

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**

(повне найменування вищого навчального закладу)

**Інститут екологічної економіки і менеджменту**

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

**Кафедра екології**

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

**УДК 504.054**

## **Пояснювальна записка**

до дипломної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **«ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА РІВНЯ ПОШКОДЖЕННЯ  
ГРУНТІВ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ТЕРИТОРІЇ  
ВІЛЬХІВСЬКОЇ ГРОМАДИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

**Виконала:** студентка VI курсу, групи ЕКЗ-61м  
напряму підготовки (спеціальності)

101- екологія

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Тріска В.М.

(прізвище та ініціали)

**Керівник:** к.с.-г.н., доц. Лук'янчук Н. Г.

(прізвище та ініціали)

**Рецензент:** доц. Шукель І. В.

(прізвище та ініціали)

м. Львів – 2024 рік

# НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут екологічної економіки і менеджменту

Кафедра екології

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки 10 – Природничі науки

(шифр і назва)

Спеціальність 101– Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ



Завідувач кафедри екології

д.с.-г.н., проф. Копій Л. І.

“ 14 ” 12 2023 року

## З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Тріски Васи́лини Михайлі́вни

1. Тема роботи **«Екологічна оцінка рівня пошкодження ґрунтів внаслідок військових дій на території Вільхівської громади Харківської області»**  
керівник роботи: к.с.-г.н., доцент Лук'янчук Неля Георгіївна  
затверджені наказом університету від « 14 » грудня 2023 року № С-723.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи « 10 » січня 2024 р.
3. Вихідні дані до роботи 1. Довідкова та спеціальна література; 2. Матеріали польових досліджень.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити: Вступ; 1. Огляд літературних джерел за темою магістерської роботи; 2. Методологія оцінювання пошкоджених земель на регіональному рівні; 3. Соціально-природнича характеристика об'єкту дослідження; 4. Комплексне оцінювання рівня пошкодження та план дій; 5. Відновлення порушених і забруднених земель у повоєнний період; 6. Висновки; 7. Список використаних джерел.
5. Перелік графічного матеріалу схеми, рисунки, графіки, діаграми за темою та об'єктом дослідження, презентація у PowerPoint
6. Дата видачі завдання: « 04 » « 09 » 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Описати проблеми забруднення ґрунтів воєнних ландшафтів в Україні – механічний, фізичний та хімічний вплив	04.09.23-25.09.23	«виконано»
2	Вивчення методики оцінювання порушених і забруднених земель внаслідок бойових дій	26.09.23-10.10.23	«виконано»
3	Дати соціально–природничу характеристику Вільхівської громади на Харківщині та описати особливості ведення бойових дій на досліджуваній території	11.10.23-30.10.23	«виконано»
4	Визначити типи впливу та наслідки пошкодження ґрунтів	01.11.23-20.11.23	«виконано»
5	Проаналізувати досвід політики відновлення земель країнами, які постраждали в результаті військової діяльності	21.11.23-05.12.23	«виконано»
6	Запропонувати заходи щодо відновлення ґрунтового покриву повоєнних ландшафтів в Україні	06.12.23-15.12.23	«виконано»
7	Підготовка висновків та розробка пропозицій згідно проведених досліджень	16.12.23-25.12.23	«виконано»
8	Оформлення пояснювальної записки до магістерської роботи та графічних матеріалів до презентації	26.12.23-05.01.24	«виконано»

Студентка \_\_\_\_\_ Тріска В. М.

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Лук'янчук Н. Г.

УДК 504.054

**Тріска, В. М.** «Екологічна оцінка рівня пошкодження ґрунтів внаслідок військових дій на території Вільхівської громади Харківської області»: кваліфікаційна робота магістра: 101 Екологія / Василина Михайлівна Тріска; наук. керівник: Неля Георгіївна Лук'яничук; НЛТУ України. – Львів, 2024. – 78 с.

Табл. 16, рис. 9, бібліогр. 65 назва

### АНОТАЦІЯ

Описано проблеми забруднення ґрунтів воєнних ландшафтів в Україні – механічний, фізичний та хімічний вплив, а також наслідки для здоров'я людей. Охарактеризована методологія оцінювання пошкоджених земель на регіональному рівні та висвітлено оцінку збитків на Харківщині. Дано соціально–природничу характеристику Вільхівської громади на Харківщині. Описано особливості ведення бойових дій на досліджуваній території. Визначено типи впливу та наслідки пошкодження ґрунтів. Проаналізовано досвід політики відновлення земель країнами, які постраждали в результаті військової діяльності. Запропоновано заходи щодо відновлення ґрунтового покриву повоєнних ландшафтів в Україні.

**Ключові слова:** воєнний ландшафт, забруднення ґрунтів, відновлення ґрунтового покриву.

UDC 504.054

**Triska, V. M.** «Ecological assessment of the level of soil damage as a result of military operations in the territory of the Vilkhiv community of the Kharkiv region»: qualification thesis master's degree: 101 Ecology / Vasylyna Mykhajlivna Triska; of science Director: Nelya Georgiivna Lukyanchuk; Ukrainian National Forestry University. – Lviv, 2024. – 78 p.

Table 16, fig. 9, bibliogr. 65 names

### ABSTRACT

The problems of soil contamination of military landscapes in Ukraine are described - mechanical, physical and chemical effects, as well as consequences for human health. The methodology of assessing damaged land at the regional level is characterized, and the assessment of damages in Kharkiv region is highlighted. The socio-natural characteristics of the Vilkhiv community in the Kharkiv region are given. The peculiarities of the conduct of hostilities in the studied territory are described. The types of impact and consequences of soil damage are determined. The experience of the land restoration policy of the countries that suffered as a result of military activity was analyzed. Measures to restore the soil cover of post-war landscapes in Ukraine are proposed.

**Key words:** military landscape, soil pollution, restoration of soil cover.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....	9
1.1. Проблеми забруднення ґрунтів воєнних ландшафтів в Україні.....	9
1.2. Механічний вплив та наслідки для ґрунтів.....	10
1.3. Фізичний вплив та наслідки для ґрунтів.....	14
1.4. Хімічний вплив та наслідки для ґрунтів.....	15
1.5. Наслідки для здоров'я людей воєнно-техногенного впливу на ґрунти.....	21
РОЗДІЛ II. МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ПОШКОДЖЕНИХ ЗЕМЕЛЬ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ .....	27
2.1 Концепція екологічного ризику військової діяльності.....	27
2.2. Оцінка збитків на Харківщині.....	31
РОЗДІЛ III. СОЦІАЛЬНО-ПРИРОДНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	33
3.1 Характеристика Вільхівської громади на Харківщині.....	33
3.2. Рельєф.....	34
3.3. Кліматичні характеристики району.....	34
3.4. Ґрунтовий покрив.....	35
3.5 Корисні копалини.....	36
3.6. Водойми.....	37
3.7. Рослинний і тваринний світ.....	39
3.8. Війна на території Вільхівської громади.....	40
РОЗДІЛ IV. КОМПЛЕКСНЕ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ПОШКОДЖЕННЯ ТА ПЛАН ДІЙ .....	44
4.1. Особливості ведення бойових дій на досліджуваній території.....	44
4.2. Визначення типів впливу та наслідків для земель.....	45
4.3. Оцінювання рівня пошкодження ґрунтів.....	47

РОЗДІЛ V. ВІДНОВЛЕННЯ ПОРУШЕНИХ І ЗАБРУДНЕНИХ ЗЕМЕЛЬ У ПОВОЄННИЙ ПЕРІОД.....	54
5.1. Аналіз досвіду політики відновлення земель країнами, які постраждали в результаті військової діяльності.....	54
5.2 Вибір технології відновлення порушених земель досліджуваних територій.....	60
5.3. Заходи щодо відновлення ґрунтового покриву повоєнних ландшафтів в Україні.....	66
ВИСНОВКИ.....	71
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	72
ДОДАТКИ.....	78

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Війна в Україні різко порушила ґрунтове середовище і спричинила широкомасштабну та довготривалу деградацію довкілля [1]. Повномасштабне вторгнення з 24 лютого 2022 р. ще більше загострило проблему деградації ґрунтів, а висока інтенсивність бойових дій на окремих ділянках поставила під сумнів безпечність використання земель, що безпосередньо постраждали від військового впливу.

Хоча війна досі триває, вже зараз ми можемо зафіксувати значний негативний вплив військових дій на продуктивність ґрунтів. Вирви від авіабомб та артилерійських обстрілів, заміновані території, знищена важка військова техніка, витік нафтопродуктів, випалені ділянки від пожеж, зсуви ґрунту тощо стали основними маркерами, що сигналізують про потужний вплив на стійкість ґрунтів до забруднень. Саме тому порушення ґрунтів спричиняють важкі соціально-економічні наслідки, як і на місцях, так і на національному рівні.

Різка зміна ландшафтів потребує негайного та комплексного дослідження з подальшою розробкою політики управління забрудненими війною землями. Бездіяльність щодо окресленої проблеми ризикує спричинити пришвидшену ерозію ґрунтів, негативно вплинути на виробництво, поширення токсично забрудненої сільськогосподарської чи іншого типу продукції, а також негативно впливати на здоров'я людей. Однак нині моніторинг оцінки стану ґрунтів має фрагментарний характер.

**Мета і завдання роботи.** Мета роботи полягає в дослідженні впливу військових дій на ґрунти шляхом оцінки їхнього еколого-геохімічного стану в зонах ведення активних бойових дій. Завдання роботи – визначити рівень забруднення земель, а також запропонувати основні заходи з повоєнного відновлення ґрунтів України, враховуючи регіональні ландшафтно-геохімічні особливості та типи землекористування.

Об'єкт досліджень – територія Вільхівської громади Харківської області, яка була окупована військовими рф у лютому–квітні 2022 року.

Предмет досліджень – оцінювання впливу військової діяльності на ґрунти.

**Матеріали й методи.** Основний застосований метод у дослідженні — геоінформаційні технології (ГІС). Час знімання супутникових знімків – квітень-травень 2022 року. Дослідження також спирається на лабораторні аналізи фізико-хімічного стану ґрунтів за досліджуваними ділянками.

**Перелік публікацій автора за темою дослідження.** За матеріалами виконаних досліджень було опубліковано магістрантом одноосібно: *Тріска Васи́лина Михайлі́вна. Проблеми забруднення ґрунтів воєнних ландшафтів в Україні.* – Матеріали 75-ої науково-практичної конференції студентів, аспірантів та слухачів Малої лісової академії НЛТУ України. – Львів: Видавництво НЛТУ України, 2023. – С. 139-143.

