исследование по оценке состояния почв в районе расположения АЗС путем использования отобранных образцов почвы; выявить зависимость между содержанием нефтепродуктов, тяжелых металлов в почве и расстоянием от автозаправки; определить степень влияния исследуемых образцов почвы на тест-объекты; сравнить полученные данные и сделать выводы о воздействии автозаправочной станции на объекты окружающей среды (почву).

В качестве объектов исследования были выбраны 3 улицы общегородского значения г. Макеевка (имеется 2 полосы движения, с шириной полосы 3,7м и интенсивностью транспортного потока 500-700 автомобилей в час со средней скоростью 80 км/ч). Территория отбора проб располагалась на расстоянии 5 и 15 метров от дорожного покрытия. Почвенные образцы отбирались с участков, не покрытых газоном.

## РАЗДЕЛ 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### 3.1. Аппаратура, материалы и реактивы

Приборы и оборудование:

- стеклянная воронка диаметром 80-100 мм;
- конические колбы объемом 300-400 мл;
- пластиковые цилиндры;
- обычные пробирки из белого прозрачного стекла- 5 шт.;
- фарфоровая ступка с пестиком;
- одноразовые тарелки;
- фильтровальная бумага;
- секундомер.

Реактивы:

- универсальный индикатор;
- вода дистиллированная.
- раствор  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{HNO}_3$

### 3.2. Приготовление рабочих растворов

#### 1. Обнаружение нефтепродуктов в почве методом гравиметрии

Гравиметрический метод обнаружения НП в почве состоял из следующих этапов:

1. Извлекли НП из проб почвы путем их экстракции хлороформом.
2. Очистили экстракт колоночной хроматографией на оксиде алюминия после замены растворителя на гексан.
3. Определили массовую доли НП в пробе почвы взвешиванием после упаривания растворителя.

Отбор проб почвы (далее - пробы) проводили по ГОСТ 17.4.3.01 и [3], [4] с учетом требований ГОСТ 17.0.0.02, ГОСТ 17.4.2.03, ГОСТ 17.4.3.02.

Массовую долю НП в навеске  $X$ , мг/кг, вычисляли по формуле:

$$X_{\text{пр}} = \left( \frac{M_2 - M_1}{P} \right) * 10^6 \quad (3.1)$$

где:

$M_2$  - масса 2-ого стакана с остатком после удаления гексана, г;

$M_1$  - исходная масса 2-ого стакана, г;

$P$  - навеска, г.

Вычислили среднее арифметическое  $X$  из результатов параллельных определений массовой доли НП в навесках одной пробы почвы.

Результат измерений  $C_x$ , мг/кг, представляли по форме:

$$C_x = \bar{X} \quad (3.2)$$

где:

—

X - среднее арифметическое массовых долей НП в пробе почвы, рассчитанных по формуле (3.1), мг/кг.

## 2. Обнаружение нефтепродуктов в почве атомно-абсорбционной спектроскопией с пламенной атомизацией

Для обнаружения нефтепродуктов в почве атомно-абсорбционной спектроскопией с пламенной атомизацией выполнили следующие действия:

1. Отобрали 4 пробы почв массой 10 г.
2. К пробам добавили 50 куб. см. 1М HCl.
3. Взболтали суспензии на ротаторе в течение 1 ч.
4. Вытяжку отфильтровали через фильтр «белая лента».
5. В фильтрате определили тяжелые металлы на атомно-абсорбционном спектрофотометре в пламени ацетилен-воздух.

## 3. Качественное определение кислотности почвы

Степень кислотности или щелочности почв оказывает большое влияние на развитие корней и поступление питательных веществ в растение.

Ход работы:

1. Образец грунта тщательно растерли в фарфоровой ступке.
2. Взвесили 25 г подготовленной почвы.
3. Перенесли взвешенную почву в колбу объемом 200 мл.
4. Налили в колбу 50 мл дистиллированной воды.
5. Содержимое колбы тщательно взболтали и дали постоять 10 минут.
6. Профильтровали раствор в колбу объемом 100 мл.
7. Определили pH раствора с помощью универсального индикатора.

## 4. Изучение загрязненности проб почвы с помощью тест-объекта.

Ход работы:

1. В емкости поместили образцы почвы.
2. В каждую емкость выселили 100 семян кресс-салата.
3. Измерения проростков производятся через каждые 2 дня.

В зависимости от всхожести семян образцам присваивают один из четырех уровней загрязнения.

