

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

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТЕРИТОРІЇ, ЯКА ПІДДАНА ВУГЛЕВОДНЕВОМУ ЗАБРУДНЕННЮ

(на прикладі м. Миргород)

Виконав: студент 4 курсу, групи ДЕ-42

спеціальності : 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Автор _____ / Олександр ХРИСТЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Керівник _____ / проф. Олексій КРАЙНЮКОВ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Рецензент _____ / _____

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри _____ / проф. Алла НЕКОС

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ / Марина ЩОКІНА

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____ / Світлана БУРЧЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Харків – 2023 рік

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)

Олександр ХРИСТЕНКО

(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи «Екологічна оцінка території, яка піддана вуглеводневому забрудненню (на прикладі м. Миргород)»

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

затвержені 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. Здійснити характеристику впливу забруднення нафтопродуктами територій.
2. Опрацювати методика визначення фітотоксичності ґрунтів, вмісту нафтопродуктів у ґрунтах та підземних водах.

3. Провести експериментальні дослідження з визначення вмісту нафтопродуктів у підземних водах та рівня фітотоксичності в ґрунтах у межах досліджуваної території.
4. Зробити аналіз отриманих даних про рівень забруднення ґрунтового покриву та підземних вод, розробити рекомендації щодо поліпшення стану довкілля.
5. Зробити висновки від зробленої роботи та узагальнити і охарактеризувати отримані дані.

4. План роботи

| № з/п | Назви етапів роботи |
|-------|--|
| 1 | Огляд літературних джерел щодо проблеми вуглеводневого забруднення довкілля. |
| 2 | Обґрунтування методів та відбір методик проведення дослідження. |
| 3 | Обробка та аналіз результатів досліджень впливу нафтопродуктів на досліджувану територію. |
| 4 | Розробка рекомендації щодо природоохоронних заходів з відновлення стану локальної екосистеми, забрудненої нафтопродуктами. |
| 5 | Формування загальних висновків кваліфікаційної роботи. |
| 6 | Оформлення списку літературних джерел згідно встановлених вимог. |

5. Дата видачі завдання 08 травня 2022 р.

Студент

підпис

Олександр ХРИСТЕНКО

ім'я і прізвище

Керівник роботи

підпис

проф. Олексій КРАЙНЮКОВ

посада, ім'я і прізвище

АНОТАЦІЯ

**ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТЕРИТОРІЇ, ЯКА ПІДДАНА
ВУГЛЕВОДНЕВОМУ ЗАБРУДНЕННЮ**

(на прикладі м. Миргород)

Олександр ХРИСТЕНКО

Кваліфікаційна робота «Екологічна оцінка території, яка піддана вуглеводневому забрудненню (на прикладі м. Миргород)» містить 42 сторінок, 3 розділи, 3 таблиці, 11 рисунків, 2 формули, 18 використаних джерел.

Мета роботи: виявлення джерел забруднення нафтопродуктами територій дослідження (на прикладі м. Миргород).

Актуальність теми. Обумовлено тим що вуглеводневе забруднення може призвести до серйозних наслідків для здоров'я людей та навколишнього середовища. Також слід зазначити, що вуглеводневі ресурси є важливим елементом світової економіки, і їх експлуатація може мати значний вплив на соціально-економічний розвиток регіонів та країн.

Завдання дослідження передбачали визначення місцезнаходження джерел забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами, картування ділянок ґрунтів та ґрунтових вод, які забруднені нафтопродуктами та визначення рівня забрудненості нафтопродуктами.

Методи. Визначення вмісту нафтопродуктів у підземних водах і ґрунтах та визначення рівнів фітотоксичності на досліджуваній території.

Результати. Для досліджень було обрано три пункти спостереження на територію м. Миргород. Визначено, що в усіх пунктах спостереження виявлено перевищення норм вмісту нафтопродуктів в підземних водах та ґрунтах і визначено рівень фітотоксичності.

ВУГЛЕВОДНЕВЕ ЗАБРУДНЕННЯ, НАФТОПРОДУКТИ, РІВЕНЬ
ФІТОТОКСИЧНІСТЬ, ПІДЗЕМНІ ВОДИ, ҐРУНТИ

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE SUBJECTED TERRITORY HYDROCARBON POLLUTION

(on the example of the city of Myrhorod)

Oleksandr KHRYSTENKO

Diploma work on the topic "Ecological assessment of the territory exposed to hydrocarbon pollution (on the example of the city of Myrhorod)" contains 42 pages, 3 chapters, 3 tables, 11 figures, 2 formulas, 18 used sources.

The purpose of the work: identifying the sources of oil pollution in the research areas (on the example of the city of Myrhorod).

Actuality of theme. It is due to the fact that hydrocarbon pollution can lead to serious consequences for human health and the environment. It should also be noted that hydrocarbon resources are an important element of the world economy, and their exploitation can have a significant impact on the socio-economic development of regions and countries.

The tasks of the research involved determining the location of sources of environmental pollution by petroleum products, mapping the areas of soil and groundwater contaminated by petroleum products, and determining the level of pollution by petroleum products.

Methods. Determination of the content of oil products in underground water and soil and determination of phytotoxicity levels in the studied area.

The results. Three observation points on the territory of Myrhorod were chosen for research. It was determined that in all monitoring points, exceeding the limits of oil products in underground waters and soils was detected, and the level of phytotoxicity was determined.

HYDROCARBON POLLUTION, OIL PRODUCTS, LEVEL OF
PHYTOTOXICITY, GROUNDWATER, SOILS.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 7 |
| РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД | 9 |
| РОЗДІЛ 2 МЕТОДОЛОГІЯ, ТЕХНОЛОГІЯ ЕКОЛОГО-ГЕОЛОГІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ | 15 |
| РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ВУГЛЕВОДНЕВОГО ЗАБРУДНЕННЯ (на прикладі м. Миргород)..... | 20 |
| 3.1. Геологічна будова, геоморфологічне положення..... | 20 |
| 3.2. Дослідження рівня вуглеводневого забруднення компонентів ландшафту території м. Миргород..... | 22 |
| 3.3. Рекомендації щодо усунення нафтохімічного забруднення території м. Миргород..... | 34 |
| ВИСНОВКИ..... | 37 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 40 |

ВСТУП

Моя робота містить відомості та висновки про перспективи та шляхи вирішення екологічної проблеми ліквідації скупчення нафтопродуктів на території м. Миргород.

Забруднення природного середовища нафтопродуктами є однією з складних екологічних проблем нашого часу, оскільки воно поширюється повсюдно, має багато джерел та є екологічно небезпечним для геосистем. Ця проблема є особливо гострою та актуальною в умовах зростаючої інтенсифікації видобування вуглеводневої сировини в регіонах, які вже зазнали значного впливу людської діяльності.

Забруднення природного середовища нафтопродуктами стосується не тільки екологічних аспектів, але й має суттєві соціально-економічні наслідки. Воно може негативно вплинути на місцеві спільноти, рибальство, сільське господарство, туризм та інші галузі.

Зростаюча світова залежність від нафтопродуктів і збільшення споживання енергії призводять до збільшення ризику забруднення. Розвиток альтернативних джерел енергії та енергоефективність стають важливими напрямками для зменшення цього ризику.

Основним джерелом вуглеводневого забруднення є видобуток, переробка та транспортування нафти та природного газу. Ці процеси можуть призвести до випадкових розливів, витоків та викидів нафтопродуктів в довкілля, що призводить до забруднення повітря, води та ґрунту відходами вуглеводнів. Крім цього, споживання нафти та газу для енергетичних потреб може викликати викиди вуглеводнів в атмосферу, що також може негативно вплинути на довкілля. Вуглеводневе забруднення також може бути спричинене пожежами в нафтових та газових свердловинах та викидами з суден, що перевозять нафту та інші нафтопродукти.

Вуглеводневе забруднення може мати негативний вплив на флору та фауну

на різних рівнях. Розливи нафти та інших нафтопродуктів можуть спричинити забруднення ґрунту, що може призвести до смерті рослин та тварин. Окрім того, надмірна експлуатація родючих ґрунтів під забруднені культури також може знизити рівень фертильності ґрунту та знизити рівень біорізноманіття.

Вуглеводневе забруднення може також мати негативний вплив на рослини та тварин через забруднення повітря. Забруднення повітря вуглеводневими речовинами може призвести до зниження фотосинтетичної активності рослин, зменшення їхнього росту та зниження рівня врожайності.

Вуглеводневі речовини можуть також потрапляти до водних джерел через розливи, викиди або неконтрольоване скидання водойми. Це може призвести до забруднення води та зниження її якості. Рослини, що залежать від води, такі як рослини, що ростуть на берегах річок та озер, можуть зазнавати негативного впливу забрудненої води.

Із огляду проблем пов'язаних із вуглеводневим забрудненням, я саме і обрав дану тему аби можливо було переконатися у важливості цієї теми за допомогою власних дослідів та аналізу літературних джерел про вуглеводневе забруднення.

Програма робіт передбачає огляд літературних джерел щодо проблеми вуглеводневого забруднення довкілля, визначення місцезнаходження джерел забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами, картування ділянок ґрунтів та ґрунтових вод, які забруднені нафтопродуктами, вивчення шляхів руху втрачених нафтопродуктів у геологічному середовищі та визначення напрямків проведення заходів по локалізації осередків забруднення та реабілітації забруднених ділянок та розробки рекомендацій щодо природоохоронних заходів з відновлення стану локальної екосистеми, забрудненої нафтопродуктами.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Підприємства, які розташовані в певних районах, можуть стати небезпечними джерелами забруднення території через утворення локальних плям нафтопродуктів, які називаються "техногенні поклади". Загальна площа таких плям в Україні становить 30 тис. га. Техногенні поклади формуються в результаті витоків техногенних потоків від об'єктів нафтогазової галузі, складів паливно-мастильних матеріалів та аварійних витоків нафтопродуктів. Утворення плям нафтопродуктів у геологічному середовищі може стати небезпечним джерелом забруднення ґрунтів у зоні аерації, підземних вод, свердловин питної води та водних об'єктів, що знаходяться нижче від техногенного джерела забруднення [1 – 3].