**Практичне значення одержаних результатів.** У рекомендаціях магістерської роботи висвітлено рішення щодо розробки політики повоєнного відновлення земель України та приведення їх екологічного стану до рівня, безпечного для довкілля і здоров'я людей. Наведені рекомендації будуть актуальними не лише для національної влади та профільних міністерств, а й для органів місцевого самоврядування, що перебували в зоні активних бойових дій.

**Структура та обсяг роботи.** Загальний обсяг роботи становить 78 сторінок. Цифровий матеріал відображений у 16 таблицях, графічний матеріал зображений на 9 рисунках. Літературний огляд налічує 65 джерел. Додатки вміщують матеріал на 10 сторінках.

# РОЗДІЛ I

## ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

### 1.1 Проблеми забруднення ґрунтів воєнних ландшафтів в Україні

Ґрунт – самостійне природно-історичне орґано-мінеральне тіло, що виникло у поверхневому шарі літосфери Землі в результаті тривалого впливу біотичних, абіотичних і антропогенних факторів, має специфічні генетико-морфологічні ознаки і властивості, що створюють для росту і розвитку рослин відповідні умови. Сучасна наука про ґрунти – ґрунтознавство визначає ґрунт як складову частину педосфери разом з іншими біокосними ґрунтоподібними тілами (педолітами), ґрунтовими плівками, підґрунтовым ярусом біосфери.

Ґрунт серед інших фізичних тіл Землі живої (орґанізми) і косної (гірські породи та мінерали) природи займає особливе проміжне положення, будучи так званим «біокосним тілом природи». У його складі беруть участь як мінеральні, так і орґанічні речовини, у тому числі велика група специфічних сполук – ґрунтовий гумус. Невіддільну частину ґрунту, його живу фазу складають живі орґанізми: кореневі системи рослин, тварини різного розміру, що живуть у ґрунті, величезна різноманітність мікроорґанізмів. Однак глибше розуміння сутності ґрунту передбачає, що його основні ознаки не специфічні: ґрунт є біокосним тілом, але є й інші біокосні тіла; ґрунт є багатофазною системою, але є й інші багатофазні системи, включно із живою фазою; чинники, що їх називають ґрунтотворними, формують також інші природні тіла; не лише ґрунти володіють біопродуктивністю [2].

Оцінка воєнно-техногенного навантаження на ґрунти повоєнних ландшафтів здійснюється за рівнями інтенсивності бойових дій із врахуванням типів бойових забруднень. В Україні з 24 лютого 2022 року відбуваються повномасштабні бойові дії з порушеннями ґрунтового покриву. Ці порушення умовно поділяють на дві групи:

✓ первинні – прямі механічні деформації ґрунтового покриву, теплове забруднення; захаращення поверхні;

✓ вторинні – спричинені наслідками невиконання заходів повоєнного відновлення (підтоплення, засолення, ерозійні процеси, пірогенна деградація, дегуміфікація тощо).

Наслідки воєнних дій для ґрунтового середовища часто недооцінюються, якщо співставляти з втратою людських життів та об'єктів інфраструктури, однак погіршення якісних властивостей ґрунту є довготривалим, що суттєво знижує його продуктивні функції. Все ж ґрунти можуть відновлювати свої функціональні властивості та нарощувати продуктивність взаємозалежну в часі від типу ґрунту, типу воєнно-техногенного впливу та ландшафтних умов території.

Воєнні дії спричиняють низку механічних, фізичних та хімічних впливів на ґрунтовий покрив. Ці впливи призводять до руйнування структури та функцій ґрунтової екосистеми, ведуть до погіршення фізикогеохімічних властивостей. Знищення рослинності, порушення ґрунтового покриву, дефіцит природного зволоження, опустелювання є поширеними наслідками воєнно-техногенного навантаження. Унаслідок цього різко скорочуються рівень біорізноманіття, а це зі свого боку впливає на біологічні популяції та види, а втрата біорізноманіття посилює зміною структури та функцій ландшафтів.

## **1.2. Механічний вплив та наслідки для ґрунтів**

Механічний вплив під час воєнно-техногенного навантаження полягає у механічній деформації ґрунтового покриву під час пересування колісної та гусеничної військової техніки, безпосереднього руху військ, будівництва приповерхневих та підземних споруд, бомбардування, розмінування територій та будівництва оборонної інфраструктури.

Бомбардування, обстріли, міни, рух танків по полях. Все це має різний вплив на ґрунт.

Будівництво окопів і ровів для зупинки наступальних операцій змінює фізичні характеристики рельєфу і гідрологічну поведінку системи поверхневих і підземних вод.

Внаслідок обстрілів і бомбардувань утворюються кратери і змішуються ґрунтові горизонти. Як наслідок – зміна ландшафтів і рельєфу.

Застосування протитанкових і протипіхотних мін порушує структуру ґрунту. Окрім того, на полях залишаються металеві фрагменти і вибухові речовини. Маневри військової техніки на полі ущільнюють ґрунт, змінюючи його гідравлічні властивості. Все це робить поля більш вразливими до ерозії. Порівняли вплив техніки на пілуватих суглинках і пілуватих важкосуглинкових ґрунтах. Для цього використали гусеничний танк М1А1 вагою 57,2 т, шириною гусениці 63,5 см та швидкістю руху 8 км/год. Пілуваті суглинки зазнавали більше негативного впливу від руху техніки. В Україні пілуваті суглинки зустрічаються переважно в північних регіонах — Чернігівщина, Київщина, Сумщина, а важкосуглинкові ґрунти переважають на Харківщині, Запоріжчині, Миколаївщині (рис. 1.1).

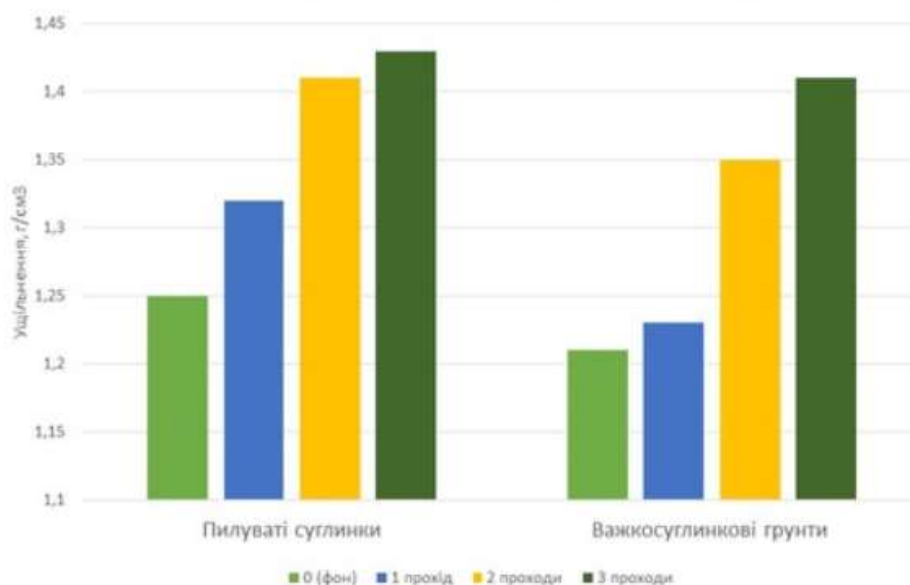


Рис. 1.1. Ущільнення від проходження танків на різних типах ґрунту

Основним механічним впливом на ґрунт є ущільнення з пошкодженням гумусового шару, що має прямі негативні наслідки, як-от порушення водного балансу ґрунту, та спричинює розвиток вітрової та водної ерозії. Руйнування структури ґрунту відбувається в результаті зсуву частинок одного шару щодо іншого під дією воєнно-техногенного навантаження. Унаслідок цього ущільнення ґрунтів погіршується адаптація рослин до змін клімату, посушливих умов і нестачі вологи [3]. Водночас ущільнений унаслідок механічного впливу ґрунт стає більш стійким до подальшого воєнно-техногенного впливів в умовах постійної нестачі продуктивної вологи.

Деформації ґрунтового покриття відбуваються внаслідок формування приповерхневих та підземних фортифікаційних споруд (бліндажі, окопи, траншеї, тунелі, сховища паливно-мастильних матеріалів, сховища бойових матеріалів). Це посилює низку небезпечних геоморфологічних процесів: зсуви, заболочування, осідання ґрунту тощо. Саме тому під час побудови фортифікаційних споруд слід враховувати глибину залягання ґрунтових вод та умови ґрунтового зволоження.

Утворення кратерів під час воєнних дій спричинене бомбардуванням показане на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Утворення кратерів від ракетних ударів

Наслідком вибухової дії є швидке вивільнення енергії, яке утворює кругову ударну хвилю, що оточує точку удару – воронку. Після вибуху ґрунт частково видаляється, формуючи котлован. Цей тип порушення ґрунту визначено як бомбтурбація [3]. Під час цього процесу вибухова хвиля провокує руйнування послідовності ґрунтових горизонтів, що призводить до порушення повітряно-водного режиму.

Найбільші за розмірами продукти вибуху залишаються на дні кратеру або переважно щільно прилягають до нього. Місця бомбтурбації стають осередками накопичення води та органічної речовини. Невдовзі на дні кратеру або воронки вибуху формується гідрофільна рослинність, що є відмінною від типового рослинного покриву місцевості, і яка свідчить про підвищену вологість ґрунту. Якщо кратери утворено в місцях з близьким до поверхні рівнем ґрунтових вод, розвиток ґрунту та вегетація рослин сповільнюється.

Під час розмінування територій руйнується гумусовий горизонт, втрачаються фізико-хімічні властивості ґрунту та відбуваються зміни гранулометричного та агрегатного стану. Зі свого боку це впливає на потенційну родючість та водоутримувальну здатність ґрунту. Встановлення мін саме собою передбачає в майбутньому турбулентність ґрунту. Детонація забруднює ґрунт металевими фрагментами та залишками вибухової речовини.

Операції з очищення від наземних мін часто складні і дорогі, тому в країнах, що розвиваються, ці наслідки можуть трактуватися як абсолютна втрата ґрунтових ресурсів.

Унаслідок бойових дій виникнення пожеж є первинним наслідком воєнно-техногенного навантаження, що провокує в подальшому процеси водної та вітрової ерозії. Зазвичай на вигорілих ділянках спостерігається винесення гумусових речовин та утворення гідрофобного шару, який обмежує проникнення води.

