

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Навчально-науковий інститут екології  
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

бакалавра

на тему

### **ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЇ, ЩО ЗАБРУДНЕНА РІДКИМИ ВУГЛЕВОДНЯМИ**

**(на прикладі м. Чугуїв)**

Виконав: студент 4 курсу, групи ДЕ-42  
спеціальності : 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Автор \_\_\_\_\_ / Владислав КЛИМЕНКО  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ / проф. Олексій КРАЙНЮКОВ  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

*«До захисту допущено»*

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ / проф. Алла НЕКОС  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ / Марина ЩОКІНА  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Секретар ЕК \_\_\_\_\_ / Світлана БУРЧЕНКО  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Харків – 2023 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут екології  
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти  
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр  
Спеціальність 101 Екологія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

\_\_\_\_\_ / проф. Алла НЕКОС  
підпис ім'я та прізвище

« 8 » травня 2022 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)**

\_\_\_\_\_ Владиславу КЛИМЕНКОВІ

(прізвище, ім'я)

1. Тема роботи Оцінка екологічного стану території, що забруднена рідкими вуглеводнями (на прикладі м. Чугуїв)

керівник роботи Олексій КРАЙНЮКОВ, д-р геогр. наук, проф.  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « 3 » квітня 2023 року № 4301-5/646

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_ 1 травня 2023 р. \_\_\_\_\_

3. Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Визначення місцезнаходження джерел забруднення природного середовища нафтопродуктами.

2. Картування забруднених нафтопродуктами ділянок ґрунтів та ґрунтових вод.
3. Вивчення шляхів міграції втрачених нафтопродуктів у навколишньому середовищі.
4. Визначення основних напрямків проведення заходів по локалізації осередків забруднення та реабілітації забруднених ділянок, розробка рекомендацій по проведенню досліджень для їх проектування.

#### 4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Огляд літературних джерел
2	Пошук та обґрунтування методів виявлення забруднення
3	Обробка та аналіз результатів досліджень
4	Формування загальних висновків кваліфікаційної роботи.
5	Оформлення списку літературних джерел

5. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 08 травня 2022 р.

**Студент**

\_\_\_\_\_

підпис

Владислав КЛІМЕНКО

ім'я, прізвище

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_

підпис

проф. Олексій КРАЙНЮКОВ

посада, ім'я, прізвище

АНОТАЦІЯ

**ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЇ, ЩО ЗАБРУДНЕНА  
РІДКИМИ ВУГЛЕВОДНЯМИ**

(на прикладі м. Чугуїв)

Владислав КЛИМЕНКО.

Кваліфікаційна робота «Оцінка екологічного стану території, що забруднена рідкими вуглеводнями (на прикладі м. Чугуїв)» містить 40 сторінок, 3 розділи, 2 таблиці, 11 рисунків, 8 використаних джерела.

*Мета роботи:* дослідити джерела забруднення рідкими вуглеводнями міста Чугуїв.

*Об'єкт дослідження:* Підземні води та ґрунти

*Предмет дослідження.* Якість ґрунтів та підземних вод у місті Чугуїв

*Актуальність дослідження.* Завдяки присутності ароматичних і поліциклічних вуглеводнів та інших сполук нафтопродуктів, ґрунти стають токсичними для біоти. Це впливає на їхню здатність до самовідновлення через біологічний розклад нафти та нафтопродуктів. Ґрунт є живим середовищем, населеним великою кількістю різноманітних організмів.

*Завдання:* провести аналіз зібраних даних та провести тест на фітотоксичність. Визначити вміст вуглеводнів у ґрунті та підземних водах.

*Методи.* Статистичні, польові, лабораторні та аналітичні.

*Результати.* Були проаналізовані дані з пунктів відбору біля аеродрому в місті Чугуїв (Харківська область), та визначено фітотоксичність за допомогою насіння *Raphanus sativus*. було встановлено перевищення вмісту нафтопродуктів на території відбору зразків

РІДКІ ВУГЛЕВОДИ, НАФТОПРОДУКТИ, ҐРУНТ, ПІДЗЕМНІ ВОДИ

ANNOTATION  
ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE TERRITORY  
CONTAMINATED WITH LIQUID HYDROCARBONS

(on the example of Chuhuiv city)

Vladyslav KLYMENKO.

The qualification work "Assessment of the ecological state of the territory contaminated with liquid hydrocarbons (on the example of Chuhuiv)" contains 40 pages, 3 sections, 2 tables, 11 figures, 8 references.

*Purpose of the work:* to study the sources of liquid hydrocarbon pollution in the city of Chuhuiv.

*Object of study.* Groundwater and soils

*Subject of research.* Soil and groundwater quality in the city of Chuhuiv

*Relevance of the study:* Due to the presence of aromatic and polycyclic hydrocarbons and other compounds of petroleum products, soils become toxic to biota. This affects their ability to regenerate themselves through the biodegradation of oil and oil products. Soil is a living environment inhabited by a large number of different organisms.

*Objectives.* Analyze the collected data and conduct a phytotoxicity test. Determine the hydrocarbon content in soil and groundwater.

*Methods.* Statistical, field, laboratory and analytical.

*Results.* Data from sampling points near the airfield in Chuhuiv (Kharkiv region) were analyzed and phytotoxicity was determined using *Raphanus sativus* seeds.

LIQUID CARBOHYDRATES, OIL PRODUCTS, SOIL, GROUNDWATER

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ПРОБЛЕМ ЗАБРУДНЕННЯ РІДКИМИ ВУГЛЕВОДНЯМИ.....	9
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ОЦІНКИ, ЗАСОБИ, ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБРУДНЕНОЇ ТЕРИТОРІЇ.....	14
2.1. Метод біотестування.....	17
2.2. Метод фітотоксичності ґрунту.....	18
2.3. Метод ІЧ-спектрофотометрія.....	19
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВУГЛЕВОДНЯГО ЗАБРУДНЕННЯ РІДКИМИ ВУГЛЕВОДНЯМИ НА ПРИКЛАДІ М. ЧУГУЇВ.....	23
3.1. Геологічна будова, геоморфологічне положення.....	23
3.2. Дослідження вуглеводняго забруднення компонентів ландшафту території аеродрому на прикладі м. Чугуїв....	24
3.3. Рекомендації щодо усунення вуглеводняго забруднення..	34
ВИСНОВКИ .....	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	39

## ВСТУП

Проблема забруднення рідкими вуглеводнями є однією з найбільш актуальних і серйозних проблем у сучасній екології. Рідкі вуглеводні, такі як нафта, газовий конденсат і нафтопродукти, є високотоксичними і можуть завдати значної шкоди навколишньому середовищу, тваринам і людині. Рідкі вуглеводні також можуть чинити негативний вплив на здоров'я людини, особливо в разі вдихання або потрапляння в організм через їжу або воду. Токсичні речовини, що містяться в рідких вуглеводах, можуть призвести до розвитку хронічних захворювань. Почнемо з того, що вуглеводні, такі як нафта, газ і нафтопродукти, є важливим джерелом енергії та підтримують сучасне суспільство. Однак минулі інциденти, як-от розливи нафти у водойми та на суші, а також забруднення повітря, спричинене спалюванням вуглеводнів, засвідчили, що вони можуть чинити серйозний негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини. Забруднення рідкими вуглеводнями може бути результатом різних видів діяльності, включно з нафтовою промисловістю, транспортуванням нафти і нафтопродуктів, підземним зберіганням відходів нафтопродуктів і дефектами обладнання. Забруднення рідкими вуглеводнями може мати серйозні наслідки для довкілля та здоров'я людей і тварин. Одним із найбільш серйозних наслідків забруднення рідкими вуглеводнями є парникові гази. Під час згоряння вуглеводнів утворюються парникові гази, такі як двоокис вуглецю, які роблять значний внесок у зміну клімату. Забруднення рідкими вуглеводнями також може чинити серйозний вплив на водні екосистеми. Крім того, для розв'язання проблеми забруднення рідкими вуглеводнями уряди та регулювальні органи повинні відігравати активнішу роль у регулюванні викидів і встановленні стандартів якості повітря, води та ґрунту. Вони також повинні здійснювати нагляд за компаніями та промисловими об'єктами, які працюють з рідкими вуглеводнями,

і накладати штрафи за недотримання екологічних стандартів. Загалом, проблема забруднення рідкими вуглеводнями являє собою серйозну загрозу для навколишнього середовища і здоров'я людини. Для її розв'язання необхідна комплексна стратегія, що включає використання сучасних технологій очищення, розвиток альтернативних джерел енергії та активну участь урядів і регулюючих органів у регулюванні використання рідких вуглеводнів. Це єдиний спосіб зберегти навколишнє середовище і забезпечити здоров'я і благополуччя майбутніх поколінь.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ РІДКИМИ ВУГЛЕВОДНЯМИ

Рідкі вуглеводи є складовими частинами багатьох продуктів, таких як газовий конденсат, нафта та нафтопродукти, які є важливими джерелами енергії. Однак, рідкі вуглеводи також можуть створювати проблеми, особливо у зв'язку зі здоров'ям людей та навколишнього середовища.