У своїй роботі, Г. І. Рудько запропонував методологію управління екологічною безпекою геологічного та суміжних середовищ у межах техноприродних екосистем, що є фундаментальною. Згідно з автором, геологічне середовище повинно розглядатися з точки зору ресурсного потенціалу, включаючи корисні копалини, необхідні для забезпечення потреб суспільства в сировині та енергії. Рудько визначає екологічну безпеку техноприродних екосистем як стан, що дозволяє системі функціонувати без порушення гомеостазу. Один з критеріїв, який допомагає оцінити екологічний стан геологічного середовища – це "екологічна ємність", яка є інтегральним показником процесів, що відбуваються в середовищі та створюють відповідні умови функціонування техноприродних геосистем [1 – 3].

Забруднення геологічного та суміжних середовищ вуглеводневими речовинами має особливості, оскільки нафтопродукти мають склад, який складається з багатьох компонентів з різноманітним хімічним складом. Вміст легких циклічних вуглеводнів, твердих парафінів, смол, асфальтенів та сірки є основними характеристиками складу нафтопродуктів, які визначають їх вплив

на екологічний стан території і на біотичну складову екосистем. Легка фракція нафтопродуктів включає прості низькомолекулярні метанові вуглеводні (алкани), нафтенові вуглеводні (циклопарафіни) та ароматичні вуглеводні. Метанові вуглеводні, які мають наркотичні властивості, можуть викликати токсичну дію на організми ґрунту та водних екосистем. Циклічні вуглеводні включають нафтенові та ароматичні вуглеводні. Загальний вміст нафтових вуглеводнів у складі нафтопродуктів зазвичай змінюється від 35 до 60%, а вміст ароматичних вуглеводнів складає від 20 до 40%, основна маса яких належить бензолу. Компоненти ароматичних вуглеводнів відомі своєю токсичністю.

Наслідки забруднення природного середовища вуглеводнем залежать від декількох факторів, зокрема від кількості та складу нафтопродуктів, а також від взаємодії абіотичних умов та біотичної складової екосистеми. Екосистема може адаптуватися до вуглеводневого навантаження або деградувати, залежно від сукупної дії цих факторів. При вуглеводневому забрудненні території можуть створюватися техногенні міграційні потоки нафтопродуктів, які основним чином впливають на ґрунти, підземні та поверхневі води [1 – 3].

Основними джерелами забруднення геологічного середовища нафтопродуктами є розливи та викиди нафтопродуктів, а також стічні води нафтохімічних підприємств. Порушення екологічної рівноваги в геосистемі та зниження продуктивності земель є негативними наслідками забруднення ґрунтів нафтопродуктами. Зміна морфологічних характеристик та фізико-хімічних властивостей ґрунтів може призвести до загрози потрапляння нафтопродуктів у підземні та поверхневі води [1 – 3].

Забруднення нафтопродуктами може викликати склеювання структурних частин ґрунту нафтою, що призводить до зростання в'язкості та щільності ґрунтової маси та погіршення його повітряно-водного режиму. Ґрунти, просочені емульсією нафтопродуктів, можуть втратити здатність вбирати та утримувати вологу. Забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами може порушити вуглецево-азотний баланс та призвести до зміни окисно-

відновлювального потенціалу. Витоки нафтопродуктів з високим вмістом важких фракцій вуглеводнів можуть утворювати щільну, в'язку бітумінозну кірку на поверхні ґрунту, що утруднює газообмін між атмосферою та ґрунтом [1 – 3].

За даною темою проводилися численні дослідження, які вивчали наслідки техногенних катастроф, які сталися через витік нафти або інших нафтопродуктів. Дослідження включали в себе такі теми, як наслідки забруднення ґрунтів і водних ресурсів, екологічні наслідки на біорізноманіття та людське здоров'я, методи очищення забруднених територій та ефективність таких методів [1 – 3]. Деякі з проведених досліджень включають:

1. «Наслідки витоку нафти на донський басейн» – це дослідження, проведене науковцями з Інституту геохімії та хімії природних вод Академії наук України. Дослідження вивчало наслідки витоку нафти від підводного нафтового свердловини на Донецькому басейні.

2. «Відновлення забруднених ґрунтів нафтопродуктами за допомогою мікробіологічних методів» – це дослідження, проведене науковцями з Національного університету «Львівська політехніка». Дослідження вивчало ефективність мікробіологічних методів очищення забруднених ґрунтів нафтопродуктами.

3. «Вплив нафтового забруднення на біорізноманіття в морських екосистемах» – це дослідження, проведене науковцями з Університету штату Флорида. Дослідження вивчало наслідки витоку нафти в Мексиканській затоці на біорізноманіття морських екосистем.

4. «Екологічні наслідки забруднення нафтою для людини» – це дослідження, проведене науковцями з Каліфорнійського університету в Берклі. Дослідження вивчало наслідки витоку нафти від платформи Deerwater Horizon в Мексиканській затоці на здоров'я людей, які проживають у забруднених районах.

5. «Методи очищення забруднених територій нафтопродуктами» – це

дослідження, проведене науковцями з Університету Массачусетса. Дослідження вивчало ефективність різних методів очищення забруднених територій нафтопродуктами, таких як біологічний розклад, фізико-хімічні методи та інші.

Ці дослідження та інші подібні дослідження забезпечують наукову базу для розробки та впровадження ефективних заходів щодо запобігання забрудненню територій нафтопродуктами, а також забезпечують необхідні знання для вирішення проблем, пов'язаних з відновленням територій, що були забруднені нафтопродуктами [1 – 3].

Також у своїй роботі хочу виділити відомих вчених, які працюють у галузі дослідження забруднення території нафтопродуктами, що включає:

- Джеймс М. Бріджес – відомий американський еколог, який працює над проблемами забруднення території нафтопродуктами.
- Роберт Д. Буллард – американський активіст, який працює у галузі екології та соціальної справедливості, і часто звертає увагу на наслідки забруднення території нафтопродуктами для менш розвинених районів та екологічно чутливих груп населення.
- Рахман Вернер – німецький геохімік, який працює над проблемами забруднення навколишнього середовища та його впливу на здоров'я людей.
- Жак Хельфі – французький геолог та геохімік, який зосереджується на вивченні наслідків забруднення нафтопродуктами на довкілля та здоров'я людей.
- Марк Зобек – американський інженер, який розробляє технології очищення забруднених територій нафтопродуктами та забезпечує практичну реалізацію наукових досліджень у цій області.

Це лише декілька імен з числа вчених, які працюють над проблемами забруднення території нафтопродуктами. Дослідження, які вони проводять, важливі для забезпечення наукової бази для прийняття рішень щодо запобігання забрудненню та відновленню забруднених територій.

Також для усвідомлення рівня проблеми я хочу привести приклади

екологічних катастроф від нафти та нафтопродуктів. на жаль, в історії відомо багато великих забруднень нафтою та нафтопродуктами, які призвели до серйозних екологічних та економічних наслідків [1 – 3]. Ось кілька прикладів:

1. Катастрофа нафтового танкера Exxon Valdez: У 1989 році танкер Exxon Valdez потонув поблизу узбережжя Аляски, розломивши більше 40 мільйонів літрів нафти. Забруднення нафтою стало одним з найбільших в історії США та призвело до серйозних наслідків для місцевих екосистем та економіки.

2. Катастрофа нафтової платформи Deepwater Horizon: У 2010 році нафтова платформа Deepwater Horizon на Мексиканській затоці зазнала вибуху та затонула, викинувши більше 700 мільйонів літрів нафти в океан. Це призвело до серйозного забруднення Мексиканської затоки та нанесло значну шкоду місцевому рибальству та туристичній галузі.

3. Забруднення дельти Нігера: Від діяльності нафтової промисловості в дельті Нігера в Африці страждають місцеві екосистеми та населення. Необхідність перекачувати нафту по трубопроводах, які пролягають через місцеві села та поля, часто призводить до виливів нафти та забруднення мінеральної води. За даними досліджень, від 1958 по 2018 роки в результаті витоків та виливів було втрачено більше 240 мільйонів барелів нафти.

4. Забруднення річки Амазонка: У 2016 році нафтопровід було пошкоджено в результаті повені в департаменті Амазонас в Перу. Це призвело до витоків більше 3000 барелів нафти в річку Амазонку та серйозного забруднення водойми. Це масштабне забруднення нафтою мало серйозний вплив на здоров'я та економіку місцевого населення.

5. Забруднення Чорного моря: У 1994 році в результаті аварії нафтоперекачувального танкера "Адмірал Нахімов" було викинуто більше 6000 тонн нафти в Чорне море. Це забруднення нафтою призвело до серйозного впливу на здоров'я місцевих мешканців та на екологічний стан Чорного моря.

Ці приклади є лише декількома з багатьох забруднень нафтою та нафтопродуктами, які сталися в історії людства. Всі вони показують серйозний

вплив таких забруднень на екосистеми, здоров'я та економіку людей, а також необхідність розвитку технологій та підходів до запобігання та боротьби з такими катастрофами [1 – 3].

І як для узагальнення можна прийти до висновку, що забруднення територій нафтопродуктами є серйозною проблемою, яка може мати далекосяжні наслідки для екосистем, здоров'я та економіки людей. Більшість забруднень нафтою стаються через людські дії, такі як аварії та недбалість під час транспортування та зберігання нафти. Ці забруднення можуть мати довгостроковий вплив на природні ресурси та здоров'я людей, тому їх необхідно запобігати та ефективно боротися з ними [1 – 3].

Щоб зменшити ризики забруднення нафтою територій, необхідно вдосконалювати технології перевезення та зберігання нафти, забезпечувати відповідне навчання персоналу, який займається цими питаннями, та вдосконалювати системи нагляду та контролю. Крім того, необхідно розробляти та впроваджувати більш безпечні та екологічно чисті джерела енергії, такі як вітро- та сонячні електростанції, щоб зменшити залежність від нафтопродуктів [1 – 3].

В цілому, забруднення територій нафтопродуктами є серйозною загрозою для природного середовища та здоров'я людей, тому необхідно приділяти належну увагу запобігання та боротьбі з цією проблемою [1–3].