### **1.3. Фізичний вплив та наслідки для ґрунтів**

Під фізичним впливом слід розуміти зміну фізичних властивостей ґрунтового покриву внаслідок застосування систем зброї та військової техніки. Основними проявами фізичного забруднення ґрунтів є вібраційний вплив. Він характеризується більш низькими частотами коливань і передачею їх через тверді предмети, що безпосередньо стикаються з механізмами, що є ефективними. Вібраційний вплив пов'язаний із генерацією енергетичних імпульсів під час заходів ведення бойових дій. Разові імпульси виникають від вибухів боєприпасів на мішеневих полях та від стрільби з різних систем зброї, а періодично повторювані – це шум і вібрація від роботи військової техніки.

Вібрація, що передається у ґрунті, здатна призводити до його ущільнення, витискання води, просідання поверхні, утворення порожнин, зміни мікрорельєфу.

Радіоактивний вплив зумовлений підвищенням вмісту радіоактивних речовин через застосування боєприпасів із збідненим ураном, засобів та приладів із джерелами іонізуючого випромінювання.

Нині на території України не зареєстровано використання цього типу зброї. Тепловий вплив зумовлює локальне підвищення температури внаслідок викидів нагрітого повітря, порохових газів, газоподібних продуктів та вихлопних газів. Тепловий вплив негативно впливає на ґрунтовий покрив, викликаючи порушення термічного та водного режиму, зміни гранулометричного та агрегатного складу. Зміна термічного режиму ґрунту впливає на ґрунтові організми, змінюючи їхній рівень насиченості киснем та призводить до зниження біорізноманіття.

### **1.4. Хімічний вплив та наслідки для ґрунтів**

Кожна війна чи навіть військові навчання залишають «хімічний слід» на ґрунті. За всю світову історію місцем із найбільшим забрудненням ґрунту через воєнні дії була Франція. Після Першої світової війни тут велику

територію, відому як «Зона Руж», оголосили непридатною для використання через забруднення ґрунту важкими металами та хімічними речовинами.

Значне забруднення ґрунту також було в Іспанії у 1939 році та під час військових навчань у США в 2011-му. На жаль, Україна може очолити цей список, адже площі, охоплені воєнними діями, — величезні. А росіяни не гребують застосуванням заборонених видів зброї. Хімічний вплив воєнних заходів призводить до зміни природних параметрів ґрунтового покриву під дією забруднювальних речовин, що утворюються внаслідок використання систем зброї та військової техніки. Довготривала військова діяльність спричиняє утворення локальних воєнно-техногенних геохімічних аномалій з різним спектром вибухових та інших токсичних речовин, що може накласти на невизначений термін заборону на використання земель.

До хімічного забруднення воєнно-техногенного походження належать паливо транспортних засобів, мастильні матеріали, сольвенти, відходи гальванічного виробництва, залишки вибухових речовин, дезактиваційні речовини, важкі метали та їхні сполуки, радіоактивні речовини. Небезпечними речовинами фізико-хімічного типу є вибухонебезпечні матеріали.

Під час здійснення стрільб використовуються боєприпаси з різним складом пороху та вибухових речовин, при горінні яких утворюються речовини, як-от азот, сажа, вуглеводні, свинець, двоокис марганцю та інші похідні, що негативно впливають на здоров'я людини та навколишнє природне середовище. Так, під час вибуху одного 115 мм осколково-фугасного боєприпасу, спорядженого гексогеном, утворюється близько 4000 л газу, який містить продукти згоряння цієї вибухової речовини. До 30% газів розсіюється в повітрі, а більша їхня частина (важкі фракції та важкі метали) осідають на ґрунт [4-5]. Вибухові речовини також відіграють значну роль у викидах металів у ґрунтове середовище. Виявлено, що частки, викинуті від артилерійських ударів, містять високий рівень свинцю (Pb) і міді (Cu) [6]. Вибухові гранати також вважаються значним джерелом високих концентрацій свинцю (Pb) [7].

У місцях запеклих боїв одним із видів руйнації ґрунтів є пошкодження їх цілісності внаслідок розривів від бомбардування, обстрілів ракетами, мінами та артилерійськими снарядами, що спричинило утворення урвищ, глибоких вирв з порушенням природної цілісності генетичних горизонтів на значних площах у північній, східній та південній частинах нашої країни.

Хімічне забруднення внаслідок воєнних дій треба розглядати з 3-х позицій: забруднення потенційно токсичними елементами, вибуховими речовинами та іншими елементами

Забруднення потенційно токсичними елементами та важкими металами може відгукуватись не один десяток років. Наприклад, кулі можуть вивільняти свинець, який потім поглинатимуть рослини. Свинець, розподілений у різних фракціях ґрунту, спочатку може бути інертним, але потім стає реакційноздатним через зміну умов ґрунту (наприклад, рН, вологість). Окрім свинцю, із залишками зброї у ґрунт потрапляють такі метали як хром (Cr), миш'як (As), ртуть (Hg), нікель (Ni), цинк (Zn) і кадмій (Cd). Дослідження рослин на військових полігонах показало, що вони можуть накопичувати важкі метали. Переважно аналіз показував високий вміст свинцю та таких його супутників як мідь, цинк, нікель та миш'як. При тому забруднення не обмежувалось лише територію полігону, а виходило за його межі через вплив вимивання. Важливішим буде не фактор часу, а саме хімічні властивості ґрунту та кліматичні умови. Специфічні характеристики кислих ґрунтів, піщаний склад, низька ємність катіонного обміну і низький рівень органічної речовини (окремо або в комбінації) посилюватимуть процеси мобілізації важких металів. Тоді як лужні ґрунти, текстура суглинків/мулистих суглинків/глини, висока ємність і високий вміст органіки обмежує рухливість потенційно токсичних елементів.

Нерозірвані боєприпаси та наземні міни становлять серйозну шкоду для ґрунтів протягом десятків років. Загроза полягає у викидах токсичних речовин внаслідок корозії боєприпасів, а також низки ризиків, пов'язаних з

випадковою детонацією [8]. Забруднення ґрунту наземними мінами позбавляє місцевих громад доступу до землі та природних ресурсів (рис. 1.4).

З початку 2023 р. групами розмінування ЗСУ обстежено 39,7 тис. га земель сільськогосподарського призначення, з них потребують розмінування 37,5 тис. га. Фактично розмінувано – 48,5 га, в основному це польові дороги.



Рис. 1.4. Нерозірвані ракети в ґрунті

Декілька років тому міжнародна організація «Екологія-Право-Людина» провела дослідження стосовно впливу воєнних дій на довкілля на сході України. За допомогою супутникових знімків було ідентифіковано розмір та кількість воронок, тип снаряду, розрив якого призвів до утворення воронки, а також оцінено масштаби руйнувань ґрунтового покриву і підраховано збитки, нанесені державі. Дослідникам вдалося порахувати, що на території, площею 225 км<sup>2</sup> розриви снарядів призвели до утворення 15505 воронок. У місцях великої щільності воронок були змішані шари ґрунтів, підстилаюча порода, а також безліч уламків чавуну. Окрім цього, в довкілля потрапили тонни токсичних речовин, що утворилися під час детонації. За їхніми підрахунками, на цій території розсіяно не менше ніж 392 тони металевих уламків. Через це поля непридатні для сільськогосподарського використання. До того ж у довкілля потрапили продукти окиснення від мінімум 58 т вибухових речовин,

а також 70 т оксиду алюмінію, що утворилися в результаті окиснення порошкоподібного алюмінію, який використовується разом із тротилом у якості вибухової речовини.

Металеві уламки також є небезпечними для довкілля. Для виробництва оболонки боєприпасів зазвичай використовують чавун із домішками сірки та міді. Мідь – важкий метал, і деякі її сполуки можуть бути токсичними та впливати на функціонування живих організмів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2. – Кількість хімічних елементів, що потрапляють в ґрунт від снарядів (за даними міжнародної організації «Екологія–Право–Людина»)

Калібр снаряду, мм	Кількість воронок даного калібру	Маса заліза, т	Маса вуглецю, т	Маса сірки, т	Маса міді, т
82	4342	12,50	0,20	0,23	0,09
120	2775	47,95	0,75	0,90	0,35
152	8347	312,51	4,88	5,86	2,28
220	41	3,90	0,06	0,07	0,03

Якщо один снаряд 122 мм утворює від 1600 до 2350 уламків, то 2775 таких снарядів спричинять утворення від 4,44 млн до 6,5 млн уламків. І це тільки снаряди установки «Град». Тобто хімічні речовини, що потрапили у ґрунт, дуже розпорошені, а це сприяє їх швидкому розповсюдженню, зокрема потраплянню у ґрунтові та поверхневі води.

Згідно того ж таки дослідження, в результаті розриву 15505 снарядів було вивернуто як мінімум 91407,36 м<sup>3</sup> ґрунту. Для розуміння — одна фура вміщує 8–9 м<sup>3</sup> ґрунту. Тобто можна сказати, що біля Савур-Могили було вивернуто близько 11425–10156 вантажних машин. Проводити на таких територіях рекультивацію буде дуже складно. І йдеться не лише про те, що для вирівнювання ландшафту треба закопати назад величезну кількість ґрунту. Але й про очищення від хімічних речовин та уламків металевої оболонки снарядів. При тому треба пам’ятати, що у 3% вибухових снарядів детонація не відбувається, і вони залишаються нерозірваними. Тобто якщо 15505 воронок — це лише 97%, то в ґрунті на різній глибині залишаються ще близько 480

снарядів, які можуть вибухнути. Тому рекультивація таких територій — це довго, дорого і небезпечно, а для природного відновлення земельних ресурсів від забруднення необхідно сотні років (табл. 1.3).

Таблиця 1.3. – Об’єм вивернутого ґрунту від розривів снарядів (за даними міжнародної організації «Екологія–Право–Людина»)

Калібр снаряду, мм	Маса вибухової речовини всіх використаних снарядів даного калібру, кг	Об’єм вивернутого ґрунту від розривів снарядів, м <sup>3</sup>
82	1736,8	2084,16-2605,2
120	13875	16650 – 20812,5
152	58429	70114,8 – 87643,5
220	2132	2558,4 – 3298
Всього	76172,8	91407,36 – 114259,2

Щодо хімічного аналізу ґрунту, проведеного на території заповідника «Крейдова флора» у межах цього ж таки дослідження, то концентрація титану у пробі ґрунту на місці розриву снаряду у 150 разів перевищувала фонові показники. Концентрація ванадію становила 100 мг/кг. Сплави на основі титану з добавками ванадію застосовують в авіаційній і ракетній техніці. Дослідники також виявили перевищення по сульфатах у 2,3 рази, рухомих формах важких металів: свинцю – 1,3 рази, кадмію – 1,5 рази. Також у с. Заквітне на місці розривів снарядів виявилось перевищення стронцію. Його концентрація становила 150 мг/кг. Вміст сульфатів у цій же пробі перевищував норму більш як у 4 рази, по кадмію – у 9 разів. На місці розривів снарядів у Донецькій області було зафіксовано перевищення по рухомих формах важких металів, зокрема марганцю, міді, заліза, свинцю, кадмію, хрому і цинку.