В качестве тестового объекта использовали семена кресс-салата. Семена проращивали в пластиковых чашках. На дно первого комплекта чашек укладывали отобранные образцы почвы, а на дно второго комплекта чашек укладывали два слоя нетканого материала и обильно смачивали его талой водой, собранной с образцов исследуемой почвы. В каждую чашку помещали по 30 семян. Чашки с семенами ставили в тёплое тёмное место. Количество проросших семян подсчитывали на 4-й день после посева.

Отношение проросших семян к общему числу семян называется всхожестью. Всхожесть считают в процентах (%) по формуле:

$$\text{Всхожесть} = \frac{\text{Число проросших семян} \times 100\%}{\text{Общее число семян}} \quad (3.1)$$

Опыт с каждым образцом почвы был повторен 1 раз. В качестве контроля использовали отстоянную водопроводную воду и почву из домашнего палисадника. Данные наблюдений во всех опытных чашках сравнивали с контролем и между собой.

### 5. Качественное определение хлоридов

Ход работы:

1. В пробирку налить 5 мл фильтрата водной вытяжки
2. Добавить 5 капель раствора  $\text{HNO}_3$  ( $w=0.1$ )
3. Каплями добавить раствор  $\text{AgNO}_3$  (0.1 н.)
4. Наблюдать изменения, происходящие в растворе.

### 3.3. Результаты исследования

#### 3.3.1. Результаты гравиметрического метода обнаружения нефтепродуктов в почве

Результаты исследования представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

№ исследуемого образца почвы на расстоянии 5 метров от АЗС	Массовая доля НП в навеске, мг/кг	Показатель превышения ПДК	№ исследуемого образца почвы на расстоянии 15 метров от АЗС	Массовая доля НП в навеске, мг/кг	Показатель превышения ПДК
№1	624,5	12,5 раз	№1	45,25	8 раз
№2	745,2	15 раз	№2	51,28	9,5 раз
№3	897,25	18 раз	№3	59,126	11 раз

Результаты гравиметрического метода обнаружения нефтепродуктов в почве позволяют сформулировать вывод о том, что во всех исследуемых образцах показатели качества почв вблизи АЗС не соответствуют оптимальному уровню экологической ситуации. Наибольшее превышение ПДК нефтепродуктов в почве наблюдается вблизи АЗС по улице Ленина.

#### 3.3.2. Результаты обнаружения нефтепродуктов в почве атомно-абсорбционной спектрометрией с пламенной атомизацией

1. Были отобраны 4 пробы почв массой 10 г.
2. К пробам добавляли 50 куб. см. 1М  $\text{HCl}$ .
3. Взбалтывали суспензии на ротаторе в течение 1 ч.

4. Вытяжку фильтровали через фильтр «белая лента». В фильтрате определяли тяжелые металлы на атомно-абсорбционном спектрофотометре в пламени ацетилен-воздух.

Результаты исследования представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.2.

№ исследуемого образца почвы на расстоянии 5 метров от АЗС	Масса отобранной пробы почвы, г	Концентрация тяжелых металлов в образце проб почвы, мг/кг Pb/ Cr	№ исследуемого образца почвы на расстоянии 15 метров от АЗС	Масса отобранной пробы почвы, г	Концентрация тяжелых металлов в образце проб почвы, мг/кг Pb/ Cr
№1	10	28,32569/ 5, 14867	№1	10	15,26457 / 4,98453
№2	10	35,18421/ 8, 29742	№2	10	17,84521 / 5,21269
№3	10	42,21859/ 12,77159	№3	10	21,98635 / 7,39323

Результаты обнаружения нефтепродуктов в почве атомно-абсорбционной спектрометрией с пламенной атомизацией позволяют утверждать, что зависимость между содержанием НП и тяжелых металлов в почве и расстоянием от автозаправки прямопропорциональное: чем дальше расстояние от автозаправки, тем меньше распространены НП и тяжелые металлы Pb и Cr, тем больше.

### 3.3.3. Результаты качественного определения кислотности почвы

Результаты качественного определения кислотности почвы занесены в таблицу 3.1.

Таблица 3.3.

№ образца грунта	Масса подготовленной почвы, г	Объем дистиллированной воды, мл	Время отстаивания, мин	Значение рН раствора
№1	25	200	10	6
№2	25	200	10	5
№3	25	200	10	4,7

Анализ растворов проб почвы с помощью универсального индикатора показал, что среднее значение рН=5. Показатель рН ниже 7, значит реакция кислая. Следовательно, почва является слабокислой.

Для многих овощных и садовых культур оптимальной является почва нейтральной или слабокислой реакции (рН 6-7). Учитывая факт, что растения могут существовать только в диапазоне рН не ниже 4 и не выше 9, можно утверждать, что почвы вблизи АЗС имеют критическое состояние. Зеленая зона города вблизи АЗС подвергается активному загрязнению нефтепродуктами.