РОЗДІЛ 2

МЕТОДОЛОГІЯ, ТЕХНОЛОГІЯ

ЕКОЛОГО-ГЕОЛОГІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

Для відбору проб ґрунту використовували різні методи в залежності від ступеня однорідності пробної площадки. Для менш однорідних ділянок використовували об'єднані проби, які одержували шляхом змішування точкових проб, відібраних на одній пробній площадці за допомогою методу конверта. Точкові проби відбирали на глибині до 20 см. Для відбору проб використовували бороздковий спосіб зі стінок прикопки, допомагаючись спеціальними технічними засобами. Після відбору проб, ґрунт очищували від коріння рослин та сторонніх домішок, розміщували у щільні паперові пакети та маркували їх номером і місцем відбору. Проби ґрунту для вимірювання вмісту нафтопродуктів відбирали масою не менше 0,250 кг, а для визначення фітотоксичності – масою не менше 1 кг [4].

Методологія експерименту для оцінки фітотоксичності ґрунтів шляхом використання насіння вищих рослин.

Мета дослідження: використовувати експериментальний метод на основі культивування насіння вищих рослин для виявлення фітотоксичності ґрунтів. Хід дослідження: Для оцінки токсичності ґрунтів на вищих рослинах використовується метод біотестування. У цьому підході забирають зразки ґрунту, які звільняють від сторонніх домішок, подрібнюють і просіюють крізь сито з порами діаметром 1 мм. Далі, розподіляють тонким шаром на аркуші паперу або кальки у вигляді квадрата чи прямокутника і поділяють на 4 частини. Потім дві протилежні частини ґрунту змішують в одну купу та повторюють цю операцію до тих пір, доки вага зразка ґрунту не буде дорівнювати 100 г. Отриману наважку ґрунту переносять у колбу з притертою пробкою, додають дистильовану воду у співвідношенні 1:1 і збовтують вміст колби за допомогою струшувача протягом 1,5 год.

Для встановлення токсичності ґрунту, порівнюють інтенсивність росту рослин у водній витяжці з ґрунту (дослід) з контрольним варіантом, в якому рослини утримуються у воді. Критерієм токсичності є зниження на 20 і більше відсотків довжини проростків і (або) коренів рослин у досліді порівняно з контрольним варіантом, після 96 годин біотестування.

Після збірки водної витяжки з ґрунту в колбі, її переносять до центрифужного стакану і центрифугують при швидкості 2000 оборотів на хвилину впродовж 10 хвилин. Після центрифугування водну витяжку з центрифужних стаканів переносять у нову колбу з притертою пробкою і використовують для проведення біотестів. Якщо необхідно зберегти водні витяжки, їх можна зберігати у холодильнику при температурі $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ не більше ніж 24 години. Перед проведенням біотестів охолоджені водні витяжки потрібно нагріти до кімнатної температури $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Для проведення біотестів використовують насіння різних видів вищих рослин, таких як *Raphanus sativus* L., *Zea mays* L., *Avena sativa* L. Для кожного біотесту необхідно взяти 35-50 насінин в залежності від їх розміру. В 100-мілілітровий стакан додають 10 кубічних сантиметрів водної витяжки з ґрунту (дослідний зразок) і такий же обсяг дехлорованої питної води (контрольний зразок). Вміст кожного стакана ретельно перемішують перед проведенням біотестів.

Після 24-годинного витримування у термостаті, насіння з дослідних та контрольних склянок розкладають окремо у чашки Петрі. Насіння з дослідних склянок поміщають на фільтрувальний папір, зволожений водною витяжкою, а насіння з контрольних склянок - на фільтрувальний папір, зволожений питною водою. Далі, чашки Петрі з насінням розташовують у термостаті і залишають їх там протягом 72 годин за температури $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Після закінчення біотестування проводять вимірювання довжини коренів та проростків у контрольних та дослідних зразках.

Після вимірювання довжини коренів і проростків вищих рослин, їх середнє

арифметичне значення визначається окремо для досліду та контролю. Для розрахунку відсоткової різниці довжини коренів (проростків) у досліді відносно контролю використовується формула 2.1,

$$A = ((X_k - X_d)/X_k) \times 100, \quad (2.1)$$

де A – це відсоток різниці довжини коренів (проростків) у досліді відносно контролю;

X_k – це середнє арифметичне довжини коренів (проростків) у контролі в сантиметрах;

X_d – це середнє арифметичне довжини коренів (проростків) у досліді в сантиметрах.

Якщо A становить 20% або більше, то ґрунт вважається токсичним.

Для визначення придатності насіння вищих рослин до біотестування, встановлюється концентрація розчину еталонної речовини, що спричинює зменшення довжини коренів і/або проростків на 20% за 96 годин біотестування (ЕК₂₀₋₉₆).

Відповідно до стандарту ДСТУ 6417-72, для біотестування використовують фенол (C₆H₅OH) як еталонну речовину. Початковий розчин містить 1 г/дм³ C₆H₅OH, для його підготовки використовують дистильовану воду. Серію розчинів готують з вихідного розчину з концентрацією від 100 до 200 мг/дм³ C₆H₅OH з кроком 25 мг/дм³, застосовуючи дехлоровану питну воду. Біотестування розчинів проводять протягом 96 годин згідно з описаною вище процедурою. За результатами розраховують ЕК₂₀₋₉₆.

Якщо отримана величина ЕК₂₀₋₉₆ знаходиться в експериментально визначеному діапазоні реакції тест-об'єкта, що складає 89,5-194,5 мг/дм³ C₆H₅OH, то партію насіння вважають придатною до біотестування.

У випадку, якщо ЛК₂₀₋₉₆ C₆H₅OH не потрапляє в зазначений діапазон реакції, то партію насіння замінюють на нову. Рекомендується використовувати

насіння з схожістю не менше 90%.

Контролюють відтворюваність результатів визначення токсичності, порівнюючи результати двох вимірювань ефективної концентрації (EK_1 , EK_2). Щоб визначення було вважатись задовільним, різниця між EK_1 та EK_2 повинна бути не більше нормативу оперативного контролю відтворюваності результатів, який на довірчій ймовірності $P=0,95$ становить 74 мг/дм^3 фенолу.

Результати визначень токсичності задовільні за умови:

$$(EK_1 - EK_2) \leq D, \quad (2.2)$$

У таблиці 2.1 наведені параметри похибки при одиночному вимірюванні токсичності.

Таблиця 2.1

Характеристики похибки одиночного визначення токсичності

| EK20-96, мг/дм ³ фенолу | Найбільше можливе значення середнього квадратичного відхилення випадкової складової похибки (показника відтворюваності) σ (Δ^0) мг/дм ³ | Границі інтервалу, в яких похибка визначень токсичності знаходиться з довірчою ймовірністю $P = 0,95$ | |
|---------------------------------------|---|---|-----------------|
| | | $\pm\Delta$, мг/дм ³ | $\pm\delta$, % |
| 142 | 26,8 | 52,5 | 37,0 |

Запропоновано використовувати показник "ступінь забрудненості ґрунтів" для оцінки небезпеки забруднення ґрунтів, що відповідає рівням пригнічення ростових процесів. Коефіцієнт забрудненості ґрунтів (КЗГ) є кількісною характеристикою, яка диференціюється за рівнями пригнічення ростових процесів.

Таблиця 2.2 містить класифікацію якості ґрунтів в залежності від ступенях забрудненості.

Таблиця 2.2

Класифікація якості ґрунтів за ступенем забрудненості

| Клас якості Ґрунтів | Рівень забрудненості ґрунтів | Рівні пригнічення ростових процесів (фітотоксичний ефект), % | Ступінь забрудненості ґрунтів, Кзг |
|------------------------|---------------------------------|---|--|
| I | Незабруднені | 0-20 | 1,1 |
| II | Слабко | 20,1-40 | 1,2 |
| III | Помірно | 40,1-60 | 1,3 |
| IV | Брудні | 60,1-80 | 1,4 |
| V | Дуже брудні | 80,1-100 | 1,5 |

Перевагою даного методу є можливість не лише виявити наявність фітотоксичного ефекту, а й оцінити ризик забруднення ґрунтів токсичними речовинами, визначивши кількісний показник забрудненості ґрунтів в залежності від рівнів пригнічення ростових процесів [5].

Для отримання проб підземних (ґрунтових) вод у населених пунктах використовувалися шахтні колодязі, водозабірні колонки та природні джерела. Відбір проб здійснювався з урахуванням місцевого рельєфу та був зосереджений на пробних площадках, що знаходилися у напрямку потоку підземних вод [6 – 8].

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ВУГЛЕВОДНЕВОГО ЗАБРУДНЕННЯ

(на прикладі м. Миргород)

3.1. Геологічна будова, геоморфологічне положення

Полтавська область, розташована в середній частині України, має цікаву геологічну будову. Територія області складається з різних геологічних відкладів, що були утворені протягом мільйонів років [9].

У Полтавській області переважають дві головні геологічні формації: осадові відклади і вулканічні породи. Осадові відклади включають в себе вапняки, глини, піски та сланці. Вони утворилися в результаті відкладання матеріалу на дні морів, озер і річок, які існували на території області протягом геологічної історії. Ці осадові відклади можна знайти на плато і в долинах річок [9].

Також на території Полтавської області зустрічаються вулканічні породи. Вони утворюються в результаті вивержень вулканів і включають в себе базальти, андезити та різні туфи. Ці вулканічні породи є свідченням давніх вулканічних активностей, які мали місце на цій території у минулому [9].

Окрім осадових відкладів і вулканічних порід, на території області також зустрічаються різні ґрунти. Наприклад, чорноземи — один з найродючіших ґрунтів, який часто використовується для сільського господарства [9].

У Полтавській області можна знайти також корисні копалини, такі як вугілля, кам'яне вугілля, нафта, газ, кам'яна сіль та інші. Вони використовуються для енергетики, хімічної промисловості та інших галузей [9].

У Полтавській області розташовані декілька видобувних промислових родовищ. Наприклад, в районі селища Сиротине знаходиться родовище вуглеводнів, де видобувається нафта та газ. Ця область має значний потенціал

для розвитку нафтово-газової промисловості [9].