З ґрунту важкі метали можуть потрапляти в культури, а далі – в їжу. Тому махнути рукою на аналіз ґрунту і обробляти поля – не вийде, інакше продукцію просто відмовляться купувати.

Регламент Комісії (ЄС) № 1881/2006 від 19 грудня 2006 року, що встановлює максимальні рівні певних забруднюючих речовин у харчових продуктах встановлює такі допустимі норми важких металів:

- ✓ капустині овочі, листові овочі та культивовані гриби — 0,30 мг/кг сирової ваги;
- ✓ зернові, пшениця, рис, бобові, соя, а також ягоди — 0,20 мг/кг;
- ✓ фрукти та овочі (за винятком капусти та листових), зернові, за винятком висівок, зародків, пшениці та рису — 0,10 мг/кг.

Експерти зазначають, що перед тим як засівати поля, які, можливо, мають забруднення внаслідок воєнних дій, треба обов'язково провести аналіз ґрунту.

Значне місце в забрудненні ґрунтів займають важкі метали. За даними попередніх досліджень зони АТО/ООС впродовж 2016-2020 рр., виявлено у ґрунтах високий вміст свинцю, міді, миш'яку, цинку, хрому, кадмію, молібдену, барію, калію, магнію та вольфраму [9]. Вищезазначені елементи характеризують домінуючий спектр воєнно-техногенного забруднення і є провідними індикаторами для прогнозування змін екологічного стану територій із забрудненими ґрунтами та територій, що суміжні з ними. У місцях виливу паливно-мастильних матеріалів простежується найбільша концентрація нафтопродуктів. Найчастіше в місцях значних проливів нафтопродуктів внаслідок зміни хімічного складу ґрунту порушується важлива властивість ґрунту – здатність до самовідновлення та відбувається зниження біологічної активності ґрунту.

Ґрунти, забруднені вуглеводнями, є джерелом токсичних газів і пилу, що переносяться повітрям та мають гострий токсичний вплив на ґрунтове біорізноманіття [10]. Бензол, толуол, етилбензол і ксилол, що виділяються зі свіжозабруднених ґрунтів, можуть спричинити хронічний вплив на стан здоров'я населення. Після потрапляння в ґрунт вуглеводні можуть повністю або частково займати поровий простір ґрунту, що блокує потік повітря та води. Це впливає на дихання коренів рослин, на ґрунтові мікроорганізми, а також на забезпечення цих біот вологою [11].

## **1.5. Наслідки для здоров'я людей воєнно-техногенного впливу на ґрунти**

Воєнно-техногенні впливи зумовлюють специфічні забруднення ґрунтового середовища. Кожен вибух снаряду на полі утворює вибухову хвилю і хімічне забруднення. Наслідки вибухової хвилі — утворення вирв, ущільнення ґрунтів, знищення рослинності та загибель ґрунтової фауни. Все це спричиняє зміну гідролітичного режиму та руйнування структури ґрунту і зрештою провокує ерозію ґрунту та опустелювання.

У військовій зброї та вибухових речовинах використовуються хімічні сполуки, які не піддаються біологічному розкладанню та можуть забруднювати ґрунт і поверхневі води.

Разом із викидами органічних забруднювачів військова діяльність тісно пов'язана з забрудненням ґрунтів важкими металами [12]. Отже, викиди забруднювальних речовин, пов'язаних із військовою діяльністю, можуть свідчити про безпосередній вплив на середовище існування та відігравати значну роль у стані здоров'я цивільного населення. Доведено, що вплив забруднювальних речовин воєнно-техногенного походження спричиняє негативні наслідки для здоров'я, пов'язані з серцево-судинними, метаболічними, неврологічними та онкологічними захворюваннями [13]. Низка досліджень окремо свідчить про несприятливі наслідки воєнно-техногенного впливу для здоров'я дітей, які проживають на територіях бойових дій. Виявлено, що затримка росту та неврологічного розвитку у дітей були пов'язані з внутрішньоутробним впливом важких металів, насамперед миш'яку, барію та молібдену [14]. Збільшення кількості передчасних пологів та поширеності вроджених вад у новонароджених у районі Газа (Палестина) обумовлено підвищеним впливом на жіноче населення високого рівня барію, миш'яку, кобальту, кадмію, хрому, ванадію та урану [15]. Доведено, що в дітей військової зони Іраку спостерігається порушення неврологічного розвитку [16]. Потрапляння забруднювальних речовин в організм людини є фактором ризику розвитку різноманітних патологій, зростання й ускладнення перебігу

низки хвороб. Багато мікроелементів, включно з необхідними для живих організмів, в аномально високих концентраціях є токсичними для людини [17, 18]. Виявляється, що навіть невеликі концентрації забруднювальних речовин змінюють активність ферментів в організмі людини, впливають на кровообіг ядер і синтез білка, викликають зміни на генетичному рівні.

Після потрапляння в ґрунт на «поведінку» вибухових сполук та важких металів впливають різноманітні природні процеси [20, 21]. Швидкість їхньої міграції та трансформації регулюється фізико-хімічними та біологічними факторами ґрунтового середовища (як-от розчинення, випаровування, адсорбція, фотоліз, гідроліз, біодеградація). Рухливість забруднювальних речовин у ґрунтовому середовищі залежить від гранулометричного та мінералогічного складу ґрунту, вмісту гумусу, окисно-відновних та кислотно-лужних умов, наявності геохімічних бар'єрів. На поведінку забруднювальних речовин великий вплив має часовий аспект. Розчинні органічні речовини та підкислення ґрунтового середовища підвищує швидкість міграції забруднювачів.

Перерозподіл забруднювачів відбувається як у горизонтальному, так і в вертикальному напрямку: горизонтальна міграція найпомітніша відразу після бомбардувань і відбувається насамперед завдяки повітряному переносу; зі свого боку, вертикальна міграція пов'язана з чинниками, як-от: дифузія іонів, перенесення з потоком вологи, перенесення корневими системами рослин, діяльність ґрунтової мезофауни, господарська діяльність людини. Найбільший вплив на інтенсивність міграції забруднювачів у ґрунтовому профілі чинить водний режим [22].

Здатність ґрунтів або підземних вод затримувати важкі метали шляхом вибіркового поглинання (адсорбції) залежить також від площі поверхні, яка реагує з металом. Інтенсивність закріплення важких металів залежить також від складу ґрунотвірної породи, що відрізняється вмістом глини й органічної речовини, вологістю, швидкістю газового обміну з атмосферою, мікробіологічною активністю та іншими ландшафтно-геохімічними

факторами [23]. Наявність рослинного покриву на територіях воєнно-техногенного навантаження також впливає на рухливість вибухових речовин та важких металів. Рослини мають здатність зменшувати їхню міграцію до підземних вод [24].

Саме тому часто використовують багаторічні трави, як-от міскантус, а також деревні види, як-от верби (*Salix* sp.) і тополя (*Populus* sp.) [25]. На надходження важких металів у рослини з ґрунту впливає кілька факторів: видові особливості рослин, тип ґрунту, концентрація, форма перебування елементів-забруднювачів, рН ґрунту, гранулометричний склад, вміст органічних речовин, ємність поглинання катіонів у ґрунті, наявність техногенних джерел забруднення ландшафтів тощо.

Водночас рослини мають захисні властивості щодо поглинання забруднювачів. У них наявна кілька систем контролю за надходженням іонів. Здебільшого вони перебувають у коренях та репродуктивних органах (насінні і плодах). Дослідження міграції елементів-забруднювачів у рослини засвідчило, що на перших етапах надходження елементів з ґрунтів їхня основна частина затримується в коренях рослин (рис. 1.5).

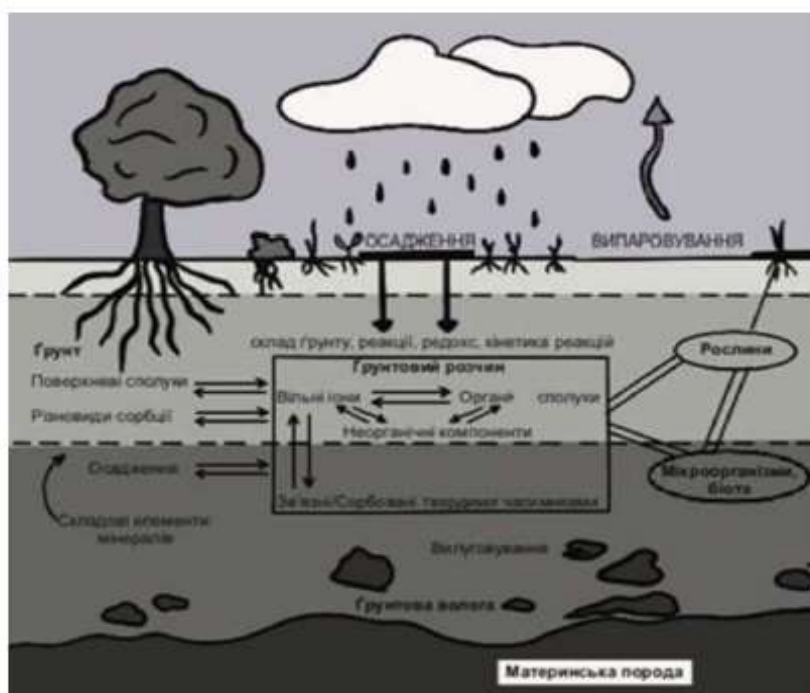


Рис. 1.5. Процеси міграції забруднювальних речовин у ґрунтах

Водночас захисні механізми кореневої системи обмежені і під час інтенсивного надходження токсичних іонів з ґрунту вони не в змозі повністю захистити вегетативну масу від забруднення, і елементи-забруднювачі починають проникати в надземну частину рослин. Хімічний склад рослин залежить від складу ґрунтів, на яких вони ростуть, але не повторюють його, оскільки вибірково поглинають необхідні елементи відповідно до фізіологічних і біохімічних потреб. Механізми стійкості рослин до надмірного надходження важких металів різноманітні: одні здатні накопичувати високі концентрації металів і проявляти до них толерантність, інші – зменшувати кількість їхнього надходження шляхом максимального використання бар'єрних властивостей.