Використання рідких вуглеводів, таких як нафта та газовий конденсат, може мати серйозний негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. Ось деякі наслідки використання рідких вуглеводів для навколишнього середовища:

**Забруднення повітря:** видобуток, транспортування та переробка нафти та інших рідких вуглеводів може викидати значні об'єми шкідливих газів та інших забруднюючих речовин в атмосферу. Це може мати негативний вплив на якість повітря, здоров'я людей та тварин, а також на кліматичні зміни.

**Забруднення води:** рідкі вуглеводи можуть витікати під час видобутку та переробки, що можуть призвести до забруднення поверхневих та підземних вод. Це може мати серйозні наслідки для екосистем, які залежать від водних ресурсів, а також може погіршити якість води для людей та тварин, які питаються з підземних джерел.

**Забруднення ґрунту:** рідкі вуглеводи можуть витікати на землю під час транспортування та переробки. Це може призвести до забруднення ґрунту, що може шкодити рослинам та тваринам, а також погіршити якість ґрунту для сільськогосподарського виробництва.

**Втрата біорізноманіття:** видобуток та переробка рідких вуглеводів можуть призвести до втрати біорізноманіття через знищення природних середовищ та житлових місць для тварин.

Аварії: транспортування та переробка рідких вуглеводів можуть стати причиною аварій, які можуть мати серйозні наслідки для людей, тварин та навколишнього середовища. Наприклад, аварії на нафтопроводах можуть призвести до витоку нафти в річки та океани, що може шкодити морським екосистемам та призвести до великої кількості загиблих тварин.

Кліматичні зміни: видобуток та використання рідких вуглеводів є однією з головних причин глобальних кліматичних змін, оскільки природний газ та нафта містять велику кількість вуглецю, який викидається в атмосферу під час їх використання. Це може мати серйозний вплив на клімат та призвести до шкідливих наслідків, таких як підвищення рівня моря. Докладніше про водне забруднення: водне середовище є важливою складовою природного середовища, і водний баланс є ключовим фактором для забезпечення життєдіяльності рослин та тварин, а також для задоволення потреб людей. Однак, забруднення води стає все більш проблематичним на всій планеті, включаючи ті області, де використовуються рідкі вуглеводи. Забруднення води через використання рідких вуглеводів може мати серйозний вплив на водні екосистеми, тварин та людей тож є великі ризики як наприклад, Забруднення води через використання рідких вуглеводів може мати серйозний вплив на водні екосистеми. Нафта та інші рідкі вуглеводи можуть витікати в річки, озера та інші водні системи через аварії на нафтопроводах, плавучі платформи та танкери, а також під час видобутку та переробки. Це може призвести до токсичності води та смерті багатьох тварин, включаючи рибу та інші водні організми.

Крім того, рідкі вуглеводи можуть призводити до зниження рівня кисню у воді. Це може стати наслідком викидів з різних джерел, включаючи нафтові витіки та забруднення від стічних вод. Недостатність кисню може призвести до смерті багатьох видів водних організмів та навіть до евтрофікації водних екосистем.

Забруднення води через використання рідких вуглеводів може мати серйозні наслідки для здоров'я людей. Люди можуть відчувати вплив забрудненої води через водопостачання, плавання та інші водні діяльності.

Найбільшу загрозу для здоров'я людей становлять токсичні речовини, які можуть бути присутні в забрудненій воді. Наприклад, бензол та інші хімічні речовини, що містяться в нафті, можуть бути дуже токсичними для людей при вдиханні, котре може виникнути через випаровування.

Люди також можуть бути вразливі до водного забруднення через споживання забрудненої води або продуктів, що вирощуються на забруднених землях. Такі продукти можуть містити токсичні речовини, які можуть впливати на здоров'я людей. Наприклад, водночасний випадок забруднення нафтою та харчової промисловості може призвести до отруєння тварин та рослин, які є частиною харчового ланцюга, та в кінцевому результаті – до отруєння людей, які споживають такі продукти.

Якщо забрудниться вода то будуть і економічні втрати, забруднення може спричинити зупинку економічної діяльності в певних регіонах, що може призвести до зниження виробництва та до збитків від зупинки виробництва. Крім того, забруднення може призвести до зменшення доходів місцевих громад, які залежать від рибальства та туризму, а також до збитків для компаній, які займаються виробництвом та переробкою нафти.

А тепер трохи докладніше про забруднення ґрунту: забруднення ґрунту рідкими вуглеводнями є однією з найбільш серйозних проблем для довкілля та здоров'я людей. Це стається, коли рідкі вуглеводи, такі як нафта або нафтопродукти, проникають в ґрунт та забруднюють його. Такі забруднення можуть бути викликані аваріями нафтових виробництв, витокami нафти з транспортних трубопроводів, несанкціонованими зливами з нафтозберігаючих об'єктів, а також неправильним зберіганням та утилізацією нафти та нафтопродуктів. Забруднення ґрунту рідкими вуглеводнями може мати серйозні

наслідки для довкілля та здоров'я людей. Ці речовини можуть проникати в глибину ґрунту та підземні води, що може призвести до забруднення водних ресурсів, які використовуються для питної води, зрошення та інших діяльностей. Крім того, забруднення може спричинити втрату родючості ґрунту, зменшення врожайності, а також забруднення продуктів харчування, які вирощуються на забруднених ґрунтах.

Рідкі вуглеводи можуть бути токсичними для рослин, тварин та мікроорганізмів, які є частиною екосистеми. Це може призвести до зменшення біорізноманіття та порушення екологічної рівноваги в регіоні забруднення.

Загалом, вуглеводне забруднення має свої особливості та вплив на навколишнє середовище і все через їх різноманітний хімічний склад та особливостей. Наприклад легка фракція нафтопродуктів – це прості низькомолекулярні метанові, нафтенові та ароматичні вуглеводні [1]. Метанові вуглеводні, які володіють наркотичними властивостями, чинять токсичну дію на ґрунтових та водних жетелів. Циклічні рідкі вуглеводи є однією зі складних підгруп рідких вуглеводів. Вони мають складніший хімічний склад та структуру, порівняно з простими рідкими вуглеводнями. Ці сполуки мають кільцеву структуру з атомами вуглецю та іншими хімічними елементами, які забезпечують їх унікальні властивості. Циклічні рідкі вуглеводи використовуються в багатьох промислових галузях, таких як фармацевтична, нафтохімічна, косметична, харчова та інші. Вони використовуються як розчинники, покращувачі в'язкості, еластомерні модифікатори, реагенти для синтезу полімерних матеріалів, а також в інших хімічних процесах. Використання циклічних рідких вуглеводів може мати негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. Ці сполуки можуть бути токсичними та канцерогенними для людини та тварин, та велика кількість деяких циклічних рідких вуглеводів може бути небезпечна для оточуючого середовища.

При виробництві та використанні циклічних рідких вуглеводів можуть утворюватися шкідливі відходи та викиди в атмосферу, що може мати негативний вплив на повітря, воду та ґрунт.

Також біля зони дослідження розташований Чугуївський авіаційний ремонтний завод (ЧАРЗ).

Завод є важливим центром з ремонту та модернізації літаків, що використовуються українськими збройними силами та цивільною авіацією. Однак з часом діяльність заводу призвела до серйозного забруднення навколишнього середовища. На заводі використовується широкий спектр хімічних речовин, включно з мастильними матеріалами, розчинниками та барвниками, які завдають шкоди навколишньому середовищу. Найбільш шкідливими є мастила, що використовуються для змащення літаків, які у великих кількостях присутні на території заводу. Ці речовини можуть просочуватися в ґрунт і забруднювати його в разі неправильного зберігання, транспортування або використання. Підтримка якості ґрунту є найважливішим фактором забезпечення продуктивності ґрунту та підтримки біорізноманіття в екосистемах; забруднення ґрунту на ЧАРЗ може мати негативний вплив на якість і продуктивність ґрунту. Одним із способів ефективного контролю забруднення ґрунту є вимірювання концентрації забруднювальних речовин у ґрунті; у районі ЧАРЗ було проведено дослідження для визначення концентрації нафти і нафтопродуктів у ґрунті.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ОЦІНКИ, ЗАСОБИ, ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБРУДНЕНОЇ ТЕРИТОРІЇ

Оцінка ризику є ключовим етапом в управлінні територіями, забрудненими рідкими вуглеводнями. Цей процес дозволяє з'ясувати потенційну загрозу забруднення для навколишнього середовища та здоров'я людей. Оцінка ризику забруднення території рідкими вуглеводнями має на меті визначити рівень ризику та розробити стратегію управління забрудненим місцем.