Також на території області розташовані родовища кам'яного вугілля. Вугілля видобувається у декількох кар'єрах, зокрема в районі Полтави та Кременчука. Кам'яне вугілля є важливим джерелом енергії та використовується як паливо в теплоенергетиці та промисловості [9].

Крім цього, на території Полтавської області також знаходяться родовища кам'яної солі. Найбільш відомим з них є Солотвинське родовище, що розташоване у районі міста Лубни. Кам'яна сіль використовується як сировина в хімічній промисловості, виробництві добрив та інших сферах [9]. З геологічного погляду Полтавська область є цікавою і різноманітною. Її геологічна будова відображає складну історію формування та розвитку цієї території протягом багатьох мільйонів років. Це створює потенціал для різних галузей промисловості, включаючи видобувну промисловість, будівництво та сільське господарство [9].

У своєму дослідженні я обрав територію міста Миргород. Щодо геологічної будови та геоморфологічного положення цього міста, варто відзначити наступне [10].

Геологічна будова Миргорода та його околиць відображається в осадових відкладах, що виникли протягом третинного періоду мезозою та четвертинного періоду кайнозою. На території міста та його найближчих довколишніх районів переважають піски, глини, сланці та вапняки [10].

Основними осадовими породами у цій області є піски, які відклалися в результаті діяльності водних потоків, річок та морських заток. Глини та сланці також поширені і є свідченням давнього водного середовища [10].

Крім того, в геологічній будові Миргорода варто згадати про наявність джерел та мінеральних вод. Миргород славиться своїми лікувальними джерелами, зокрема "Миргородською", яка має високий зміст мінералів та використовується для лікувальних цілей [10].

Що стосується геоморфологічного положення, Миргород розташований на

Полтавській височині. Це рельєфна одиниця, що характеризується плоскими або слабо хвилястими поверхнями, замкнутими долинами річок і їх приток, а також розчленованими балками [10].

У геоморфологічному відношенні, Миргород знаходиться в середньому частково розчленованому ландшафті, характерному для Полтавської височини. Це рівнинна місцевість з невеликими підйомами та западинами, утвореними річковими долинами [10].

Одним із найбільш відомих геоморфологічних об'єктів в районі Миргорода є долина річки Камишинки, яка протікає через місто [10].

3.2. Дослідження рівня вуглеводневого забруднення компонентів ландшафту території міста Миргород

У 2021 році було проведено дослідження території, у місті Миргород, а також її прилеглих ділянок.

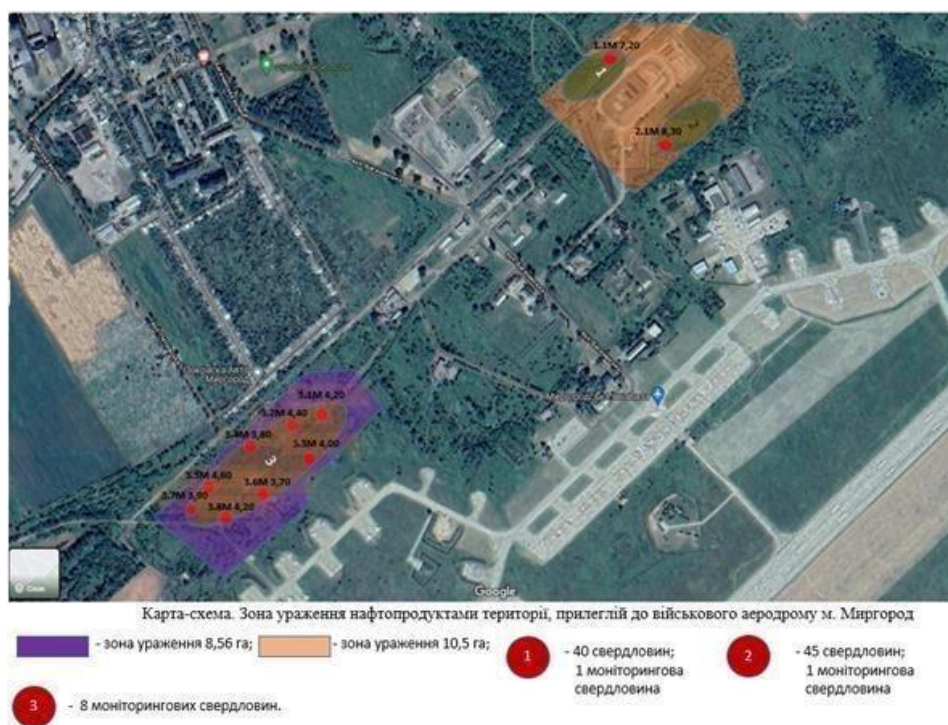


Рис.3.1 – Карта-схема. Територія дослідження, яка підвергнута забрудненню нафтопродуктами

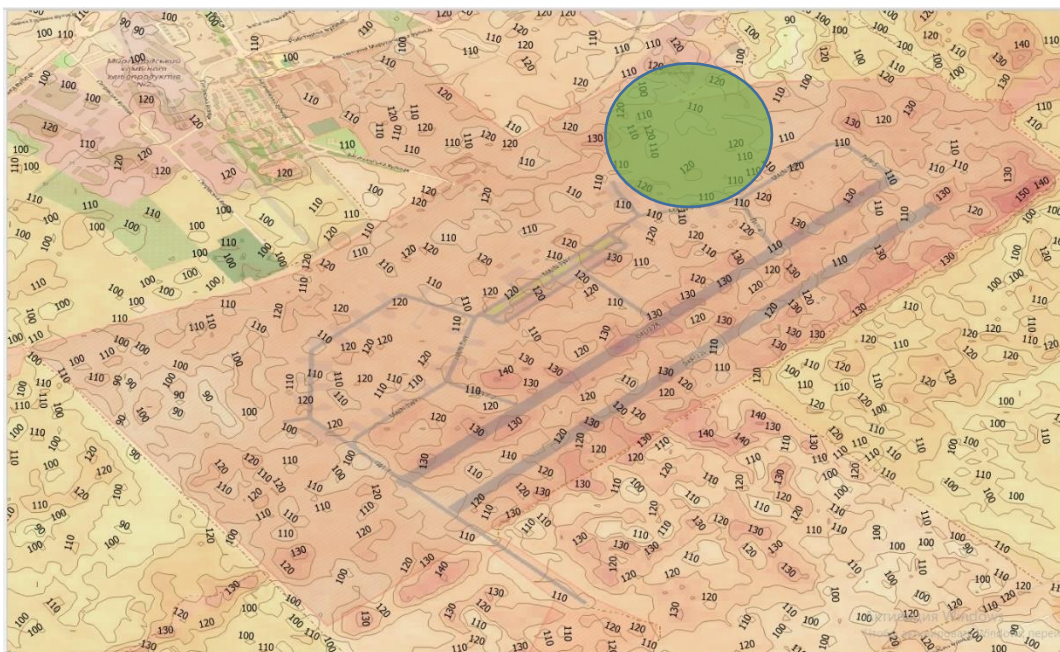


Рис. 3.2 – Район дослідження, з перспективною ділянкою для подальшого обстеження території, яка підлегла нафтопродуктовому забрудненню

Результати показали, що загальна площа пошкодження нафтопродуктами складає 19,1 га. На рис. 3.1, 3.2 можна побачити схему досліджуваної території та прилеглих ділянок. Глибина ґрунтових вод становить близько 14 м. В процесі дослідження ділянок 1 та 2 створу, було проведено біля 40 свердловин у кожному створі до початку еколого-геологічного дослідження у 2021 році, та ще одну моніторингову свердловину під час поточних досліджень. У ділянці 3, під час еколого-геологічних досліджень у 2021 році були пробурені 8 моніторингових свердловин.

Середній вміст нафтопродуктів у підземних водах за три пори року (весна, літо, осінь) наведено на рис. 3.3-3.5.

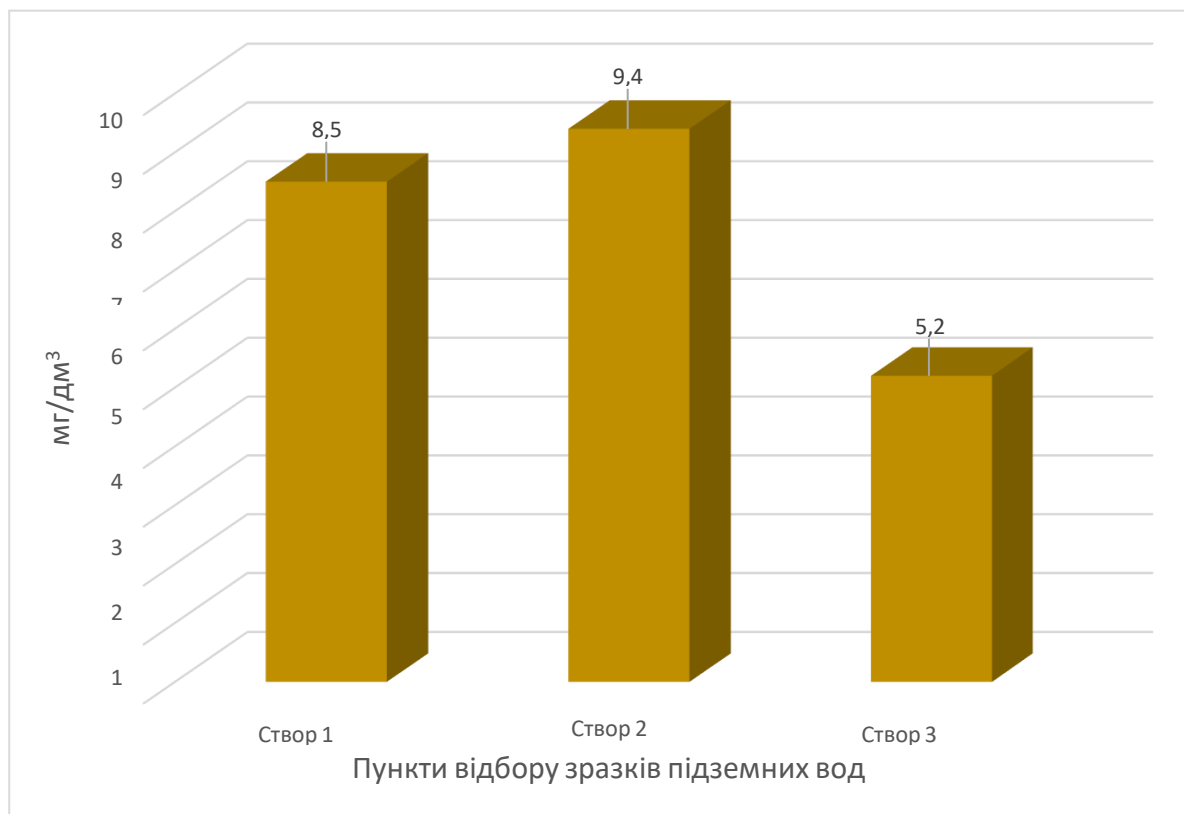


Рис. 3.3 – Усередненні значення вмісту нафтопродуктів у зразках підземних вод, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за весняний сезон

За результатами визначення середнього значення вмісту нафтопродуктів у підземних вод, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за весняний сезон можна прийти до висновків що перший створ має $8,5 \text{ мг/дм}^3$, це перевищує ГДК більше а ніж у двадцять вісім разів (за ГДК – $0,3 \text{ мг/дм}^3$) [11 – 14].