Рівень накопичення важких металів рослинами залежить від їхніх генетичних і видових особливостей [26]. Так, серед сільськогосподарських культур найбільш високий вміст важких металів виявлено в листових овочах і силосних культурах, а найменший – у бобових, злакових і технічних культурах [27]. Воєнно-техногенні забруднювачі зазвичай наявні в ґрунті у формі залишків або частинок внаслідок використання боєприпасів і потрапляють у ґрунт шляхом розсіювання. Ці забруднювальні сполуки мають різні рівні розчинності у воді та високу ступінь проникнення в перехідні шари ґрунту. Однак здебільшого ці сполуки мають високі концентрації в приповерхневому шарі ґрунту (до 15 см). Сполуки вибухових речовин при вивільненні контактують із ґрунтом, де вони поглинаються та адсорбуються його частинками (рис. 1.6). Тривалість сорбції залежать від структури сполук [28]. Центральний значок позначає нерозірвані боєприпаси, а колір за ним позначає дифузю забруднень. Вода позначена світлими стрілками, а присутність забруднювальних речовин за межами центральної зони дифузії позначена культивованими шестикутниками. Ділянка (А) представляє мікробну взаємодію та метаболізм, (В) сорбцію частинками ґрунту та (С) поглинання та секвестрацію надземними та підземними тканинами рослин [29]. Взаємодія стратегії рослина – забруднювач починається з поглинання забруднювача і

зазвичай відбувається через рідкий розчин, присутній у пористій матриці ґрунту.

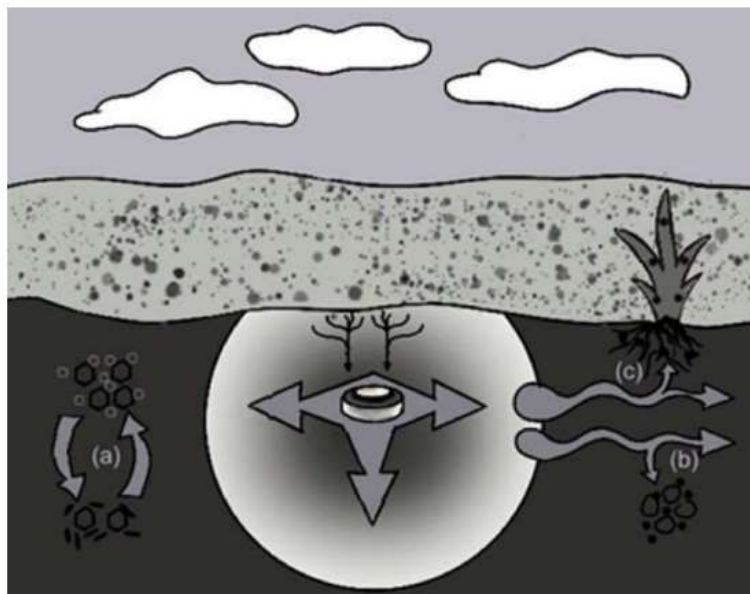


Рис. 1.6. Поведінка сполук вибухових речовин у ґрунтах

Ґрунтовий розчин, що містить сполуки вибухових речовин, проникає в коріння рослини без будь-яких перешкод або завдяки великому потоці води під час випаровування<sup>30</sup>. Сполуки вибухових речовин всередині коренів вільно переміщуються поміж мембран, та, зрештою, повністю осідають у рослині [31, 32]. Деякі дослідження свідчать про накопичення потенційно токсичних рівнів Pb, Cu та Ni в кормових рослинах, що ростуть на колишніх військових полігонах Швейцарії [33]. Певні території Косова, які було сильно обстріляно снарядами з збідненим ураном досі характеризуються підвищеним накопиченням урану в лишайниках [34].

Як тротил, так і продукти його трансформації дуже токсичні для ґрунтової фауни, хоча види виявляють різну сприйнятливість до цих забруднювачів. Вплив тротилу та інших хімічних боєприпасів може різко пригнічувати мікробну активність ґрунту [35]. Високі концентрації вуглеводнів можуть викликати симптоми отруєння у дощових черв'яків

Окрім міграції в ґрунтах, токсичні речовини також здатні розсіюватися водою. Наприклад, у прибережних районах Пуерто-Ріко виявили небезпечно

високий рівень вибухових сполук, що вимиваються з боєприпасів, а також численні токсичні речовини внаслідок використання різних систем зброї під час військових навчань. Нещодавні дослідження мікроелементного складу морських і наземних рослин у цьому регіоні [36, 37] виявили високі концентрації свинцю. Це свідчить про розсіювання забруднення та біоаккумуляцію токсичних речовин у морському харчовому ланцюгу.

Попри те, що наразі є лише нечисельні дослідження воєнно-техногенних впливів, проте наявні незаперечні докази їхніх несприятливих наслідків для здоров'я населення.

Дія високих концентрацій важких металів на організм людини призводить до ураження або зміни діяльності найважливіших систем організму – центральної і периферичної нервової системи, кровотворення, внутрішньої секреції тощо [38]. У надмірній кількості вони здатні змінювати структуру білків, негативно впливати на обмін речовин, викликати клітинні мутації, порушувати структуру та проникність клітинних мембран, а також спричиняти порушення роботи внутрішніх органів. Це призводить до уповільнення зростання у дітей, послаблення репродуктивної функції, онкологічних захворювань. Також важкі метали дуже «люблять» віруси, зокрема вірус Епштейна-Барр. І що більше в організмі депоновано важких металів, то вищий ризик активізації вірусних процесів. І це неповний перелік того, що викликають важкі метали, які щодня потрапляють до нашого організму. Низка хімічних елементів спричиняє виникнення атеросклерозу, злоякісні новоутворення, впливає на порушення апарату спадковості.

Саме тому епідеміологічний моніторинг є важливою складовою комплексної програми дослідження територій воєнно-техногенних впливів.

## РОЗДІЛ II

### МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ПОШКОДЖЕНИХ ЗЕМЕЛЬ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ

#### 2.1. Концепція екологічного ризику військової діяльності

В Україні тільки починають підраховувати шкоду для екології внаслідок повномасштабного російського вторгнення. За даними Державної екологічної інспекції станом на січень 2023 року, за 11 місяців військової агресії РФ збитки для екології України складають вже понад 1 трильйон 743 мільярди гривень, або понад 47,6 мільярда доларів. І це тільки приблизні розрахунки, поки досі залишається окупованою частина українських територій. Наразі в Україні встигають підраховувати збитки тільки від прямої шкоди військової агресії: ракетні атаки на підприємства та цивільні об'єкти, масштабні обстріли, пожежі. Що ж стосується тимчасово окупованих територій, то це можливо поки лише за допомогою супутникових знімків, але фінально це буде розраховуватися тільки після доступу на ці території та відповідних досліджень. При належному фінансуванні можливо повністю оцінити шкоду докільку за 10 років або навіть менше. Окрім тисяч смертей та руйнування важливої інфраструктури, Україну може роками переслідувати ще одна, менш очевидна, але не менш важка криза, пов'язана із вторгненням Росії: екологічна. Від обстріляних хімічних заводів до вигорілих через обстріли лісів – наслідки відчують всі екосистеми України.

Донецький економічний район, до складу якого входять Луганська та Донецька області, традиційно належав до найбільш розвинутих промислових регіонів України. Екологічний стан території Донбасу ще за радянських часів оцінювався як кризовий та належав до зони надзвичайної екологічної ситуації [39, 40].

Ліквідація шахт у межах реструктуризації вугільної промисловості викликала незворотні зміни екологічного стану. Надзвичайна гостра для Донбасу проблема полягає у втраті продуктивних земель унаслідок розвитку промислової забудови, що спричиняє, зі свого боку, високий рівень забруднення та

деградацію ґрунтового покриву. Війна, що триває на цих територіях із 2014 року, стала причиною нових екологічних загроз у регіоні. Контрастність аномалій воєнно-техногенного походження різко зростає в межах промислових агломерацій та накладається на вже наявне тут техногенне забруднення.

Найбільше воєнно-техногенне навантаження на ландшафти характерне для Луганської (Північно-Луганська), Сєверодонецько-Лисичанської та Торецько-Горлівсько-Єнакіївської промислових агломерацій. Так, ці райони характеризувались значним підвищенням рівнем ртуті, арсену та кадмію у ґрунті, які перевищували гранично допустимі концентрації та фонові значення. У пробах ґрунту також виявили підвищений вміст міді, цинку, нікелю, свинцю, стронцію, хрому, фосфору та барію, як порівняти з контрольними ділянками.

Результати аналітичних досліджень вмісту важких металів у ґрунтах воєнних ландшафтів, які одночасно перебувають у зонах воєнно-техногенного навантаження та в зонах впливу промислових об'єктів, свідчать про перевищення регіональних фонових значень вмісту свинцю (35-14000 мг/кг), міді (35-95 мг/кг, окремі ділянки – 250-330 мг/кг), нікелю (84-300 мг/кг) та інших важких металів (наприклад, манган, хром та цинку Mn, Cr, Zn) [40].

Шляхом порівняння фонових значень показників фізикохімічних властивостей ґрунтів промислових агломерацій Донбасу до початку воєнних дій встановлені закономірні зміни вмісту окремих мікроелементів та важких металів. Вміст важких металів у пробах ґрунту, відібраних на ділянках бойових дій, здебільшого перевищував фонове значення в 3-25 разів.

Систематичне перевищення в 3-6 разів спостерігалось щодо ртуті, ванадію та кадмію. У поодиноких пробах, фонові значення перевищувалися у понад сто разів. Якщо порівняти середні показники валового вмісту важких металів у місцях використання стрілецької зброї, артилерійських і ракетних бомбардувань з фоновими для Донбасу, то найбільші кларки концентрацій відзначені для кадмію, свинцю, міді, цинку, а в окремих випадках ртуті. До того ж, збільшення площ затоплення і підтоплення під час підйому рівнів підземних вод призводить збільшення рухомості техногенних елементів.

Найбільшими показниками рухливості серед високо небезпечних елементів володіє цинк із вмістом рухомих форм 10-20% від валового вмісту. Кількість рухомих форм свинцю в досліджуваних ґрунтах регіону досягає 6-8% від валового вмісту. Хром серед досліджуваних небезпечних елементів володіє найменшою рухливістю – до 2,2 % (рис. 2.1) [40].