Оцінка ризику забруднення території рідкими вуглеводнями проводиться за допомогою таких методів, як аналіз ризику, оцінка ризику та оцінка впливу. Аналіз ризику полягає у визначенні потенційних джерел забруднення території рідкими вуглеводнями, оцінці можливих шляхів поширення забруднення, а також ідентифікації потенційної шкоди, яку може спричинити забруднення. Оцінка ризику полягає у визначенні рівня ризику, який випливає з потенційного забруднення, та інформуванні рішень з управління забрудненою територією. Оцінка впливу полягає у визначенні впливу забруднення на навколишнє середовище та здоров'я людей.

Для виявлення забруднення території рідкими вуглеводнями використовуються різноманітні методи та технології, які дозволяють виявляти рівень забруднення території та визначати його межі.

Методи оцінки, засоби та технології забрудненої території використовуються для виявлення та оцінки рівня забруднення навколишнього середовища, включаючи повітря, воду та ґрунт. Ці методи та технології надають можливість визначити концентрацію різних забруднюючих речовин, що можуть бути шкідливими для людського здоров'я та навколишнього середовища. Засоби та технології забезпечують можливість забезпечити безпеку та здоров'я людей, а також збереження біорізноманіття.

Оцінка забрудненої території рідкими вуглеводнями може здійснюватися за допомогою різних методів, включаючи хімічний аналіз, фізико-хімічний аналіз, біологічний аналіз та геохімічний аналіз. Залежно від типу забруднення, вибираються відповідні методи та технології, що дозволяють забезпечити максимальну точність та надійність даних.

Засоби та технології для забезпечення безпеки та здоров'я людей, а також збереження біорізноманіття можуть включати в себе такі рішення, як очищення повітря від шкідливих речовин, очищення води від забруднюючих речовин, відновлення ґрунту за допомогою біологічних методів та інших екологічних технологій. Також можуть використовуватися різні методи відновлення різних екосистем, включаючи лісові масиви, водні ресурси та природні угіддя.

Моніторинг нафтового забруднення довкілля – одне з найскладніших завдань. Забезпечення надійного й економічного контролю неможливе без розроблення та застосування сучасних методів вимірювання.

У таблиці 2.1 показано, як здійснюється моніторинг нафтопродуктів при забрудненні вуглеводнями різних екологічних цілей [2].

Таблиця 2.1

### Методи контролю вуглеводневого забруднення\

Об'єкти аналізу	Метод вимірювання	Діапазон вимірювання, мг/дм <sup>3</sup>	Межі похибки (p= 0,95)%
Питні, поверхневі, підземні води	ФЛ	0,005 – 0,1; 0,1 – 0,5; 0,5 – 50	± 65; ± 50; ± 25;
Питні води	СФ з використанням КХ	0,05 – 0,1; 0,1 – 0,5	± 50; ± 40;

## Продовження таблиці 2.1

Природні, стічні води	ІЧС	0,05–0,10; 0,10–1,0; 1,0 – 25; 25–50	± 0,68; ± 0,24; ± 0,10;
Природні, питні, стічні води	ФЛ	0,005 – 0,10; 0,10 – 0,50; 0,50 – 50	± 65; ±50;± 25;
Природні, очищені, стічні води	КХ, КХ з гравіметричним закінченням ІЧ	0,02 – 2; 0,3 – 0,9; 0,3 –0,5; 0,5 - 30 0,04 - 2,0	± (0009+0,2 0); ±50; ±25; ± 50; ± 25; ±10; ± (0,01+0,1 9);
Стічні води	Гравіметричний	1–50; 50 – 100; 0,25 - 12,5; 12,5 – 10	-
Питні, Природні води	ГХ	0,02–0,4	± 50;
Питні, природні, стічні води	ГХ та ІЧС закінченням	0,05–0,1; 0,1–0,5	± 50; ± 40;
Морські води	ІЧ	0,1–1,0	± 20
Грунти, донні відклади	ІЧ	20-90-1 млн 90-950-1 мин	± 21 ± 7
Грунти, донні відклади, води	ІЧ		±5*10 <sup>-4</sup>
Повітря	ГХ	2,0 – 95,0 об'єм. %	± 25

*Примітка: ФЛ – флюорометрія; СФ – спектрофотометрія; КХ – колонкова хроматографія; ГХ – газова хроматографія; ІЧС – інфрачервона спектрометрія; ІЧ – інфрачервона фотометрія [1].*

## 2.1. Метод біотестування

При тому що найбільш поширеним варіантом є інфрачервона спектроскопія, почну я з методу біотестування.

Біотестування є окремим випадком біоіндикації і полягає у використанні вільноживучих організмів у стандартизованих умовах. Вільноживучі організми в стандартизованих умовах, аналізуються на наявність пошкоджень або відхилень від норми внаслідок впливу шкідливих факторів [3].

Орієнтовні тестові функції для різних об'єктів біотестування:

- для інфузорій, ракоподібних, ембріональних стадій молюсків та риб, для комах – виживання (смертність) тест-організмів;
- для ракоподібних, риб та молюсків – плодючість, поява аномалій. Аномалії раннього ембріонального розвитку організму, ступенем яких є синхронне дроблення яйцеклітин;
- для культур одноклітинних водоростей та інфузорій загибель клітин, зміна кількості клітин у культурі, швидкості клітинного поділу, середня швидкість росту, добова швидкість росту культур;
- для рослин: енергія проростання насіння, довжина головного кореня тощо.

Використання біотестування висуває ряд вимог, дотримання яких необхідне для отримання достовірних результатів. Серед останніх можна назвати наступні: відносна швидкість проведення досліджень, отримання достатньо точних і відтворюваних результатів, присутність об'єктів, застосовуваних у біотестуванні у великій кількості і з однорідними властивостями, а також діапазон погрешності у порівнянні з іншими методами тестування не більше 20% [4].

## 2.2. Метод фітотоксичності ґрунту

Для виявлення токсичності ґрунту і води широко використовуються фітотести, в яких рослини здатні адекватно реагувати на екзогенний хімічний вплив шляхом зниження схожості насіння, інтенсивності проростання коренів і пагонів, отже, виступати в ролі індикаторів токсичності [5].

Фітотоксичність ґрунтів визначали шляхом біотестування водних витяжок з ґрунтів [2]

Для визначення фітотоксичності ґрунтів потрібно провести вибір рослин, широке коло яких рекомендується міжнародним стандартом ISO 11269-2 [2].

Для проведення методу фітотоксичності необхідно зібрати зразки ґрунту на забрудненій території та провести їх аналіз на вміст шкідливих речовин. Потім проводяться експерименти з розсаджуванням рослин на цих зразках ґрунту. Рослини вирощуються протягом певного часу, після чого вимірюються їхні параметри росту, такі як висота, кількість листків, стебел та інші.

Оцінка токсичності ґрунту для рослин проводиться шляхом порівняння рівня зростання рослин на забруднених територіях з рівнем зростання рослин на чистих територіях. Якщо зростання рослин на забруднених територіях менше, ніж на чистих, то це свідчить про токсичність ґрунту. Чим менше зростання, тим більша токсичність.

Метод фітотоксичності є простим і дешевим способом визначення ступеня забруднення ґрунту, проте його застосування має деякі обмеження. Перш за все, він дає можливість оцінити тільки ступінь токсичності ґрунту для рослин, але не дозволяє визначити конкретні типи забруднюючих речовин.

За результатами дослідів вчених визначено, що схожість насіння редису посівного та крес-салату за дії як нафтозабрудненого ґрунту, так і субстратів породних відвалів суттєво не відрізнялася від контрольних зразків, тоді як істотне зменшення схожості насіння цибулі ріпчастої спостерігали за дії

практично всіх зразків. За впливу чорної породи цей показник становив 35%, червоної породи – 50% та 5% нафти – 55%, за дії 8% нафти насіння досліджуваного тест-об'єкта не проростало. Отже, концентрація нафти 8% у ґрунті є летальною дозою для проростання насіння [6].