### 3.3.4. Результаты изучения загрязненности проб почвы с помощью тест-объекта

Данные о всхожести семян кресс-салата приведены в таблице 3.4. Можно видеть, что незначительное снижение всхожести наблюдается уже в образце №1. В образце №2 снижение всхожести становится более заметным, а в образце №3 семена полностью теряют всхожесть.

Таблица 3.4.

Влияние нефтепродуктов на всхожесть семян кресс-салата

Показатель	Номер образца		
	№1	№2	№3
Кол-во высеянных семян кресс-салата	100	100	100
Кол-во проросших семян кресс-салата в пробе вытяжки почвы	76	48	40
Всхожесть в пробе почвы, %	76	48	40

Исходя из полученных результатов можно утверждать, что наличие нефтепродуктов в почве отрицательно влияют на объект биотестирования, так как у всех исследуемых образцов процент прорастания ниже контрольного образца.

Растения, которые проросли в почве, загрязненной нефтепродуктами, заметно отставали в росте и развитии.

### 3.3.5. Результаты качественного определения хлоридов

Результаты качественного определения хлоридов приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5.

№ образца грунта	Объем фильтрата водной вытяжки, мл	Объем раствора HNO <sub>3</sub> (w=0.1)	Объем раствора AgNO <sub>3</sub> (0.1 н.), мл	Время отстаивания, мин	Изменения, происходящие в растворе
№1	5	5 капель	5 капель	10	Осадок не выпадает, но раствор мутнеет
№2	5	5 капель	5 капель	10	Выпадение белых хлопьев
№3	5	5 капель	5 капель	10	Выпадение белых хлопьев

Семена растений содержат очень мало воды, всего 5–10% от веса. Чтобы семена начали прорасть, содержание воды в клетках должно увеличиться. Если в почве слишком много соли, вода не поступает в клетки. Таким образом, семена не проросли в полном объеме от того, что фильтрат водной вытяжки почвы был слишком солёный для них, и клетки не получили достаточно влаги.

### **ВЫВОДЫ К РАЗДЕЛУ 3**

Рассмотрено влияние АЗС на химические и физические свойства почв придорожных территорий г. Макеевка.

Для экологической оценки почвенного покрова определяли рН почвы, содержание хлорид-ионов; содержание нефтепродуктов в почве атомно-абсорбционной спектрометрией с пламенной атомизацией и гравиметрическим методом по стандартным методикам.

Выявлено, что в большинстве случаев показатели качества почв не соответствуют оптимальному уровню экологической ситуации.

Обнаружено превышение кислотообразующих соединений и, как следствие, снижение рН почвенного покрова до 4,7.

Исследование фитотоксичности почвенного покрова придорожных территорий показало, что наибольший фитотоксический эффект обнаруживается у образцов, отобранных на проспекте Ленина. Так же четко прослеживается зависимость фитотоксического эффекта от расположения точек отбора проб относительно дорожного покрытия. В качестве индикаторной тест-культуры использовали кресс-салат. Фитотоксичность определяли по всхожести семян. Слабая степень фитотоксичности наблюдается на расстоянии 15 м от дорожного покрытия проспекта 250-летия Донбасса, улицы 50 лет Образования СССР. Высокая степень фитотоксичности была выявлена лишь на одном участке, расположенном на расстоянии 15 м от проспекта Ленина.

Среди кислотообразующих загрязняющих веществ приоритетной примесью в пробах являются хлорид-ионы. Показатель химического загрязнения варьирует в пределах, определяя экологическую обстановку от оптимальной экологической ситуации (проспект 250-летия Донбасса,) до экологически опасной (проспекта Ленина, улица 50 лет Образования СССР).

## ВЫВОДЫ

На основании проделанной работы можно констатировать, что проблема загрязнения почв нефтепродуктами в районе АЗС в г. Макеевка существует. Нефтепродукты являются многокомпонентным, кумулятивным, глобальным, региональным и локальным загрязнителем окружающей среды.