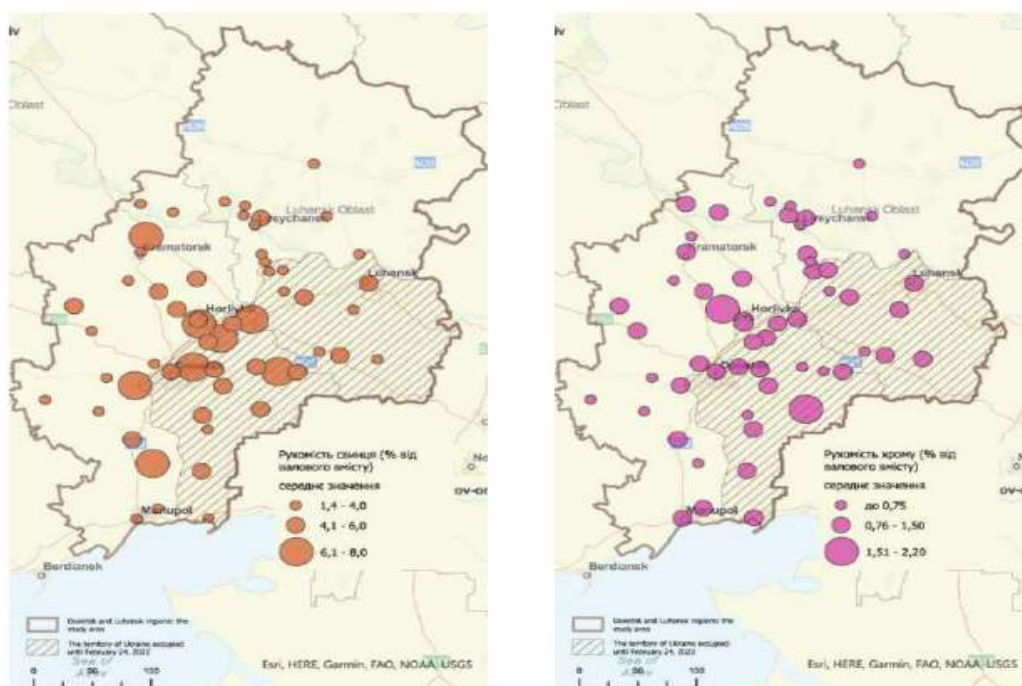


Рисунок 2.1. Розподіл рухомих форм свинцю (Pb) і хрому (Cr) у ґрунтах Донбасу (2016-2022 рр.) [40]

Для ґрунтів у зонах бойових дій також визначено сумарний показник забруднення ( $Z_c$ ) за методикою Ю.Ю. Саєта (1990). У кожній точці відбору ґрунтів за даними аналізу геохімічних проб згідно зі зазначеною вище методикою підрахований сумарний показник хімічного забруднення ґрунтів. Для розрахунку  $Z_c$  взято середньофоновий вміст хімічних елементів. Коефіцієнт концентрації вираховувався для елементів з вище за фоновий вміст.

Значення сумарного показника хімічного забруднення  $Z_c$  змінюється на досліджуваній території в широких межах – від 7,3 до 118,5. Розрахунки сумарного показника забруднення ґрунтів засвідчили, що зони воєнного

впливу в межах регіону характеризуються небезпечними рівнями забруднення ґрунтів важкими металами ( $Z_c$  від 32 до 128), інші зони агломерацій відчують помірно-небезпечний ступінь забруднення ( $Z_c$  від 16 до 32).

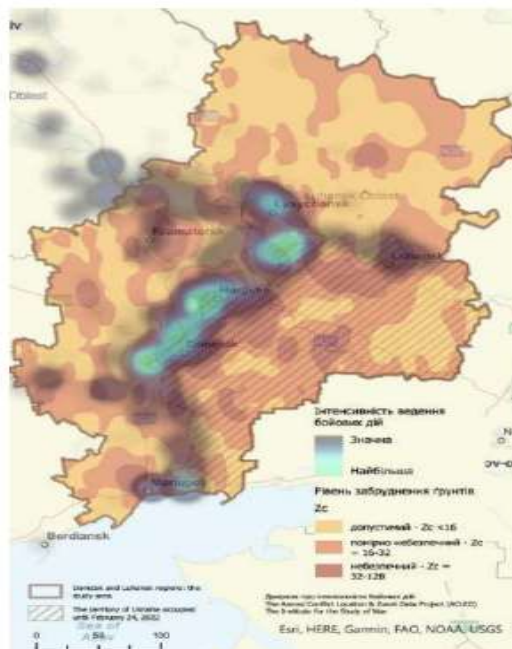


Рисунок 2. Рівень забруднення ґрунтів Донбасу з сумарним показником забруднення (2016-2022 рр.)

Найменші, допустимі значення сумарного забруднення ґрунтів ( $Z_c$  до 16) характерні для територій, що окремими ареалами розташовані переважно у північній та північно-східній частині регіону.

Сучасні еколого-геохімічні умови ґрунтового покриву ландшафтів Донбасу внаслідок значних просторово-часових змін природно-техногенних факторів в умовах військового впливу є вкрай складними, що формує високі ризики надзвичайних ситуацій екологічного походження.

В умовах інтенсивного військового впливу на ландшафти регіону відбувається підвищення рівня фонових характеристик ґрунтового покриву, посилюються рівні коливання концентрацій токсичних елементів та їх сполук, змінюються закономірності процесів формування хімічного складу ґрунту.

## 2.2. Оцінка збитків на Харківщині

Загальна сума збитків від війни в сільському господарстві України сягнула \$4,3 млрд. Про це свідчать результати «Огляду збитків від війни в сільському господарстві України», підготовленого Центром досліджень продовольства та землекористування KSE Institute спільно з Міністерством аграрної політики та продовольства України, опубліковані на сайті міністерства.

У структурі пошкоджень найбільші втрати фіксуються внаслідок знищення або часткового пошкодження сільськогосподарських угідь та незбору врожаю – \$2,135 млрд. Сільськогосподарські землі зазнали двох значних видів пошкоджень – мінне забруднення та пряме фізичне пошкодження. Вартість обстеження земель із високим ризиком мінного забруднення та розмінування постраждалих територій оцінюється в \$436 млн.

Пожежі спричиняють вигорання родючого шару і знищення корисної мікрофлори, порушення водного балансу і знову ж таки ерозію ґрунту.



Рис. 2.1. Пожежі на полях Вільхівської громади

Окупанти свідомо вели обстріли полів зі стиглою пшеницею, внаслідок чого спалахували пожежі та знищувався урожай. Причому росіяни навмисно не дозволяють гасити займання на окупованій Херсонщині, знищують склади з зерном, сільськогосподарську техніку та сонячні електростанції.

У Вільхівській громаді від обстрілів загорілись відразу 2 поля на площі 60 га. Завдяки роботі рятувальників і аграріїв вогонь не поширився ще на 66 га пшениці. Загалом на Харківщині ворог уже знищив понад 130 га посівів зернових.

Південні регіони, які зараз потерпають від окупації рф та важких боїв, також є регіонами з найбільш розвиненою іригаційною інфраструктурою. Орієнтовна вартість заміни та ремонту пошкодженої іригаційної інфраструктури становить \$225 млн.

Окрім прямого пошкодження земель — окупація, воєнні дії та мінне забруднення обмежують доступ фермерів до полів і можливості для збору врожаю. Орієнтовно 2,4 млн га озимих культур загальною вартістю у \$1,435 млрд залишаються незібраними внаслідок агресії рф.

Сільськогосподарська техніка та обладнання також зазнають пошкоджень у результаті обстрілів, авіаударів та бойових дій, що відбуваються в безпосередній близькості. Орієнтовна вартість заміни та ремонту пошкодженого машинного обладнання становить \$926,1 млн.

Є свідчення про те, що рф цілеспрямовано знищує елеваторні потужності з метою послаблення українського агросектору. Загальна сума збитків внаслідок пошкодження або знищення зерносховищ оцінюється у \$272 млн.

Оціночна вартість загиблих тварин складає понад \$136 млн. Свійські тварини гинуть не лише безпосередньо від активних бойових дій, але й від обмеженого фізичного доступу на ферми, обмеженої можливості для закупівлі кормів та надання ветеринарних послуг. Орієнтовна кількість тварин, які загинули внаслідок агресії рф у постраждалих районах, становить 42 тис. голів овець і кіз, 92 тис. голів великої рогатої худоби, 258 тис. свиней та понад 5,7 тис. голів птиці.

## РОЗДІЛ ІІІ

### ПРИРОДНИЧА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 3.1. Характеристика Вільхівської громади на Харківщині

Вільхівська сільська об'єднана територіальна громада в Україні розміщена в Харківському районі Харківської області. Площа громади – 219,9 км<sup>2</sup>, населення громади – 8147 осіб (станом на 2020 р.). Утворена 12 червня 2020 р. шляхом об'єднання Кулиничівської селищної ради, а також Вільхівської і Малороганської сільських рад Харківського району Харківської області з центром в селі Вільхівка (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Місцезоміщення Вільхівської громади

До складу громади входять 11 сіл (Вільхівка, Байрак, Бісквітне, Благодатне, Бобрівка, Верхня Роганка, Затишся, Коропи, Мала Рогань, Сороківка, Степанки) та 6 селищ (Елітне, Зернове, Кутузівка, Момотове, Прелесне, Слобідське). Землі на території, підпорядкованій Вільхівській сільській раді, виділені для користування працівникам соціальної сфери і колишнього радгоспу.

Адміністративний центр Вільхівської громади – село Вільхівка. Населення становить 8448 осіб. Село розташоване за 8 км на схід від Харкова

(Салтівка). Працездатне населення Вільхівки зайняте, головним чином, на підприємствах Харкова. Землегосподарством та розведенням худоби займається незначна частина місцевих жителів пенсійного віку.

### **3.2. Рельєф**

Харківська область розташована у північно-східній частині Придніпровської низовини. Рельєф області є хвилястою рівниною з легким нахилом в південно-західному (до басейну Дніпра) і в південно-східному (до басейну Дона) напрямках. Територія розмежована річковими долинами, ярами та балками. У північно-східну частину області заходять відроги Середньоруської височини, а в південну – відроги Донецького кряжа. Басейн Дону складає 75 % території області, басейн Дніпра – 25 %.

У місцях залягання вапняків і соленосних відкладень розвиваються карстові форми рельєфу. Характерна риса рельєфу області – наявність форм антропогенного походження: терикони, кар'єри і т. д.

### **3.3. Кліматичні характеристики району**

Клімат району – помірно континентальний. Середня температура в січні  $-7^{\circ}\text{C}$ , а в липні  $+21^{\circ}$ . Зима помірно м'яка, з переважанням хмарних, помірно морозних погод. Сніговий покрив утримується до 110 днів. Літо тепле, сонячне, сухе. Опадів від 400 до 650 мм на рік, головним чином в квітні – жовтні. На рік у середньому припадає 1750 годин сонячного сяйва. Влітку переважають західні вітри, в інші пори року – східні і північно-східні.