Другий створ має найбільший рівень вмісту нафтопродуктів що сягає $9,4 \text{ мг/дм}^3$, це перевищує ГДК більше а ніж у тридцять один раз (за ГДК – $0,3 \text{ мг/дм}^3$).

Третій створ має найменший рівень вмісту нафтопродуктів, а саме $5,2 \text{ мг/дм}^3$, це перевищує ГДК у сімнадцять разів (за ГДК – $0,3 \text{ мг/дм}^3$).

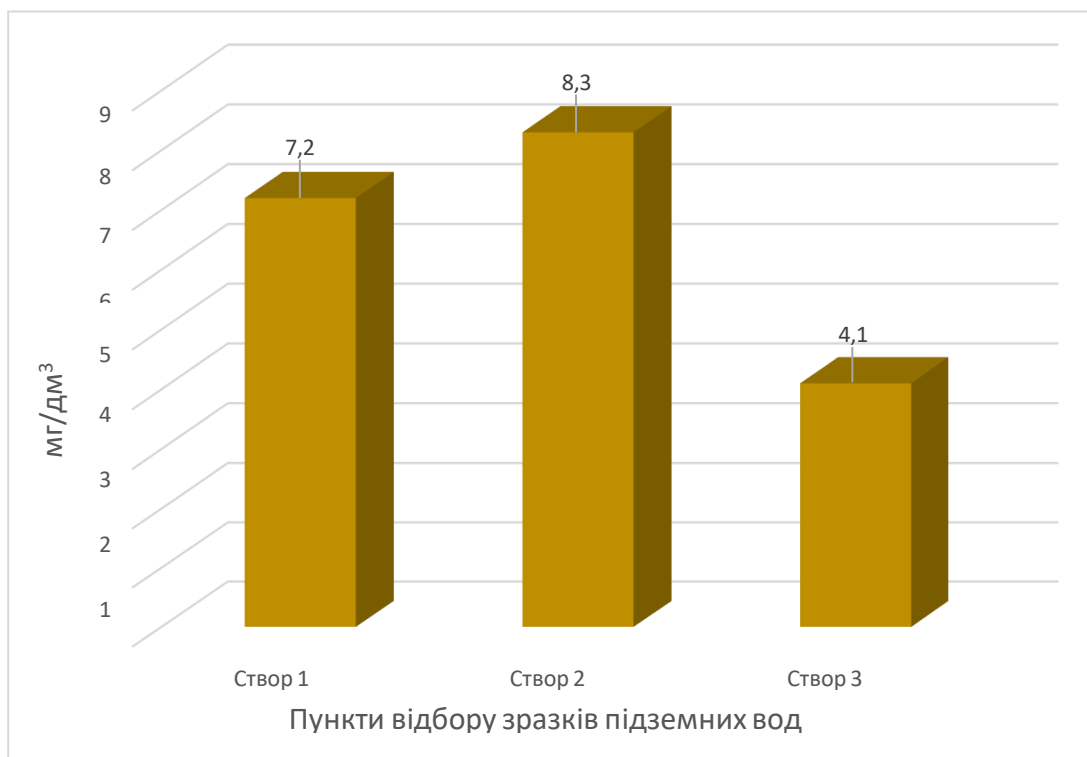


Рис. 3.4 – Усредненні значення вмісту нафтопродуктів у зразках підземних вод, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за літній сезон

За результатами визначення середнього значення вмісту нафтопродуктів у підземних вод, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за літній сезон можна побачити значне перевищення ГДК вмісту нафтопродуктів у всіх трьох створах.

Перший створ має 7,2 мг/дм³, це перевищує ГДК у двадцять чотири рази (за ГДК – 0,3 мг/дм³).

Другий створ має найбільший рівень вмісту нафтопродуктів, за літній сезон, що сягає 8,3 мг/дм³, це перевищує ГДК майже у двадцять вісім разів (за ГДК – 0,3 мг/дм³).

Третій створ має найменший рівень вмісту нафтопродуктів, а саме 4,1 мг/дм³, це майже у чотирнадцять разів перевищує ГДК (за ГДК – 0,3 мг/дм³).

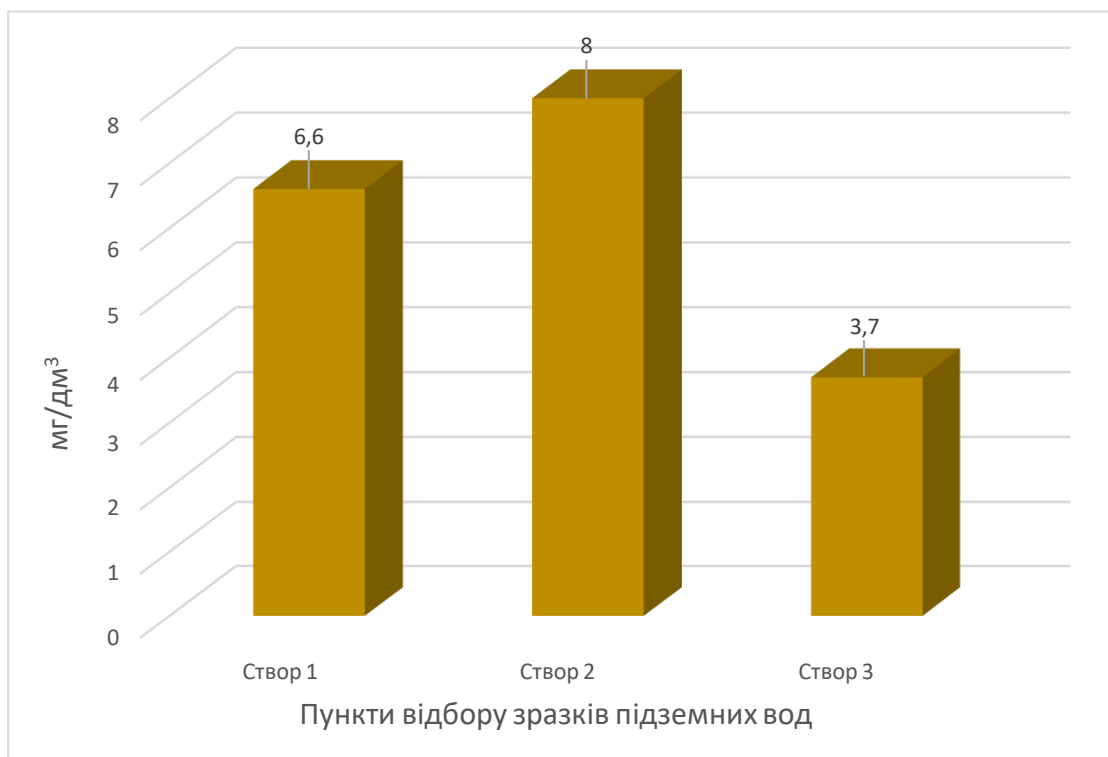


Рис. 3.5 – Усредненні значення вмісту нафтопродуктів у зразках підземних вод, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за осінній сезон

За результатами визначення середнього значення вмісту нафтопродуктів у підземних вод, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за осінній сезон було виявлено перевищення гранично допустимої концентрації нафтопродуктів у зразках підземних вод.

Перший створ має 6,6 мг/дм³, це перевищує ГДК у двадцять два рази (за ГДК – 0,3 мг/дм³).

Другий створ має найбільший рівень вмісту нафтопродуктів, за осінній сезон, що сягає 8 мг/дм³, це перевищує ГДК майже у двадцять сім разів (за ГДК – 0,3 мг/дм³).

Третій створ має найменший рівень вмісту нафтопродуктів, за осінній сезон, а саме 3,7 мг/дм³, це майже у тринадцять разів перевищує ГДК (за ГДК – 0,3 мг/дм³).

Основні висновки, що можна зробити з результатів, полягають у тому, що у всіх точках спостережень, за всі три пори року, виявлено підвищений рівень

нафтопродуктів (за ГДК – $0,3 \text{ мг/дм}^3$), що може вказувати на наслідки нафтопродуктового забруднення на якість підземних вод. Найбільше забруднення в усіх періодах року (весна, літо, осінь) було виявлено в других створах.

Властивості ґрунтів, які можуть змінюватись залежно від кількості опадів, тривалості холодного періоду року і інших природних факторів, мали визначальну роль у визначенні коливання рівня нафтопродуктів у підземних водах. Ці фактори впливають на бар'єрні функції ґрунтів, що обумовлює процеси латеральної і радіальної міграції нафтопродуктів.

Забруднення підземних вод нафтопродуктами, які використовуються населенням для питних цілей, може призвести до захворювання людей, тому необхідно вжити заходів для запобігання подібним наслідкам.

Середній вміст нафтопродуктів у зразках ґрунтів за три пори року (весна, літо, осінь) наведено на рис. 3.6, 3.7, 3.8.