Выполненные исследования позволили получить следующие результаты:

1. Изучены литературные источники по данной проблеме.
2. Экспериментально проведена оценка экологического воздействия автозаправочной станции на загрязнение почвы нефтепродуктами, химические и бактериологические свойства почвы.
3. Установлено, на территории города Макеевка на участках эксплуатации сооружений, использующих нефтепродукты (НП), грунты содержат нефтепродукты преимущественно значительно выше фонового. Изменчивость содержания нефтепродуктов в грунтах на различных расстояниях закономерна.
4. Во всех исследуемых образцах показатели качества почв вблизи АЗС не соответствуют оптимальному уровню экологической ситуации. Наибольшее превышение ПДК нефтепродуктов в почве наблюдается вблизи АЗС по улице Ленина.
5. Выявили зависимость между содержанием НП и тяжелых металлов в почве и расстоянием от автозаправки: чем дальше расстояние от автозаправки, тем меньше распространены НП и тяжелые металлы Pb и Cr.
6. Расположение объектов АЗС не соответствует нормативным требованиям. Нахождение объектов питания, детских учреждений, домов частного сектора вблизи территорий АЗС недопустимо. На АЗС почва неблагоприятная для развития растений, т.к. имеет сильно кислотную среду и низкую активность роста тест-объекта.
7. Эксперимент с использованием тест-объекта показал, что пробы, взятые на улице Ленина и улице 50 лет Образования СССР имеют среднее загрязнение, а пробы почвы, взятые на проспекте 250-летия Донбасса - слабое загрязнение.
8. Исследование фитотоксичности почвенного покрова придорожных территорий показало, что наибольший фитотоксический эффект обнаруживается у образцов, отобранных на проспекте Ленина. Так же четко прослеживается зависимость фитотоксического эффекта от расположения точек отбора проб относительно дорожного покрытия.
9. Наличие нефтепродуктов в почве отрицательно влияют на объект биотестирования, так как у всех исследуемых образцов процент прорастания ниже контрольного образца. Растения, которые проросли в почве, загрязненной нефтепродуктами, заметно отставали в росте и развитии.

10. Среди кислотообразующих загрязняющих веществ приоритетной примесью в пробах являются хлорид-ионы. Показатель химического загрязнения варьирует в пределах, определяя экологическую обстановку от оптимальной экологической ситуации (проспект 250-летия Донбасса,) до экологически опасной (проспекта Ленина, улица 50 лет Образования СССР).

Проведенные исследования позволяют сделать заключение о неблагоприятной экологической обстановке придорожных территорий улиц общегородского значения. Наиболее неблагоприятная обстановка наблюдается в районе улицы Ленина.

Учитывая приведенные данные, можно сделать вывод о необходимости применения биологических методов восстановления загрязненной почвы. Необходимо использовать природные организмы биодеструкторы для ускорения биodeградации нефтепродуктов.

На основании этого мы предлагаем перенести автозаправки туда, где есть места, неиспользуемые человеком и (или) заменить топливо на более экологически безопасный энергетический ресурс. Только таким образом у нас есть возможность ограничить поступление НП, Pb, Cr в почву.

Гипотеза исследования, что если строить АЗС с учетом необходимых нормативов и учитывать зависимость между содержанием нефтепродуктов, тяжелых металлов в почве и расстоянием от автозаправки, то негативных последствий влияния АЗС на экосистемы почвы станет меньше, подтверждена

Использование полученных результатов возможно при планировании мероприятий по охране окружающей среды и рациональном природопользовании.

Работа может иметь продолжение.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 17.4.3.06-86. Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ.
2. ГОСТ Р 58404-2019. Станции автомобильные заправочные. Общие требования.
3. Григорьева, И.Ю. Экологический мониторинг почв / И.Ю. Григорьева, В.В. Снакин. – М.: Academia, 2016. – 336 с.
4. Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами: экологические аспекты / под ред. Ю.И. Пиковского. – М.: ГЕОС, 2018. – 267 с.
5. Иванов, Р.В. Закономерности пространственного распределения нефтепродуктов в почвах вокруг объектов хранения ГСМ / Р.В. Иванов, Е.Л. Семенова // Вестник экологии, почвоведения и мелиорации. – 2021. – Т. 22, № 4. – С. 78–89.
6. Кузнецова, О.М. Комплексная оценка химического и микробиологического состояния почв в зоне влияния АЗС / О.М. Кузнецова // Прикладная экология и природопользование. – 2023. – № 1(15). – С. 23–30.
7. Методы оценки загрязнения почв тяжелыми металлами и нефтепродуктами: учебное пособие / сост. А.П. Щербаков. – Воронеж: ВГУ, 2020. – 112 с.
8. Об охране окружающей среды: Федеральный закон Российской Федерации от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 24.04.2024).
9. Орлов, Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, И.Н. Лозановская. – М.: Высшая школа, 2009. – 334 с.
10. Петрова, Т.А. Влияние автозаправочных станций на состояние почв урбанизированных территорий / Т.А. Петрова, С.И. Ковалев // Экология урбанизированных территорий. – 2022. – № 3. – С. 45–52.
11. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" (раздел Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве).
12. Сидоров, А.В. Биотестирование как метод диагностики токсичности нефтезагрязнённых почв / А.В. Сидоров, М.П. Фёдорова // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – № 2. – С. 104–110.