Вітрові маси, які надходять з Азійського материка й Нижньоволжських степів, зумовлюють низькі температури взимку з холодними, а восени і влітку сухими гарячими вітрами. Середні температури січня від  $-5$  до  $-8^{\circ}\text{C}$ , липня  $21-23^{\circ}\text{C}$ . Опадів близько 500 мм на рік. Навесні бувають суховії (частіше – у травні), влітку – посухи, іноді пилові бурі, град, взимку – завірюхи.

### 3.4. Ґрунтовий покрив

Серед ґрунтів переважають чорноземи типові (39,44 %), звичайні глибокі (34,56 %), звичайні (11,68 %), опідзолені (3,37 %), сірі лісові (1,44 %).

Земельний фонд Донецької області на 01.01.99 р. становить 2651,7 тис. га. З них близько 80% площ зайнято сільськогосподарськими землями. Наявність різноманітних форм рельєфу призвела до створення на них різноманітних видів ґрунтів. На лесовидних породах утворилися гумусні чорноземи. У заплавах річок і балок: лугові чорноземи, лучно-болотні, переважно із засоленими ґрунтами.

Для ґрунтового покриву більшої частини області характерні чорноземи, у північних районах зустрічаються дерново-слабопідзолисті ґрунти, уздовж узбережжя Азовського моря — слабослодлі чорноземи й солонці. Усього на карті області виділено 60 видів ґрунтів.

Вміст гумусу за останні 15 років зменшився на 0,35%, область має 68% еродованих земель. Промислові підприємства порушили близько 30 тис. га сільськогосподарських угідь. У кінці ХХ ст. рекультивації підлягають 5 тис. га. Найбільшого забруднення зазнає верхній шар літосфери – ґрунт. Це пов'язано з розсіюванням у приземному прошарку атмосфери аеральних емісій промислових підприємств, що містять різноманітні екотоксиканти. Характерними для регіону є важкі метали, фториди, сірководень та ін. Під дією цих сполук детоксикуючий потенціал ґрунтів у техногенно напружених регіонах суттєво зменшується і створюються умови для перенесення забруднюючих речовин з ґрунту в рослини сільськогосподарських культур.

Забруднення ґрунту, та відповідно сільськогосподарських культур, становить значну небезпеку для людини та інших живих організмів, тому що накопичені в рослинах важкі метали включаються в харчові ланцюги і з продуктами харчування потрапляють в шлунково-кишковий тракт людини.

Щорічні спостереження за еколого-агрохімічним станом ґрунтів області проводяться центром «Облдержродючість» шляхом локальних досліджень на контрольних ділянках. На жаль, сільськогосподарські підприємства не

приділяють достатньої уваги вивченню якісного стану ґрунтів з метою планування і організації раціонального і, в результаті, економічно вигідного використання ґрунтів та їх охорони. З важких металів, сполуки яких найбільше забруднюють ґрунти, можна виділити такі: мідь, цинк, свинець, кадмій, ртуть.

### **3.5 Корисні копалини**

За загальним природно-ресурсним потенціалом Харківська область посідає 5-те місце в Україні, її мінерально-сировинна база складається на 28,5 % з паливно-енергетичних корисних копалин (нафта, газ, конденсат, кам'яне вугілля), на 53,4 % із сировини для виробництва будівельних матеріалів, решту (18,1 %) становить сировина кольорових металів, прісні мінеральні підземні води. Станом на 2020 рік на території регіону на території Харківської області обліковується 78 родовищ природного газу, балансові запаси складають 317,860 млрд.м<sup>3</sup> (39,51 % від запасів в Україні). Розробляються 47 родовищ природного газу, балансові запаси складають 311,827 млрд.м<sup>3</sup> (38,76 % від запасів в Україні). Найбільші серед них – Шебелинське, Хрестищенське, Єфремовське, Кегичівське. На території області обліковується 26 родовищ нафти, балансові запаси складають 4,289 млн тон (4,29 % від запасів в Україні). Розробляються 19 родовищ, балансові запаси складають 4,206 млн тон (4,21 % від запасів в Україні). Кількість родовищ конденсату на території області складає 69, балансові запаси складають 8,801 млн тон (22,12 % від запасів в Україні).

Також на території області розташовано 8 родовищ бурого та кам'яного вугілля (0,72 % від всього в Україні) та 2 родовища торфу (0,29 % від всього в Україні), Єфремовське родовище солі (6,67 % від всього в Україні), 3 родовища формувальних пісків (Гусарівське, Вишнівське та Благодатне, 14,29 % від всього в Україні); 22 родовища сапропелі (7,14 % від всього в Україні), 1 родовище фосфориту (11,11 % від всього в Україні), 1 родовище сировини для мінеральних фарб (10 % від всього в Україні), 1 родовище піску

кварцового (25 % від всього в Україні), 5 родовищ сировини цементної (8,2 % від всього в Україні), 12 родовищ крейди (17,65 % від всього в Україні).

### **3.6. Водойми**

Харківська область має низьку забезпеченість водними ресурсами – 1,8 % від загальних водних ресурсів України. Територією області протікає 867 річок загальною протяжністю 6 405 км, з них довжиною більше 10 км – 172 річки. 75 % водних ресурсів області припадає на басейн річки Дон. Найбільшою річкою області є Сіверський Донець – найбільша річка Лівобережної України (загальна довжина – 1053 км, довжина на території області – 375 км). Сіверський Донець починається в Росії у районі міста Білгород, протікає територією Харківської, Донецької, Луганської областей і впадає в Дон у Ростовській області. Основні притоки на території Харківської області – ріки Оскіл, Уди, Берека, Харків, Лопань, Сухий Торець, Балаклійка, Вовча, Великий Бурлук та ін.

Друга група річок – це дрібні степові річки, що майже висихають влітку і течуть від центра області на південь. Усі вони є притоками Дніпра – Багата, Орель, Орчик, Самара та ін. Третя група дрібних річок тече серед луків та лісів на північному заході області (Коломак, Мерло та ін.). Вони також належать до басейна Дніпра, але впадають у Ворсклу.

Таким чином, на території Харківської області проходить вододіл великих водних систем Європи: Дніпра і Дону. Цей вододіл іде умовно уздовж лінії Золочів – Богодухів – Валки – Нова Водолага – Первомайський – Лозова, а його особливістю є відсутність високих гір, численні мілини на річках. Саме наявність такого вододілу визначила історичні шляхи руху народів і військ через територію Харківської області, наприклад, відомий Муравський шлях з Криму в Україну.

В області є 583 озер, збудовано 57 водосховищ і 2 тис. 538 ставків.

В області є багато лісових озер (поблизу Змієва, Чугуєва, Балаклії), які, як правило, зв'язані з руслами річок. Найбільше озеро — Лиман — розташоване

недалеко від міста Зміїв. Навколишня краса лісів і лук, чиста вода самих озер роблять їх одним з місць відпочинку та об'єктом туризму.

В області є декілька штучних водосховищ, каналів. Руслу річок Орель та інших степових річок під землею та по поверхні проходить через область канал «Дніпро-Донбас», на якому є найбільше в області водосховище — Краснонопавлівське, що входить до системи зрошення полів області.

Басейн Сіверського Дінця є важливим рекреаційним та туристичним регіоном Харківської області, уздовж якого розмістилось безліч будинків відпочинку, готелів, ресторацій та інших об'єктів інфраструктури. Досить багато з них було засновано в останні роки, тому вони відповідають європейським стандартам охорони довколишнього середовища. Це, у свою чергу, не лише позитивно впливає на ситуацію в курортних районах, але й приваблює відвідувачів.

Вільхівська громада знаходиться на обох берегах річки Пічківської та на правому березі річки Роганка, вище за течією примикає село Сороківка, нижче за течією примикає село Коропи, на протилежному березі – село Степанки. На річці знаходиться Вільхівське водосховище (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Вигляд на Вільхівський ставок і околицю села Вільхівки

### 3.7. Рослинний і тваринний світ

Ліси займають лише 11 % території області, і розташовані вони переважно у річищах річок на високих правих берегах. На берегах Сіверського Дінця та інших річок розкинулись чудові ліси та заливні луки. У лісах ростуть дуби, сосни, осики, верби та інші дерева; живуть багато зайців, птахів, інших різних тварин та комах; зустрічаються численні види грибів. Територія області лежить у зонах степу та лісостепу. Степ займає по площі більшу частину території області. Раніше його покривала різнотравно-типчакowo-ковилова рослинність, але згодом він був розораний та засіяний сільськогосподарськими культурами. По балках і ярах посаджені байрачні ліси, а на піщаних терасах річок поширені соснові та сосново-дубові ліси.

Основні лісові масиви знаходяться на північному заході області. Загальна площа лісів та інших лісовкритих площ області – 419,4 тис. га (12,1 % від загальної площі). За показником лісистості Харківщина посідає 15 місце серед регіонів України. Основні лісові породи – дуб та сосна. Також в лісах поширені ялина, липа, клен, ясен. На достатньо вологих ґрунтах ростуть береза, вільха, верба, осика, тополя. В лісах чимало дикоростучих плодovих дерев – яблунь, груш.

Місцевість у міжріччях хвиляста, з пологими підйомами та спусками, багато дивовижних пейзажів: безмежні поля, пагорби та височини з гаями. У зелені дерев та кущів ховаються вулиці міст і сіл. Є лісонасадження уздовж доріг і навколо полів. Багаті чорноземи області утворились, зокрема, у XIII—XVIII століттях завдяки наявності неораної території так званого «Дикого поля». За кожні 100 років у середньому нарощувалось 25 см благодатного ґрунту.

У лісах водяться вепри, благородні олені, лосі, сарни. З хижаків зустрічаються лисиця, ласка, куниця, єнот уссурійський, вовк, лісовий тхір, горностаї. Серед лісових гризунів поширені вивірки, лісові соні, жовтогруді миші, підземні та руді лісові полівки. На території області водиться велика кількість видів птахів[10].

У річках водиться чимало видів риб: щука, карась, товстолобик та ін. В області є також зариблені озера та ділянки рибозоведення. А уздовж берегів річок простяглися численні пляжі, чарівні місця, наприклад, урочище Коробові Хутори, Фігуровка, місця поблизу населених пунктів Балаклія, Гороховатка, Зміїв, Ізюм, Оскіл, Донець.

Бальнеологічні ресурси представлені мінеральною водою курорту «Березовські мінеральні води» під Харковом.