Рис. 3.6 – Усредненні значення вмісту нафтопродуктів у зразках ґрунтів, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за весняний сезон

За результатами визначення середнього значення вмісту нафтопродуктів у зразках ґрунтів, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за весняний сезон можна прийти до висновків що перший створ має 220 мг/кг, це перевищує ОДК майже у три рази (ОДК вмісту нафтопродуктів в ґрунтах 80 мг/кг) [15, 16].

Другий створ має найбільший рівень вмісту нафтопродуктів, за весняний сезон, що сягає 290 мг/кг, це перевищує ОДК більш ніж у три рази (ОДК вмісту нафтопродуктів в ґрунтах 80 мг/кг).

Третій створ має найменший рівень вмісту нафтопродуктів, за весняний сезон, а саме 120 мг/кг, це в півтори рази перевищує ОДК (ОДК вмісту нафтопродуктів в ґрунтах 80 мг/кг).



Рис. 3.7 – Усередненні значення вмісту нафтопродуктів у зразках ґрунтів, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за літній сезон

За результатами визначення середнього значення вмісту нафтопродуктів у зразках ґрунтів, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за літній сезон, було виявлено велике перевищення ОДК нафтопродуктів у зразках ґрунтів в

усіх трьох пунктах спостереження.

Перший створ має 210 мг/кг, це перевищує ОДК у 2,625 рази (ОДК вмісту нафтопродуктів в ґрунтах 80 мг/кг).

Другий створ має найбільший рівень вмісту нафтопродуктів, за літній сезон, що сягає 280 мг/кг, це перевищує ОДК у 3,5 рази (ОДК вмісту нафтопродуктів в ґрунтах 80 мг/кг).

Третій створ літнього сезону має найменший рівень вмісту нафтопродуктів та рівний за показником із третім створом за весняний сезон, а саме 120 мг/кг, це в півтори рази перевищує ОДК (ОДК вмісту нафтопродуктів в ґрунтах 80 мг/кг).

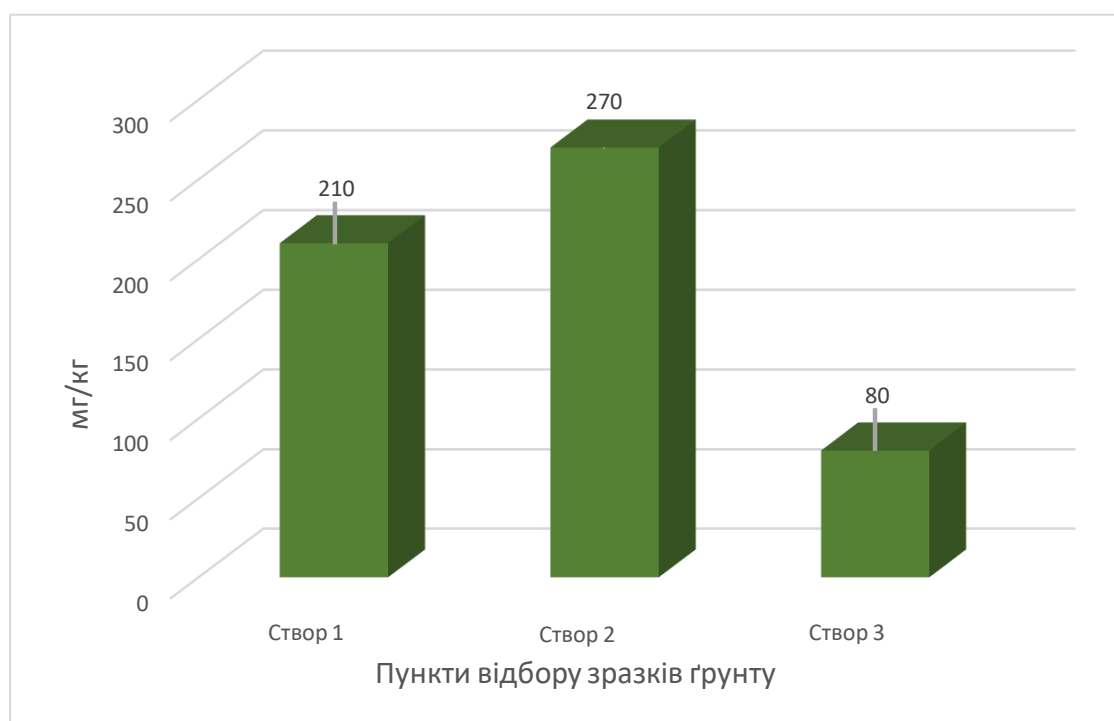


Рис. 3.8 – Усередненні значення вмісту нафтопродуктів у зразках ґрунтів, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за осінній сезон

За результатами визначення середнього значення вмісту нафтопродуктів у зразках ґрунтів, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за осінній сезон, було виявлено перевищення ОДК нафтопродуктів у зразках ґрунтів в першому та другому створі.

Перший створ за осінній сезон дорівнює першому створу за літній сезон 210 мг/кг, це перевищує ОДК у 2,625 рази (ОДК вмісту нафтопродуктів в ґрунтах 80 мг/кг).

Другий створ має найбільший рівень вмісту нафтопродуктів, за осінній сезон, що сягає 270 мг/кг, це перевищує ОДК у 3,375 рази (ОДК вмісту нафтопродуктів в ґрунтах 80 мг/кг).

Третій створ за осінній сезон є єдиним створом де вміст нафтопродуктів у зразках ґрунтів не перевищує ОДК (ОДК вмісту нафтопродуктів в ґрунтах 80 мг/кг).

Наступні висновки можуть бути зроблені на основі отриманих даних (рис.3.6, 3.7, 3.8): виявлено значне перевищення ОДК (орієнтовно-допустимого рівня забруднення) вмісту нафтопродуктів в ґрунтах в усіх пунктах спостережень за три сезони, лише із винятком третього створу за осінній сезон де вміст нафтопродуктів у зразках ґрунтів сягає 80 мг/кг що дорівнює ОДК (ОДК вмісту нафтопродуктів в ґрунтах 80 мг/кг).

Аналіз результатів щодо вмісту нафтопродуктів у ґрунтах та підземних водах показав, що основні тенденції розподілу нафтопродуктів, як у просторовому так і у часовому аспектах, відповідають характеристикам геосистеми. Найбільш помітні зміни були виявлені в ґрунтах, де надлишкові забруднення нафтопродуктами призводять до значного накопичення вуглеводневих забруднень. Ця тенденція особливо виражена в другому пункті спостережень (рис.3.3-3.8).

За результатами визначення середнього значення рівнів фітотоксичності зразків ґрунту, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за весінній сезон було встановлено рівні фітотоксичності [17]: перший створ має третій рівень фітотоксичності; другий створ має третій рівень фітотоксичності; третій створ має другий рівень фітотоксичності.

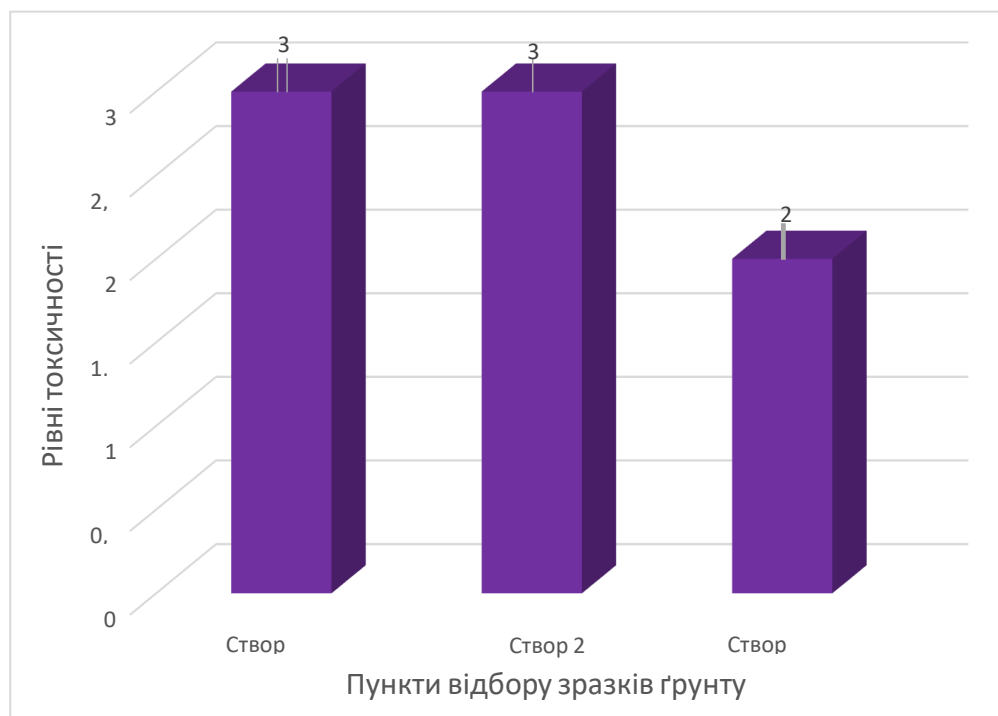


Рис. 3.9 – Усередненні значення рівнів фітотоксичності зразків ґрунту, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за весінній сезон