### 2.3. Метод ІЧ-спектрофотометрія

Усі органічні речовини мають в інфрачервоному діапазоні свої індивідуальні спектри поглинання. Положення полос поглинання в ІЧ-спектрах речовин характеризується хвильовим числом  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ , або в одиницях довжини хвилі, мкм. Для ІЧ-аналізу вуглеводнів використовують діапазон від 0,7 до 25 мкм, який зазвичай розділяють на три області: ближній 0,7–2,5 мкм, або 14300–5000  $\text{см}^{-1}$ , область основних частот – 2,5–6 мкм, або 4000–1600  $\text{см}^{-1}$ , далеку 6–25 мкм, або 400–1600  $\text{см}^{-1}$  [2].

Метод ІЧ-спектрофотометрії використовується для визначення вмісту різних забруднювачів у ґрунті, включаючи рідкі вуглеводи. Цей метод базується на здатності речовин поглинати і відбивати світло в ІЧ-діапазоні.

Для проведення аналізу за допомогою ІЧ-спектрофотометрії, спочатку потрібно зібрати зразки ґрунту з забрудненої території. Далі зразки піддаються попередній обробці, щоб отримати гомогенну суміш, яку розміщують в зразковій камері спектрофотометра.

Під час аналізу спектрофотометр вимірює кількість поглинутого і відбитого світла в ІЧ-діапазоні, і на основі цього розраховується вміст різних забруднювачів у ґрунті, включаючи рідкі вуглеводи.

Перевагою цього методу є те, що він дозволяє швидко та точно визначати вміст різних забруднювачів у ґрунті. Однак, для його застосування потрібно спеціальне обладнання та кваліфікований персонал, тому він є відносно дорогим методом аналізу.

ІЧ-спектрофотометрія є однією з найбільш точних методів визначення різних сполук у забрудненому ґрунті, включаючи рідкі вуглеводи. Цей метод базується на здатності молекул поглинати і випромінювати електромагнітне випромінювання в ІЧ-діапазоні.

ІЧ-спектрофотометрія використовується для визначення концентрацій рідких вуглеводів у забрудненому ґрунті шляхом аналізу їх характеристичних відбивань в ІЧ-діапазоні. Цей метод дозволяє визначати якість та кількість забруднюючих речовин у ґрунті, а також виявляти їх види.

Для використання методу ІЧ-спектрофотометрії в забрудненому ґрунті необхідно зібрати зразки ґрунту з площини забруднення, очистити їх від домішок та інших забруднюючих речовин і підготувати для аналізу.

Після підготовки зразків проводяться вимірювання ІЧ-спектрів з використанням спеціальних приладів, таких як ІЧ-спектрофотометр. Вимірювання проводяться для зразків забрудненого ґрунту та зразків чистого ґрунту з тієї ж площини, щоб отримати точні дані про забруднення.

Оцінка результатів вимірювань здійснюється за допомогою калібрувальних кривих, які розробляються на основі аналізу стандартних зразків рідких вуглеводів. Ці криві дозволяють визначити точні значення концентрації різних видів рідких вуглеводів у забрудненому ґрунті.

Аналіз за допомогою ІЧ-спектрометрії вимагає малої кількості речовини будь-якої молекулярної маси у будь-якому агрегатному стані. Що стосується приладів для ІЧ-спектроскопії, принципово новим кроком стало створення лабораторних ІЧ-спектрометрів на основі Фур'є-перетворення [2] (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2

**Прибори для аналізу вуглеводнів в об'єктах довкілля**

Прилад	Середовище	Діапазон	Робоча довжина хвили, мкмД, °С	Похибка, %
<b>ІЧ-прилад</b>				
ІКАН-1	Природні, стічні води	0,05-1000 мг/дм <sup>3</sup>	1,85-3,5	>2
КН-2	Природні, стічні води	0,05-5 – мг/дм <sup>3</sup>	3,39	± (2-3)
ІЧС-Фур'є ФСЛ-05 (лаб.)	Вода, повітря, грунт	0,4 мг/дм <sup>3</sup>	2,5-22,2	>0,1
ІЧС-Фур'є ФСМ-001	Повітря	–	2,5-22,2; 1,1	>0,1
<b>Хроматографи</b>				
Коліон-1	Повітря	0,5-2000 мг/дм <sup>3</sup>	(-10) – 45 °С	–
Періан-1	Повітря	До 300 мг/дм <sup>3</sup>	50 – 100 °С	–
Хромет 1020	Повітря	2*10 <sup>-12</sup> г (за бензолу)	До 400 °С	–
Ехо	Повітря	До 0,1 ГДК (за бензолом)		
<b>Флуориметри</b>				
Флюорат 411	Технічні очтщені води	0,05 мг/л	0-45 °С	–
Флюорат-02, 02М, 03	Вода, повітря	0,01-10 мг/л НП 0,001 мг/л СПАР 0,00001 мг/л	0,2-0,65 °С	>3
Флюорат-02	Грунт	0,005-20 мг/г	–	± (35-45)

Слід зауважити, що більшість вітчизняних і зарубіжних портативних ІЧ-аналізаторів нафтопродуктів проводять вимір концентрацій нафтових забруднень на одній довжині хвилі. З цього ряду слід виділити прилад ІКАН-1,

в якому передбачена можливість установки будь-якої довжини хвилі в діапазоні від 1,85 до 3,5 мкм з індикацією її значення на цифровому табло [2].

## РОЗДІЛ 3

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВУГЛЕВОДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ РІДКИМИ ВУГЛЕВОДНЯМИ НА ПРИКЛАДІ М. ЧУГУЇВ

#### 3.1. Геологічна будова, геоморфологічне положення

Харківська область розташована в південно-західній частині Східноєвропейської платформи, у межах великого тектонічно-го прогину, який називають Дніпровсько-Донецькою западиною. Формування прогину відбувалося тривалий час. У середині палеозойської ери (приблизно 390 млн років тому) у цій частині платформи утворилися розломи земної кори, що супроводжувалися виливами вулканічних лав [7].

На території міста можна зустріти кілька типів ґрунтів, зокрема, чорноземи, лучні ґрунти та болотні ґрунти. Велика частина території міста складається з рівнинного рельєфу з невеликими пагорбами та зниженнями. Відстань від міста до моря більше 500 км, тому вплив морських процесів на геоморфологію території міста є незначним.

У зв'язку з розміщенням міста на рівнинній місцевості, річки та інші водойми відіграють важливу роль в гідрологічному режимі території. У межах міста протікає річка Харків, яка є правою притокою Сіверського Дінця.

Екологічна ситуація в місті Чугуїв пов'язана з великою кількістю промислових підприємств, зокрема, металургійних, машинобудівних та харчових підприємств. Ці підприємства викидають в атмосферу та водні джерела багато викидів токсичних речовин, що негативно впливає на довкілля та здоров'я мешканців міста.

Тому, для збереження екологічної стійкості території міста Чугуїв необхідно вжити ефективних заходів з екологічного контролю та моніторингу.

Крім промислових викидів, екологічна ситуація в місті Чугуїв також залежить від впливу транспорту, побутових відходів та використання земельних ресурсів.

Транспортний рух на території міста призводить до викидів автомобільних вихлопних газів та забруднення шумом. Це може мати негативний вплив на здоров'я мешканців та на екологічний стан місцевого середовища. Одним із можливих рішень є підвищення ефективності громадського транспорту та розвиток екологічної інфраструктури, наприклад, велодоріжок та зелених зон для відпочинку.

Побутові відходи, такі як пластикові пакети та інші матеріали, можуть бути відновлені та перероблені. Розвиток відповідної інфраструктури для переробки відходів може допомогти зменшити кількість відходів, що потрапляють на звалища та в природні екосистеми.

Використання земельних ресурсів також може мати негативний вплив на екологічну ситуацію в місті. Неправильне використання земельних ресурсів, таке як забудова на зелених зонах та забруднення ґрунтів, може призводити до зниження біорізноманіття та погіршення якості ґрунту. Тому важливо розробляти та впроваджувати плани землекористування, що враховують екологічні аспекти, а також забезпечувати ефективний контроль за використанням земельних ресурсів.