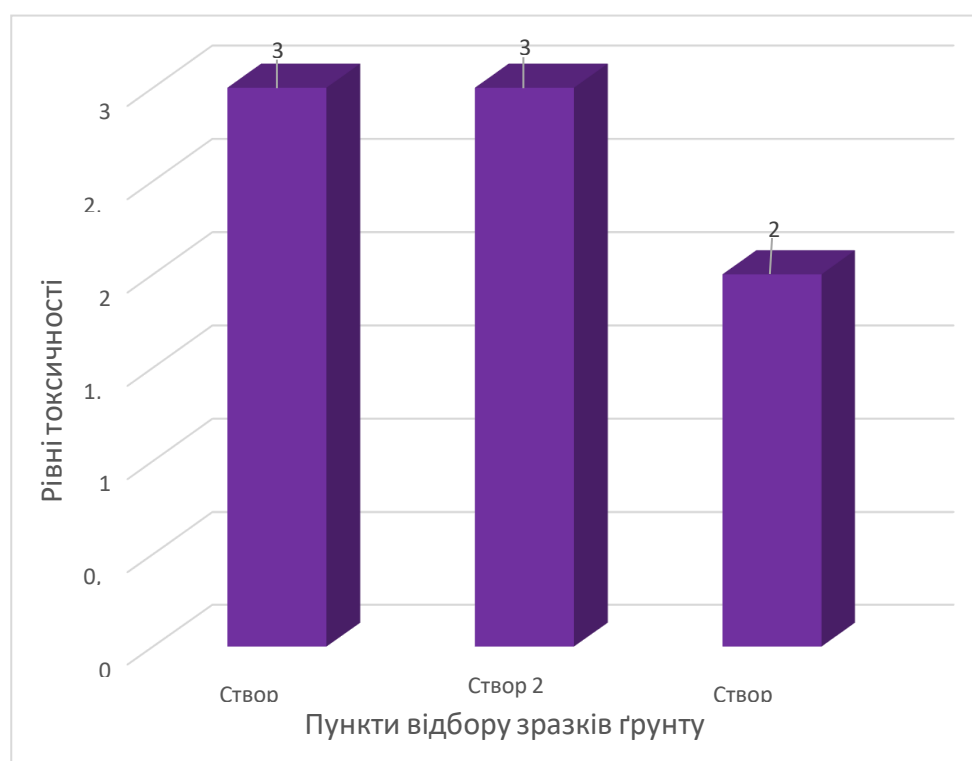


Рис. 3.10 – Усередненні значення рівнів фітотоксичності зразків ґрунту, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за літній сезон

За результатами визначення середнього значення рівнів фітотоксичності зразків ґрунту, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за літній сезон було встановлено рівні фітотоксичності: перший створ має третій рівень фітотоксичності; другий створ має третій рівень фітотоксичності; третій створ має другий рівень фітотоксичності.

Ці дані повністю співпадають із даними рівнів фітотоксичності за весінній сезон.

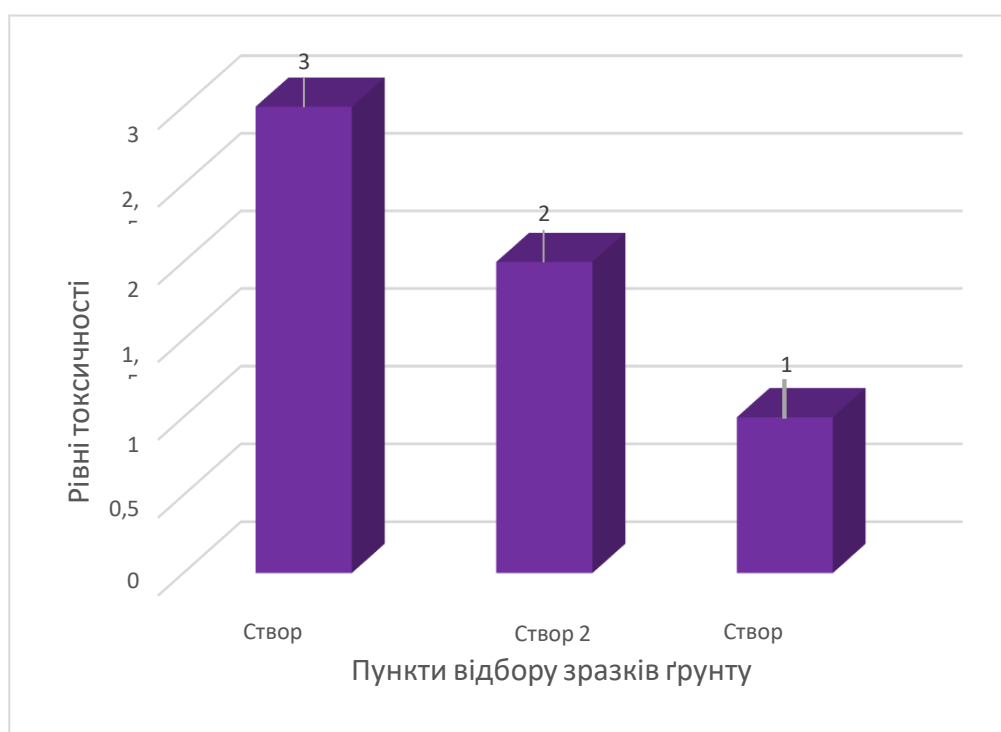


Рис. 3.11 – Усередненні значення рівнів фітотоксичності зразків ґрунту, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за осінній сезон

За результатами визначення середнього значення рівнів фітотоксичності зразків ґрунту, які було відібрано у 3 пунктах спостережень за осінній сезон було встановлено рівні фітотоксичності: перший створ має третій рівень фітотоксичності; другий створ має другий рівень фітотоксичності; третій створ має перший рівень фітотоксичності.

У трьох з обраних пунктів спостережень, за три сезони, були визначені рівні фітотоксичності, що може свідчити про те, що нафтопродукти

залишаються в ґрунтовій екосистемі та продовжують впливати на неї. Весняний та літній сезони мають однаковий рівень фітотоксичності в усіх пунктах спостереження, але за осінній сезон у другому та третьому пунктах спостереження рівень фітотоксичності понизився на одне значення.

Отримані результати показали, що відсутність нормативу ГДК нафтопродуктів для ґрунтів створює необхідність використання інтегрального показника якості ґрунту (фітотоксичності) для оцінки впливу нафтопродуктів на екосистему.

Таблиця 3.1

**Статистичні дані з трьох пунктів спостереження
вмісту нафтопродуктів у підземних водах, ґрунтах
та визначення фітотоксичності за три сезони пори року**

| Сезон | Весна/створ | Літо/створ | Осінь/створ |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Вміст нафтопродуктів, підземні води, мг/дм ³ | 8,5/9,4/5,2 | 7,2/8,3/4,1 | 6,6/8,0/3,7 |
| Вміст нафтопродуктів, ґрунти, мг/кг | 220/290/120 | 210/280/120 | 210/270/80 |
| Фітотоксичність, рівні токсичності | 3/3/2 | 3/3/2 | 3/2/1 |

Загальна інформація, наведена в цьому розділі, свідчить про те, що постійне забруднення вуглеводнями навколишнього природного середовища має наслідки у вигляді специфічних об'єктів – «хімічних часових бомб», які здатні призвести до дестабілізації природних геосистем.

Формування та трансформація зон вуглеводневого забруднення в просторі та часі – це складний та багатогранний процес, який може призвести до небезпечних екологічних наслідків.

3.3. Рекомендації щодо усунення нафтохімічного забруднення території м. Миргород

Відсутність ефективного управління вуглеводневим забрудненням території призводить до серйозного зниження продуктивності ґрунтів та рослинного покриву. Забруднені нафтопродуктами землі мають змінену структуру та фізико-хімічні властивості, що робить їх непридатними для використання в господарських цілях. Крім того, такі забруднення здатні викидати сорбовані на ґрунтах вуглеводні у вигляді розчинених та емульгованих сполук, що робить забруднені ґрунти постійними джерелами забруднення для рослинного покриву та водних ресурсів [18].

Для забезпечення очищення від нафтопродуктів геологічного та водного середовища існує багато методів та засобів, які можуть бути використані.

Існують методи санації забруднених ґрунтів, які включають видалення та утилізацію забрудненого ґрунту:

- Одним з таких методів є заорювання забрудненого ґрунту на полігонах. Цей метод передбачає розподілення забрудненого ґрунту, що містить нафту та нафтопродукти, по поверхні розпушеного ґрунту у кількості 10 кг/м². Після переорювання на глибину 30-35 см концентрація нафтопродуктів у ґрунті не перевищує міграційного водного показника шкідливості нафти та може бути віднесена до категорії середньо-забруднених земель. Оранку повторюють із інтервалом на місяць, скорочуючи до однієї за сезон після дворічної експозиції. При необхідності, кислотність ґрунту доводять до рН 6,5, застосовуючи вапно або коригуючі кислотність середовища препарати. Такий спосіб санації забрудненого ґрунту може зайняти до трьох років для повної детоксикації, проте, за умови інтенсифікації процесу біодеградації, строк детоксикації може бути скорочений до одного року [18].

- Для видалення забрудненого ґрунту, який містить нафту та інші

нафтопродукти, його додають до міських смітників у кількості 1-2% від загального об'єму відходів. Таке співвідношення є екологічно обґрунтованим. Утилізація забрудненого ґрунту за цим методом займає 3-5 років [18].

- Метод "Ландфармінг" включає виїмку забрудненого ґрунту і його транспортування на спеціально підготовлені площадки – польові грядки. Після розподілу ґрунту на площі, проводять аерацію за допомогою багаторазового розпушування та примусової вентиляції, зрошення, внесення живильних речовин і мікроорганізмів. Термін утилізації забрудненого ґрунту за цим методом становить 1 рік [18].

- Один із способів санації забрудненого ґрунту – укладання його у формі кагату висотою 0,4-2 м. Після укладання проводять зрошення кагату суспензією біомаси мікроорганізмів і живильних речовин. Утилізація забрудненого ґрунту за допомогою цього методу займає 2 роки [18].

- Одним із методів обробки забрудненого нафтопродуктами ґрунту є застосування стаціонарних блокових ліній грубого й тонкого очищення, які дозволяють видалити нафтопродукти з ґрунту максимально ефективно. Після очищення ґрунту, який має концентрацію нафтопродуктів не більше 15 г/кг, можна повернути на його попереднє місце розташування [18].

Щоб відновити продуктивність та господарську цінність забруднених земель та ґрунтів нафтопродуктами, можна провести комплекс заходів з їх рекультивації. Основна мета цих заходів полягає у зниженні вмісту нафтопродуктів у ґрунті до безпечного рівня для тваринних і рослинних організмів. Нормальні процеси самоочищення та відновлення родючості земель відбуваються повільно, тому проведення заходів з рекультивації є необхідним, щоб забезпечити відновлення екосистем на забруднених територіях. Під час проведення рекультивації порушених нафтопродуктами земель, головним завданням є зниження рівня нафтопродуктів до безпечного для живих організмів рівня ґрунту. Це досягається завдяки нормальній життєдіяльності рослин та тварин, які здійснюють процеси самоочищення та відновлення

родючості землі. З метою прискорення цих процесів та покращення екологічного стану порушених територій, необхідно проводити заходи з рекультивації, оскільки процеси природної регенерації здійснюються дуже повільно, і повне самовідновлення землі практично неможливе після геохімічного забруднення нафтопродуктами [18].

ВИСНОВКИ

1. Внаслідок забруднення території вуглеводневими речовинами, продуктивність земель зменшується в першу чергу. Це пояснюється тим, що ґрунтовий та рослинний покрив приймають основний обсяг техногенного навантаження від такого забруднення. Ґрунти та землі, які зазнали значного забруднення нафтопродуктами, мають змінену структуру та фізико-хімічні властивості, що унеможлиблює їх використання в господарських цілях. Крім того, забруднені ґрунти є постійним вторинним джерелом забруднення для інших компонентів природних ландшафтів, таких як рослинний покрив, поверхневі та підземні води, оскільки вони віддають сорбовані на собі вуглеводні у вигляді розчинених та емульгованих сполук.

2. При великому забрудненні нафтопродуктами природа майже повністю втрачає свою функціональну активність, що призводить до зниження здатності ґрунту до самоочищення. Ґрунти вважаються забрудненими нафтопродуктами, якщо їх концентрація перевищує рівень, який порушує екологічну рівновагу в ґрунтовій системі. Це призводить до зміни фізико-хімічних характеристик ґрунтових горизонтів, зниження їх водно-фізичних властивостей та продуктивності земель. Ґрунти, які були просочені нафтою, характеризуються дисперсією структури, зменшенням водопроникності, зменшенням кисню, порушенням біохімічних та мікробіологічних процесів.

3. Під час дослідження було встановлено що один із найрезультативніших способів знезараження забруднених ґрунтів – окислення нафти і нафтопродуктів за допомогою мікроорганізмів, що проживають у ґрунті. Існують два основних шляхи прискорення процесу очищення ґрунтів від нафтопродуктів за допомогою мікроорганізмів: застосування агротехнічних методів, які дозволяють змінити фізико-хімічні умови середовища і активізувати метаболічну активність мікрофлори ґрунту, або введення спеціально відібраних нафтоокислюючих мікроорганізмів у забруднений ґрунт.

4. Для покращення екологічного стану техногенно забруднених земель у зоні нафтопродуктового забруднення потрібно розглянути комплекс заходів, які включають технічні, хімічні та фізико-хімічні та біологічні методи. Основним етапом біологічної рекультивації техногенно забруднених земель є використання біологічних методів очищення ґрунту. Для цього необхідно здійснювати регулярне вирівнювання ґрунту та вносити азотні добрива на прилеглих до ділянки забруднення орних землях сільськогосподарського призначення. Також можна здійснювати інокуляцію ґрунту спеціально відібраними мікроорганізмами, які допоможуть в очищенні ґрунту від нафтопродуктів.

5. З проведених досліджень вмісту нафтопродуктів у підземних водах досліджуваної території м. Миргород за весняний, літній та осінній сезони було виявлено велике перевищення ГДК у всі три сезони. За весняний сезон вміст нафтопродуктів у трьох пунктах спостереження становив для першого пункту спостереження $8,5 \text{ мг/дм}^3$, за другий пункт спостереження $9,4 \text{ мг/дм}^3$ і за третій $5,2 \text{ мг/дм}^3$. За літній сезон вміст нафтопродуктів у трьох пунктах спостереження становив для першого пункту спостереження $7,2 \text{ мг/дм}^3$, за другий пункт спостереження $8,3 \text{ мг/дм}^3$ і за третій $4,1 \text{ мг/дм}^3$. За осінній сезон вміст нафтопродуктів у трьох пунктах спостереження становив для першого пункту спостереження $6,6 \text{ мг/дм}^3$, за другий пункт спостереження $8,0 \text{ мг/дм}^3$ і за третій $3,7 \text{ мг/дм}^3$.

6. З проведених досліджень вмісту нафтопродуктів у ґрунтах досліджуваної території м. Миргород за весняний, літній та осінній сезони було виявлено велике перевищення ОДК у всі три сезони. За весняний сезон вміст нафтопродуктів у трьох пунктах спостереження становив для першого пункту спостереження 220 мг/кг , за другий пункт спостереження 290 мг/кг і за третій 120 мг/кг . За літній сезон вміст нафтопродуктів у трьох пунктах спостереження становив для першого пункту спостереження 210 мг/кг , за другий пункт спостереження 280 мг/кг і за третій 120 мг/кг . За осінній сезон вміст

нафтопродуктів у трьох пунктах спостереження становив для першого пункту спостереження 210 мг/кг, за другий пункт спостереження 270 мг/кг і за третій 80 мг/кг.

7. Також було проведене визначення рівня фітотоксичності за три сезони. Весняний сезон: 3/3/2, літній: 3/3/2, осінній: 3/2/1. По результатах проведених досліджень можна зробити висновки, що рівень токсичності та вміст нафтопродуктів в усіх пунктах спостереження перевищує ГДК та ОДК.

8. Загалом, дослідження показали, що територія у місті Миргород та прилегла до нього зона є забрудненою антропогенними впливами у всіх місцях спостереження. Однак, найбільш небезпечна ситуація складається саме у другому створі спостереження, де всі показники значно перевищують нормативні вимоги за винятком рівня фітотоксичності другого пункту спостереження за осінній сезон, де рівень не є найбільшим у порівнянні з першим пунктом спостереження.

9. Результати проведеного дослідження території міста Миргород та прилеглої до нього території показали необхідність продовження заходів щодо детального обстеження рівня нафтопродуктового забруднення. Особлива увага має бути приділена району другого пункту спостереження, що зображений на рис. 3.1,3.2. Рекомендується вжити відповідних заходів з метою покращення стану довкілля в цій області.

10. Для того щоб запобігти подальшому вуглеводневому забрудненню природного середовища методи повинні включати проведення моніторингу. Моніторинг повинен зосередитись на компонентах природного середовища та джерелах та факторах їх забруднення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. В. С. Білецький. Нафтою й нафтопродуктами забруднення. Енциклопедія Сучасної України: онлайн-версія. Редкол.: І. М. Дзюба та ін.; НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2020. URL: <https://esu.com.ua/article-71094>
2. Як визначити, чи забруднений ґрунт нафтопродуктами? URL: <https://nanomarket.ua/yak-viznachiti-chi-zabrudneniy-grunt-naftoproduktami/> (дата звернення: 15.03.2023).
3. 10 Найстрашніших екологічних катастроф в історії людства: фотовиставка. URL: <https://www.unian.ua/longrids/10-naistrashnishih-ecologichnih-katastrof-v-istorii-liudstva/> (дата звернення: 09.01.2023).
4. ДСТУ ISO 10381-5:2009. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 5. Настанови з процедури дослідження міських і промислових ділянок щодо забрудненості ґрунту (ISO 10381-5:2005, IDT) [Чинний від 2011-01-01]. Вид. офіц. Київ, Держспоживстандарт України 2018. 28 с. (Інформація та документація).
5. ДСТУ ISO 11269-2:2002. Якість ґрунту. Визначання дії забруднювачів на флору ґрунту. Частина 2. Вплив хімічних речовин на проростання та ріст вищих рослин (ISO 11269-2:1995, IDT) [Чинний від 2004-07-01]. Вид. офіц. Київ, Держспоживстандарт України 2004. 21 с. (Інформація та документація).
6. КНД 211.1.0.009-94. Гідросфера. Відбір проб для визначення складу та властивостей стічних та технологічних вод. Основні положення [Чинний від 1995-01-07]. Вид. офіц. Київ, 1996. 8 с. (Інформація та документація).
7. ДСТУ ISO 9377-2:2015. Якість води. Визначення нафтопродуктів у воді. Частина 2. Метод рідинної екстракції та газової хроматографії (ISO 9377-2:2000, IDT) [Чинний від 2016-01-01]. Вид. офіц. Київ, Держспоживстандарт
8. МВВ № 081/12-0116-03. Ґрунти. Методика виконання вимірювань

масової частки нафтопродуктів гравіметричним методом [Чинний від 2004-06-30]. Вид. офіц. Київ, Держспоживстандарт України 2004. 25с. (Інформація та документація).

9. Рельєф, тектонічна, геологічна будова, мінеральні ресурси URL: <http://zno.academia.in.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=2437&chapterid=532> (дата звернення: 05.02.2023).

10. Геологія та геодезія в Миргороді: Геологія ділянки Миргород URL: https://geotop.com.ua/geologiya-i-geodeziya-mirgorod_ua.php (дата звернення: 05.02.2023).

11. Про затвердження Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів: Закон України від 20.07.2009 № 389 Дата оновлення: 18.11.2022.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0767-09#Text>(дата звернення: 12.03.2023).

12. Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10) : Закон України від 12.05.2010 № 400 Дата оновлення: 22.03.2022.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text> (дата звернення: 12.03.2023).

13. ДСТУ 4173-2003. Якість води. Визначення гострої летальної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus і *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) [Чинний від 2004-07-01]. Вид. офіц. Київ, Держспоживстандарт України, 2004. 18 с. (Інформація та документація).

14. ДСТУ 4174-2003. Якість води. Визначення сублетальної та хронічної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus і *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) [Чинний від 2004-07-01].

Вид. офіц. Київ, Держспоживстандарт України, 2004. 19 с. (Інформація та документація).

15. Охорона довкілля: зб. наук. статей XVIII Всеукраїнських наукових Таліївських читань / О. М. Крайнюков та ін. вид. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. 102 с.

16. Про затвердження Методики оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру: Закон України від 12.02.2002 № 175 Дата оновлення: 04.06.2003

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/175-2002-%D0%BF#Text> (дата звернення: 12.03.2023).

17. ISO 11269-1993. Якість ґрунту. Визначення впливу забруднюючих речовин на флору ґрунтів. Ч.1: Метод визначення інгібіторного впливу на ріст коренів [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ, 2006. 12 с. (Інформація та документація).

18. Крайнюков О. М., Некос А. Н. Моніторинг довкілля (Моніторинг нафтогазоносних територій) : навч. посіб. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. 173 С.