### 3.2. Дослідження вуглеводневого забруднення території м. Чугуїв

На початку 2021 року було проведено обстеження аеродрому у м. Чугуїв та прилеглої території. Площа нафтового забруднення на досліджуваній території становить 32,24 га. Карта досліджуваної території наведена нижче.

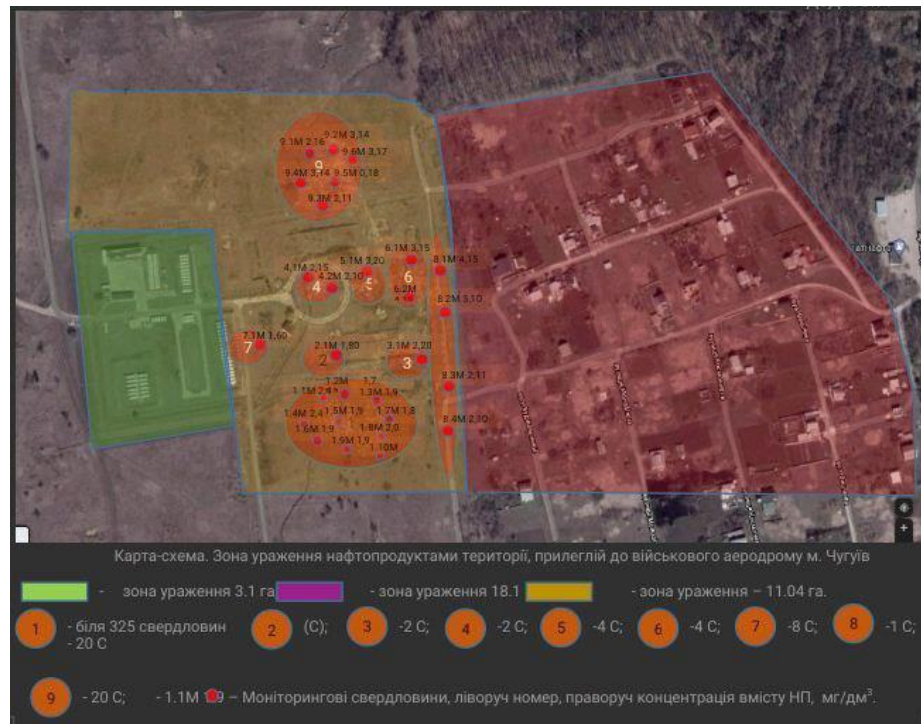


Рис. 3.1 – Зона ураження нафтопродуктами території, прилеглої до аеродрому м. Чугуїв

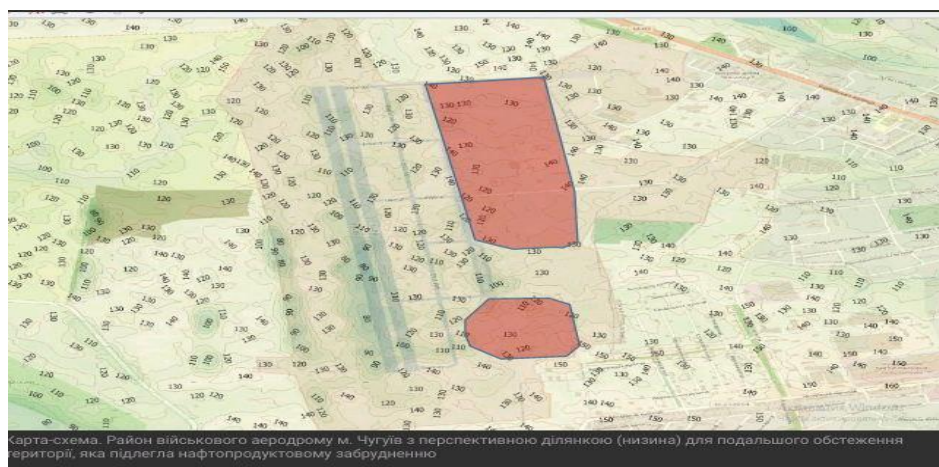


Рис. 3.2 – Район аеродрому м. Чугуїв з перспективною ділянкою (низина) для подальшого обстеження території, яка підлегла нафтопродуктовому забрудненню

Глибина залягання ґрунтових вод у зоні спостереження становить приблизно  $16,0 \pm 1$  м. Загалом на досліджуваній території було виявлено дев'ять

осередків забруднення нафтопродуктами. Найбільшим за розміром є осередок, що складається з приблизно 325 розвідувальних свердловин і 10 моніторингових свердловин, пробурених у 2021 році.

Відбори проб нафтопродуктів у підземних водах були здійснені на протязі трьох сезонів (Весна, Літо, Осінь):

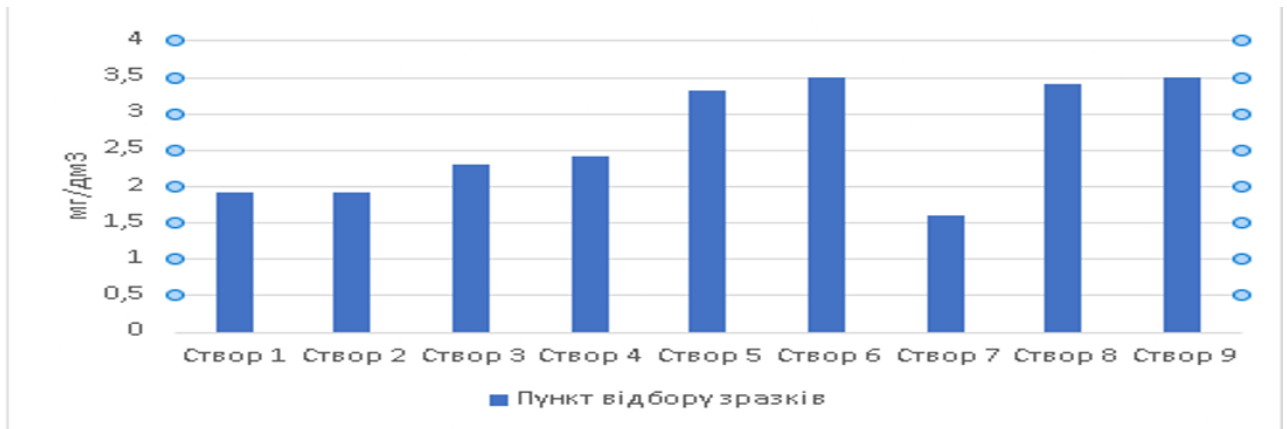


Рис. 3.3 – Вміст нафтопродуктів у зразках підземних вод, які було відібрано на навесні 2021 р.

На рис. 3.3 видно, що вміст нафтопродуктів збільшився у пунктах 5, 6, 8 і 9 до значень 3, 3,5, 3,4, 3,5 мг/дм<sup>3</sup> відповідно (ГДК 0,3 мг/дм<sup>3</sup>). Це свідчить про те, що нафтохімічне забруднення має постійний вплив на якість підземних вод. З іншого боку, значення забруднення на пунктах 1, 2 становлять 2 мг/дм<sup>3</sup>, а на створі 7 – 1,5 мг/дм<sup>3</sup>.



Рис. 3.4 – Вміст нафтопродуктів у зразках підземних вод, які було відібрано літом 2021 р.

На рис. 3.4 наведено вміст нафтопродуктів у зразках підземних вод, які було відібрано влітку 2021 року. Як і у попередній період, що було весною, спостерігається зростання забруднення на пунктах 5, 6, 8 і 9. Вміст нафтопродуктів на цих пунктах перевищує ГДК, який становить  $0,3 \text{ мг/дм}^3$ . Це свідчить про те, що підземні води забруднені нафтопродуктами і не можуть вважатися якісними. До того ж, можна побачити значення забруднення на інших пунктах. Наприклад, на пунктах 1, 2 та 7 значення забруднення складає  $1,6\text{-}2,2 \text{ мг/дм}^3$ , що також є надмірним. Створи 4 та 5 мають показники на рівні  $2,1$  та  $3,2 \text{ мг/дм}^3$  відповідно. Найбільше значення забруднення знову спостерігається на пунктах 6 та 9 з вмістом  $3,1$  та  $3,5 \text{ мг/дм}^3$  відповідно. Отже, на основі даних рисунку 3.4 можна зробити висновок про забрудненість підземних вод на досліджуваній території, а також про те, що нафтохімічне забруднення є серйозною проблемою, яка потребує негайного вирішення.

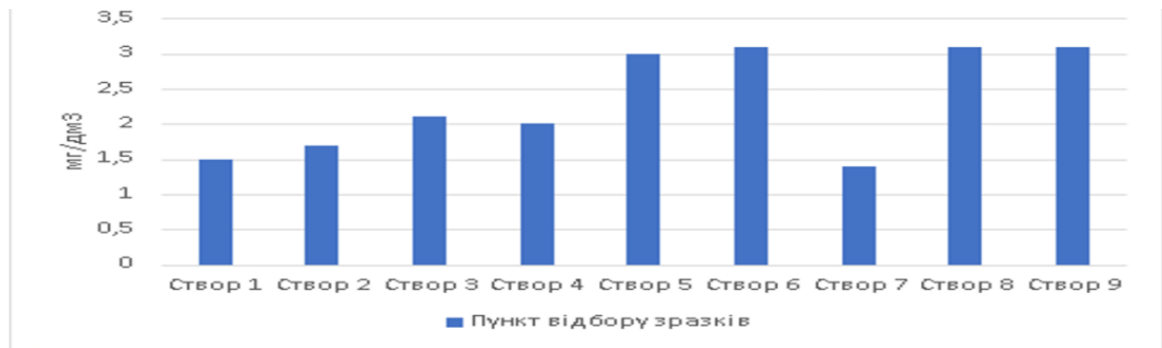


Рис. 3.5 – Вміст нафтопродуктів у зразках підземних вод, які було відібрано восени 2021 р.

На рис. 3.5 представлені результати вимірювань вмісту нафтопродуктів у зразках підземних вод, відібраних восени 2021 року. З малюнка видно, що, як і у попередній період, на деяких створах вимірювання показали підвищення вмісту нафтопродуктів, а саме на створах 5, 6, 8 і 9, що є порівняно високими значеннями (відповідно 3, 3,2, 3,2 та 3,2 мг/дм<sup>3</sup>). Такі результати свідчать про те, що водойми на цих створах є значно забрудненими, що може негативно впливати на якість питної води та навколишнє середовище. Однак, на інших створах вимірювання показали значення вмісту нафтопродуктів, які відповідають нормам, наприклад, на створах 1, 2, 3 та 7 (відповідно 1,5, 1,6, 2,1 та 1,5 мг/дм<sup>3</sup>). Таким чином, з малюнка можна зробити висновок, що в певних ділянках забруднення підземних вод нафтопродуктами залишається проблемою, яка потребує уваги та вирішення.

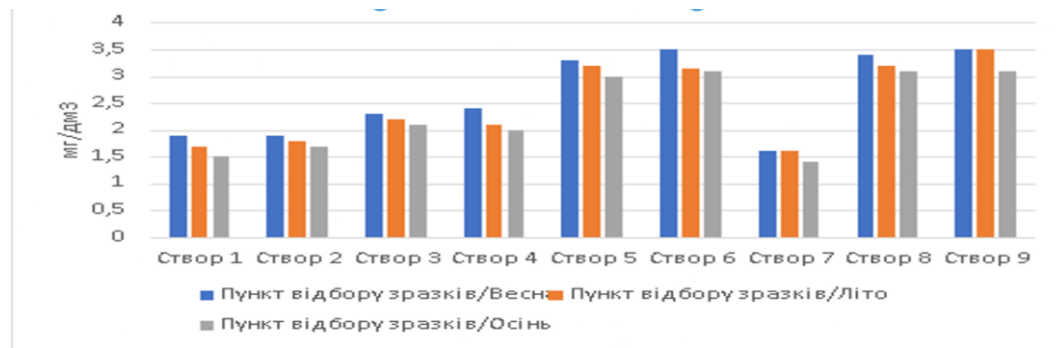


Рис. 3.6 – Порівняльна характеристика вмісту нафтопродуктів у зразках підземних вод, які було відібрано в різні пори 2021 р.

На рис. 3.6 наведено порівняльну характеристику вмісту нафтопродуктів у зразках підземних вод, відібраних весною, літом та восени 2021 року. Вміст нафтопродуктів у зразках підземних вод збільшується протягом року. Найбільший вміст нафтопродуктів було зафіксовано у зразках, відібраних весною, особливо у пунктах відбору зразків 8 та 9, де вміст нафтопродуктів перевищував ГДК у 10 разів. Влітку та восени вміст нафтопродуктів був меншим, але все ж перевищував ГДК у деяких пунктах відбору зразків. Отже, графік показує погіршення якості підземних вод протягом року, що може бути пов'язано з різноманітними промисловими та людськими діями, що здійснюються в досліджуваній території. Таким чином, можна зробити висновок, що підземні води в досліджуваному регіоні погіршуються, що може мати негативні наслідки для екосистеми та здоров'я людей, які користуються цими водами. Необхідно вжити дієвих заходів для запобігання подальшого забруднення підземних вод, наприклад, проводити регулярний моніторинг та вживати заходів для очищення води.

Залежно від ступеня однорідності ґрунту на досліджуваній ділянці відбирали точкові або комплексні зразки ґрунту. Точкові зразки відбирали з максимальної глибини 20 см у 9 пунктах відбору. Точкові зразки, відібрані на одному і тому ж тестовому майданчику, були змішані з використанням методу

конверта для отримання об'єднаних зразків. Відбор проб був проведений у період Весни/Літа/Весни.

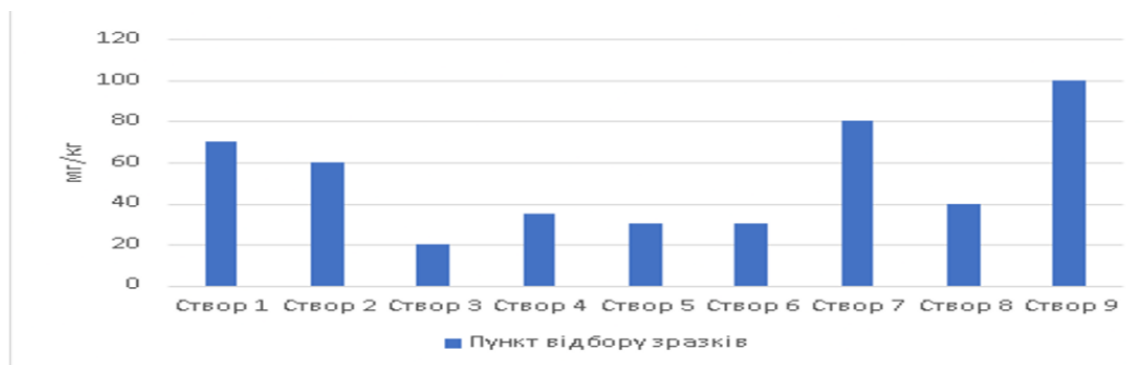


Рис. 3.7 – Вміст нафтопродуктів у ґрунтів, які було відібрано навесні 2021 р.

На рис. 3.7 відображено вміст нафтопродуктів у зразках ґрунті, які було відібрано навесні 2021 р. на десяти різних пунктах відбору зразків. Вміст нафтопродуктів у ґрунті був різним на різних пунктах відбору зразків. Пункти 1, 7 та 9 мали найвищі значення вмісту нафтопродуктів у ґрунті зі значеннями 70, 80 та 100 мг/дм<sup>3</sup> відповідно. Решта станцій мали значення вмісту нафтопродуктів у ґрунті менші за 60 мг/дм<sup>3</sup>, що є допустимим рівнем забруднення ґрунту згідно з ОДК нафтопродуктів у ґрунті [8]. Порівняння результатів щодо вмісту нафтопродуктів у ґрунті та ґрунтових водах показує, що розподіл нафтопродуктів у геологічній системі зберігає основні тенденції як у просторі, так і в часі відповідно до їхніх природних особливостей. Це свідчить про те, що джерело забруднення ґрунту та води на досліджуваній території може бути спільним.

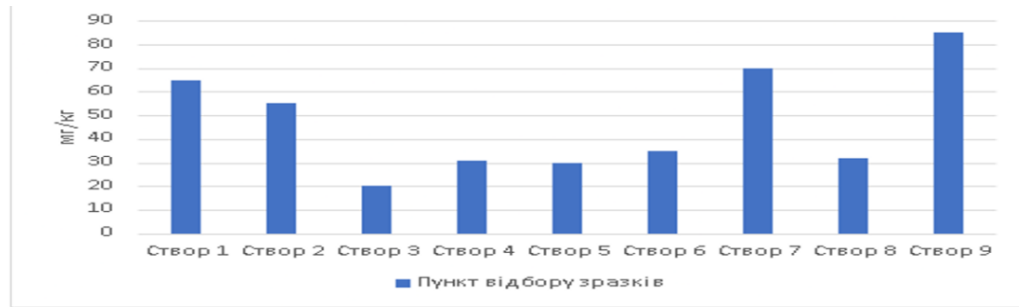


Рис. 3.8 – Вміст нафтопродуктів у зразках ґрунтів, які було відібрано влітку 2021 р.

За результатами літніх проб вміст нафтопродуктів у ґрунтах дещо знизився порівняно з весняним періодом. Проте, незважаючи на це, вміст нафтопродуктів на деяких ділянках, зокрема на ділянках 1, 7 та 9, все ще перевищує допустимі рівні забруднення ґрунту. Ці дані можуть свідчити про те, що забруднення на цих ділянках може бути значним і вимагає подальшого вивчення та прийняття заходів для його зменшення. Графічне зображення результатів вимірів на рисунку 3.8 дозволяє порівняти вміст нафтопродуктів на кожній ділянці та визначити, які з них перевищують допустимі рівні. З графіку можна зробити висновок, що на ділянках 1, 7 та 9 вміст нафтопродуктів в ґрунті перевищує допустимі норми, тоді як на інших ділянках цей показник залишається нижче допустимого рівня. Даний графік дозволяє більш детально вивчити ступінь забруднення на різних ділянках та зробити порівняння між ними.

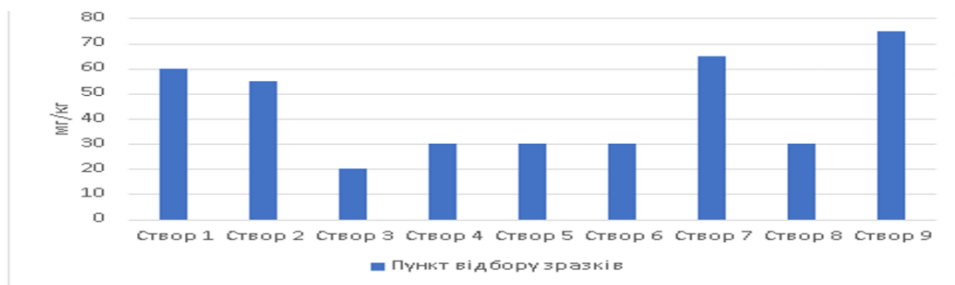


Рис. 3.9 – Вміст нафтопродуктів у зразках ґрунтів, які було відібрано восени 2021 р.

На рис. 3.9 представляє вміст нафтопродуктів у зразках ґрунтів, які було відібрано восени 2021 року. Згідно з даними, найбільший вміст нафтопродуктів відображено на 7 та 9 пунктах зі значеннями 65 та 75 мг/дм<sup>3</sup> відповідно, що перевищує допустиму норму в 60 мг/кг. На 1 станції також спостерігається підвищення вмісту нафти порівняно зі значеннями влітку, але норма не перевищується. У порівнянні зі зразками ґрунтів, відібраними у весняний період, тенденції вмісту нафтопродуктів зберігаються, але на 7 та 9 станціях спостерігається зростання вмісту нафти порівняно зі значеннями влітку. Це може бути пов'язано з особливостями погодних умов та зростанням навантаження на територію дослідження.

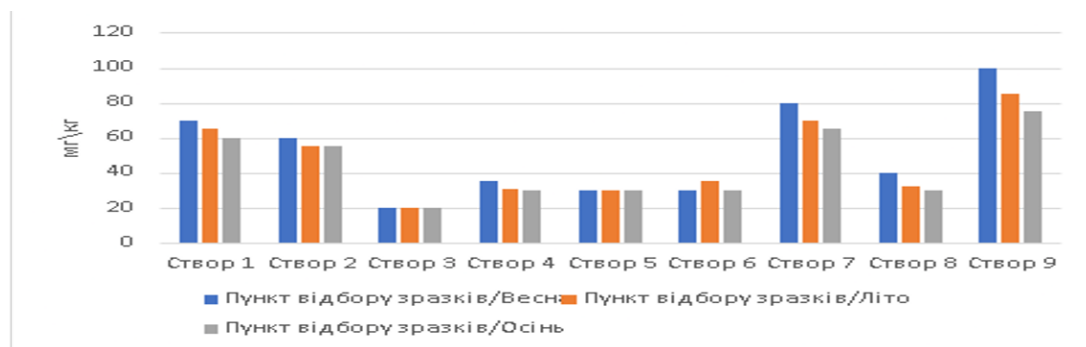


Рис. 3.10 – Порівняльна характеристика вмісту нафтопродуктів у зразках ґрунтів, які було відібрано в різні пори 2021 р.

Загалом, аналіз результатів досліджень вмісту нафтопродуктів у ґрунтах на досліджуваній території показав, що лише декілька станцій перевищують допустимі рівні забруднення ґрунту. Розподіл нафтопродуктів у геологічній системі зберігає основні тенденції як у просторі, так і в часі відповідно до їхніх природних особливостей. Це дає можливість зробити висновок про необхідність проведення моніторингу за рівнем забруднення ґрунту на цій території з метою запобігання можливих негативних наслідків для навколишнього середовища та

здоров'я людей. У літній період спостерігається зниження рівня забруднення у порівнянні з весною, проте деякі ділянки все ще перебувають понад нормою, зокрема створи 1, 2 та 7. Також важливо зазначити, що на деяких ділянках спостерігається збільшення рівня забруднення порівняно з осіннім періодом, наприклад, створ 6 має збільшення з 30 до 35 одиниць. У осінній період спостерігається загальне зниження рівня забруднення в порівнянні з весною, але на деяких ділянках все ще залишається високий рівень забруднення. Зокрема, на ділянці 9 спостерігається високий рівень забруднення нафтопродуктами в обох періодах відбору зразків. Загалом, моніторинг вмісту нафтопродуктів у ґрунті в різні пори року дає можливість оцінити динаміку забруднення даних ділянок та вживати заходів для зменшення рівня забруднення у майбутньому.

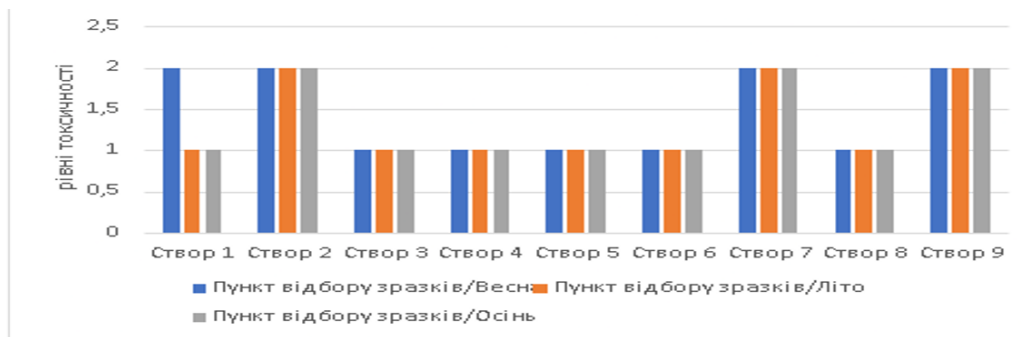


Рис. 3.11 – Значення рівнів фітотоксичності зразків ґрунту, які було відібрано у різні пори 2021 р.

На рис. 3.11, показані значення рівнів фітотоксичності зразків ґрунту, які були відібрані у різні пори 2021 року. За допомогою фітотоксичності визначали забруднені ділянки 1, 2, 7 і 9, що свідчить про залишкову дію нафтопродуктів на ґрунтові організми. Порівняння хімічних і токсикологічних аналізів зразків ґрунту показало, що в ситуації, коли практично відсутні нормативи ГДК нафтопродуктів у ґрунті, доречним і навіть необхідним є використання базового показника їхньої якості (фітотоксичності). З графіка видно, що рівень

фітотоксичності для більшості створів не перевищує 1, що свідчить про невеликий рівень забруднення ґрунту. Однак, на деяких ділянках, зокрема на створах 1, 2, 7 та 9, значення фітотоксичності перевищують 1, що свідчить про наявність забруднень у цих ділянках. Згідно з наданими відомостями, ці ділянки визначені як забруднені нафтопродуктами.

Тому важливо розробляти технології, які б забезпечували ефективну деградацію різних складових нафтопродуктів. Одним з таких методів є використання спеціальних культур мікроорганізмів, які мають високу активність у розкладанні нафтопродуктів. Такі культури можуть бути відібрані з природних джерел або штучно створені шляхом генетичної модифікації. Важливим етапом рекультивації є моніторинг рівня забруднення ґрунту і водних ресурсів на постраждалих територіях. Використання фітотоксикологічних методів дозволяє оцінювати ступінь забруднення і визначати ефективність застосування різних методів рекультивації. У цілому, забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами є серйозною проблемою, яка вимагає комплексного підходу до вирішення. Рекультивація забруднених територій є важливою складовою такого підходу і повинна проводитись з використанням сучасних технологій, які дозволяють ефективно очищувати навколишнє середовище від нафтопродуктів.

### 3.3. Рекомендації щодо усунення вуглеводного забруднення

Вуглеводне забруднення може бути спричинене різними джерелами, такими як промисловість, транспорт та побутове споживання. Ось декілька рекомендацій, які можуть допомогти усунути вуглеводне забруднення в місті Чугуїв:

1. Підтримка використання екологічно чистих джерел енергії. Місто може забезпечувати підтримку встановлення сонячних панелей та вітряних турбін на

дах приватних будинків та на території місцевих підприємств. Це зменшить залежність від вугільних та газових електростанцій, які виробляють вуглеводневе забруднення.

2. Розвиток ефективних систем громадського транспорту. Перехід на електричний транспорт та підвищення рівня пасажирських перевезень можуть зменшити кількість автомобілів на дорогах та внаслідок цього зменшити вуглеводне забруднення повітря.

3. Регулювання промислового виробництва. Місцева влада може встановлювати обмеження на викиди вуглеводневих забруднень підприємствами та вимагати відповідальність від підприємств, які не виконують стандарти викидів в атмосферу та водойми.

4. Сприяння впровадженню програм відновлення зелених зон. Розбудова зелених зон та парків може допомогти зменшити вуглеводне забруднення та забезпечити покращення якості повітря в місті.

5. Залучення місцевих жителів до програми зменшення вуглеводного забруднення. Освіта місцевих жителів щодо впливу вуглеводного забруднення на навколишнє середовище може допомогти зменшити вуглеводне забруднення. Можна проводити кампанії з метою підвищення свідомості про використання енергії та важливість екологічного способу життя, наприклад, просвітницькі лекції та семінари.

6. Використання спеціальних технологій очищення повітря. Наприклад, можна встановлювати спеціальні фільтри на підприємствах та в громадських місцях, які можуть знизити рівень вуглеводного забруднення.

7. Важливо також зазначити, що кожне місто має свої особливості щодо вуглеводного забруднення, тому рекомендації можуть бути різними для різних міст. Рекомендується проводити дослідження та аналіз стану навколишнього середовища, щоб зрозуміти причини забруднення та визначити оптимальні шляхи його усунення.

8. Розробка та виконання екологічних програм та проектів. Міська влада може займатися розробкою та виконанням екологічних програм та проектів, спрямованих на зменшення вуглеводного забруднення. Наприклад, можуть бути запроваджені проекти з використанням альтернативних джерел енергії, розробки технологій зменшення витрат палива на транспорті, та інших ініціатив.

9. Співпраця з підприємствами та громадськими організаціями. Важливо співпрацювати з місцевими підприємствами та громадськими організаціями, щоб разом знайти шляхи зменшення вуглеводного забруднення. Наприклад, підприємства можуть знижувати свої викиди, а громадські організації можуть проводити кампанії з підвищення свідомості населення та залучати громадян до вирішення проблеми вуглеводного забруднення.

10. Регулювання використання транспорту. Велика кількість транспорту, який використовує паливо, є однією з основних причин вуглеводного забруднення в місті. Тому важливо регулювати використання транспорту, наприклад, запроваджувати обмеження на в'їзд до міста для вантажівок та інших транспортних засобів, що мають високий рівень викидів.

## ВИСНОВКИ

1. Оцінка екологічного стану території є важливою задачею, яка передбачає аналіз впливу різних факторів на довкілля та оцінку їх впливу на людей та природні екосистеми. Для вирішення проблем вуглеводного забруднення необхідно проводити регулярний моніторинг екологічного стану території, щоб вчасно виявляти можливі загрози та приймати заходи для їх усунення.

2. На початку 2021 року було проведено обстеження аеродрому у м. Чугуїв та прилеглої території. Площа нафтового забруднення на досліджуваній території становила 32,24 га. Глибина залягання ґрунтових вод у зоні спостереження становила приблизно  $16,0 \pm 1$  м. Загалом на досліджуваній території було виявлено дев'ять осередків забруднення нафтопродуктами. Найбільшим за розміром є осередок, що складається з приблизно 325 розвідувальних свердловин і 10 моніторингових свердловин, пробурених у 2021 році.

3. Вміст нафтопродуктів у зразках підземних вод та ґрунтів було виміряно навесні, влітку та восени 2021 року у всіх 9 визначених осередках вуглеводневого забруднення території аеродрому м. Чугуїв та прилеглої території. Також у зразках ґрунту визначали його фітотоксичні властивості.

4. Найбільш забрудненими осередками, в результаті проведених досліджень у різні пори 2021 року за вмістом нафтопродуктів у зразках підземних вод є 6, 8 та 9 створи, де перевищення сягало 10 ГДК. Перевищення ОДК нафтопродуктів у ґрунтах спостерігалось у 1, 7 та 9 пунктах відбору зразків ґрунту. Зокрема, найбільше перевищення було зафіксовано навесні 2021 року у 9 пункті спостережень і дорівнювало 1,66 ОДК.

5. Фітотоксичні властивості ґрунтів було визначено за допомогою методики біотестування з використанням у якості тест-об'єкта насіння

*Raphanus sativus* L. З отриманих результатів можливо зробити висновок, що найбільший рівень забрудненості мають ґрунти на ділянках 2, 7 та 9, де встановлено 2 рівень забрудненості ґрунтів в усі пори 2021 року.

6. Серед можливих методів очищення території можна виділити фізико-хімічні, біологічні та комбіновані методи. Фізико-хімічні методи включають в себе такі процеси, як адсорбція, окиснення, відновлення, екстракція та деструкція. Біологічні методи базуються на використанні мікроорганізмів, які здатні розкладати забруднюючі речовини. Комбіновані методи включають в себе поєднання різних фізико-хімічних та біологічних процесів.

7. Здійснення оцінки екологічного стану території, що забруднена рідкими вуглеводнями на прикладі м. Чугуїв, показало високий рівень забруднення довкілля цими речовинами. У результаті проведених досліджень було виявлено, що вміст нафтопродуктів у підземних водах перевищує нормативні показники, а також що ґрунти містять значну кількість забруднюючих речовин.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Крайнюков О.М., Кривицька М.І., Крайнюков О.О. Вплив вуглеводневого забруднення на компоненти геосистеми. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2018. С. 361-363.
2. Крайнюков О. М., Некос А. Н. Моніторинг довкілля (Моніторинг нафтогазоносних територій): підруч. Для студ. Вищ. Навч. Закл. худож.-оформлювач В. М. Карасик. Харків: Фоліо, 2015. С. 133-136.
3. ДСТУ 4173-2003. Якість води. Визначення гострої летальної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus і *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea).  
URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=72858](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=72858) (чинний від 01.07.2004).
4. Єфремова О. О., Крайнов І. П. Біотестування. Сучасний стан практичного використання. Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. Кременчук, 2006. №6. С. 27-30.
5. Dorn, P.V., Salanitro J.P. Temporal ecological assessment of oil contaminated soils before and after bioremediation. Chemosphere, 2000. Vol. 40. P. 419-426.
6. З. М. Бешлей, С. В. Бешлей, В. І. Баранов, О. І. Терек. Використання рослинних тест-систем для оцінки токсичності техногенно забруднених субстратів. Вісник Харківського національного аграрного університету. 2014. №1(31). С. 97-102.
7. О. І. Грінченко, С. Л. Губіна, Т. В. Дрожжина. Харківщинознавство : навч. Посіб. Для учнів 8-9 кл. Загальноосвіт. Навч. Закл. за ред. Л. Д. Покроєвої, Т. В. Дрож-жиної; Харківська академія неперервної освіти. Вид. 3-тє: Гімназія, 2011. С. 16-19.

8. ДСТУ ISO 11269-2:2002. Якість ґрунту. Визначання дії забруднювачів на флору ґрунту. Ч.2. Вплив хімічних речовин на проростання та ріст вищих рослин (ISO 11269-2:1995, IDT).

URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=58940](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=58940) (чинний від 01.07.2004).