### **3.8. Війна на території Вільхівської громади**

Вільхівська територіальна громада розташована впритул до Харкова. Вона невелика і до війни була тихим передмістям для тих, хто не любить шуму та галасу великого міста. Однак 24 лютого все змінилося. Російські війська зайшли у Вільхівську громаду в перші дні повномасштабного вторгнення, і єдине, що відділяло окупантів від обласного центру, це окружна Харкова. У посадках навколо дороги точилися одні з найзапекліших боїв у Харківській області. По один бік розміщувалися українські захисники, на протилежному – намагалися пробити оборону російські окупанти.

Росіяни проїжджали повз Елітне, наступали на Харків, однак наші на окружній їх зупиняли, і вони відступали. По стороні Вільхівської громади скрізь були російські військові. Дороги, що розміщувалися на межі бойових зіткнень, були перегороджені. З Харкова у Малу Рогань чи Вільхівку було не дістатися. Ті, хто наважувався, ставали мішенню ворога. З того боку взагалі не можна було проїхати, бо росіяни на трасі розстрілювали автівки. Бувало, що намагалися прорватися волонтери або місцеві, але їхні машини просто розстрілювали, врешті дуже багато людей загинуло.

Більшість мешканців села втекла від окупації, хто залишився – ховався у підвалах та будинках. Росіяни дозволяли виходити з дому тільки місцевим, які надівали білі пов'язки. Також не можна було виходити по одному та групами понад троє осіб. Однак ці «правила» протривали недовго, оскільки російська «адміністрація» у Вільхівській громаді проіснувала менше двох тижнів.

На околицях села окупанти влаштували собі вогневі позиції та деінде виганяли людей з домівок, щоб там поселитися.

У селі було знищено щонайменше 90% будівель. Влучали ворожі снаряди та у багатоповерхові будинки села Мала Рогань. Одним з трагічних епізодів того часу був випадок, коли через пряме влучання російського снаряда у багатоповерховий будинок було багато загиблих та поранених.

До Вільхівської громади російські окупанти зайшли у перший день масованого вторгнення. 24 лютого 2022 року почалися бої за село Вільхівку. 24 березня село було окуповано російськими військами. 27 березня 2022 року село звільнене від військ РФ. Село Мала Рогань Збройні Сили України звільнили найпершим у громаді ще у березні 2022 року. Відповідно, воно першим, у порівнянні з іншими населеними пунктами Вільхівської ТГ, почало відновлюватися. Тут працює єдине в громаді стаціонарне відділення Укрпошти. Мешканці та комунальники мали можливість за весну та літо відновлювати населений пункт, наскільки це можливо, хоча у селі й досі залишилися вулиці, майже повністю понівечені внаслідок бойових дій. У найбільш постраждалій частині населеного пункту, на південній околиці, досі ржавіють два знищені російські танки, бо в громаді немає спеціальної техніки, щоб їх вивезти.

У квітні 2022 р. села громади було звільнено. У Вільхівці важко знайти будинки, які б узагалі не постраждали внаслідок бойових дій. На вулиці Українській є ділянка, на якій немає жодного придатного до життя будинку – лише одні руїни. Також у Вільхівці розташована найбільш зруйнована в громаді школа (рис. 3.3). Саме в цьому навчальному закладі зробили укріплення російські військові, коли Збройні Сили України звільняли громаду.

Наразі у Вільхівці та навколишніх селах майже немає працюючих підприємств, а отже і надходжень до бюджету. Через це відновлення ТГ відбувається з деякими затримками. 24 травня 2022 р. розпочалося відновлення газопроводу в селі.



Рис. 3.3. Зруйнована школа у с. Вільхівка

Попри те, що Вільхівську громаду звільнили ще навесні, однак вона залишається дуже замінованою ще дотепер. З більшості асфальтних полотен категорично не можна з'їжджати, оскільки велика ймовірність натрапити на залишену міну чи нерозірваний снаряд, хоча самі дороги військові та сапери ДСНС розмінували і вони повністю безпечні для проїзду автомобілів та громадського транспорту.

З червня у громаді відновили автобусне сполучення між населеними пунктами громади та обласним центром. Так з 6 червня запустили два маршрути з Вільхівки та Степанків через Малу Рогань до станції метро Індустріальна у Харкові. Пізніше, 8 червня запустили ще один маршрут з Вільхівки до 602-го мікрорайона, що на Салтівці. І вже з 26 вересня відновили рух транспорту по маршруту з Кутузівки до того ж 602-го мікрорайону.

Також у Вільхівці знаходиться Центр надання соціальних послуг, який працював ще до повномасштабного вторгнення і працює донині. Він опікується здебільшого самотніми літніми людьми та тими, хто потребує допомоги. Після деокупації кількість людей, яким потрібні послуги Центру, збільшилася, але, як говорить начальник Вільхівської СВА, попит пов'язаний

перш за все зі спрощенням процедури отримання такої допомоги на період воєнного стану. Це є великою проблемою, оскільки через збільшення підопічних, терцентр потребує розширення статусу, а коштів у громади немає.

До війни бюджет Вільхівської громади складав близько 120 мільйонів гривень, однак наразі Вільхівська ТГ виходить приблизно на 50 мільйонів гривень, урахувавши дотації, які складають менше ніж половину бюджету. Така ситуація склалася, оскільки у Вільхівській громаді не працює майже жодне підприємство, а ті що змогли відновити свою роботу, зробили це частково. Усі так чи інакше постраждали внаслідок окупації та бойових дій і призупинили свою діяльність.

## РОЗДІЛ IV

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 4.1 Особливості ведення бойових дій на досліджуваній території

Дослідження особливостей ведення бойових дій стали основою для тестування підходів до методики вивчення факторів та наслідків пошкодження земель. Наслідки бойових дій для земель були детальніше досліджені на прикладі Вільхівської громади Харківської області

Основний метод, застосований для дослідження території – геоінформаційні технології (ГІС).

ГІС використані для здійснення видів робіт:

- ✓ збір та організація вихідних геопросторових даних (дані про часові межі і локації бойових дій, космічні знімки, базові набори геоданих – ОСМ);
- ✓ ідентифікація структури угідь; аналіз космічних знімків;
- ✓ ідентифікація, геолокація та характеристика бойових дій – факторів впливу на землі;
- ✓ розробка та застосування моделей геообробки для аналізу наслідків ведення бойових дій; візуалізація результатів на картах.

Для дослідження території громади використані результати дешифрування бойових дій та пов'язаних із ними активностей на основі супутникового знімку: WorldView 3 [41] роздільною здатністю 31 см. Час знімання для Вільхівської громади – квітень-травень 2022 року, для Сартанської громади – березень 2022 року. Часові межі для матеріалів космічного знімання, які б могли показати хід бойових дій, визначені на основі відкритих джерел ресурсу The Armed Conflict Location & Event Data Project (ACLED) [42], установи, яка спеціалізується на відстеженні та геолокації конфліктів у світі.

Аналіз та оцінювання факторів і наслідків бойових дій для земель складались із різних робочих етапів:

- ідентифікація угідь, пошкоджених бойовими діями;

- ідентифікація факторів впливу;
- визначення типів впливу та наслідків для земель;
- оцінювання рівня пошкодження ґрунтів;
- оцінювання рівня забруднення ґрунтів.

#### 4.2. Визначення типів впливу та наслідків для земель

Насамперед варто визначити часові межі ведення бойових дій на досліджуваній території для підбору космічних знімків високої роздільної здатності ( $< 1\text{ м}$ ), які дали можливість ідентифікувати пошкодження земель. Використання для попереднього оцінювання територій космічних знімків значно ефективніше (економія часу і витрат) і безпечніше ніж польове обстеження. Польове обстеження можливе для уточнення даних про локалізацію впливів, необхідне для відбору проб ґрунту для лабораторного аналізу (рис. 4.1).

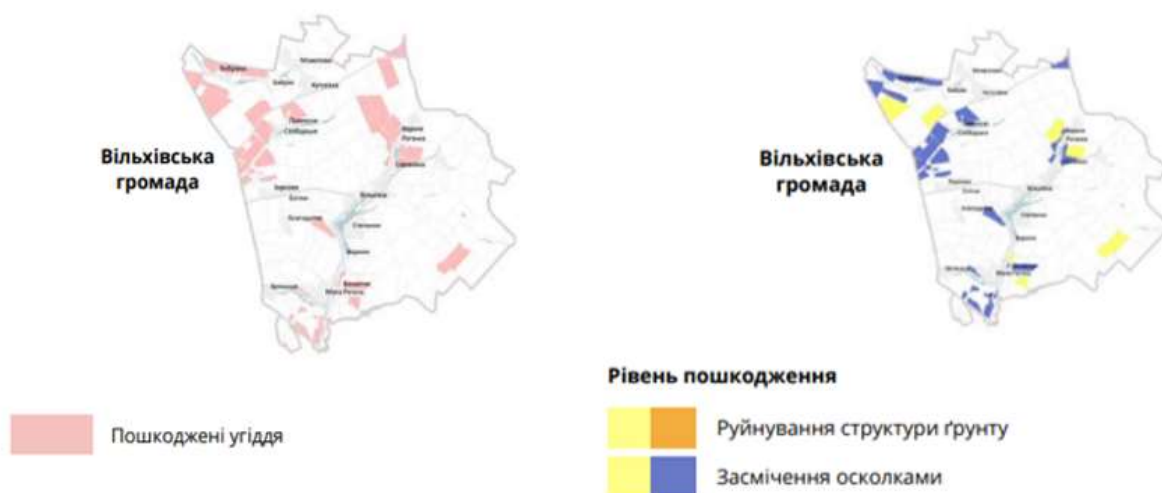


Рисунок 4.1. Ідентифікація угідь, пошкоджених бойовими діями

Аналіз космічних знімків для визначення факторів впливу – бойових дій, які спричиняють негативні наслідки для навколишнього середовища, зокрема для ґрунтів: маневри військ, наприклад, переміщення техніки; бойові дії – місця активних боїв, обстріли і вибухи; інфраструктура (укріплення, траншеї, позиції тощо).



Рисунок 4.2. Ідентифікація факторів впливу

Аналіз факторів впливу, які зафіксовані на досліджуваній території, для визначення наслідків для ґрунтів.

Характеристика пошкоджень за типами впливів — механічний, фізичний та хімічний. Прогнозування первинних та вторинних наслідків для земель із прив’язкою до конкретних ділянок, зокрема: хімічний вплив — забруднення ґрунтів хімічними елементами від вибухів (локації бомботурбації, зона 5 метрів від епіцентрів вибуху); механічний вплив — засмічення території осколками після вибухів внаслідок обстрілів (до 120 метрів розлітання осколків), рух військової техніки; фізичний вплив — теплове забруднення внаслідок пожеж (перепалювання ґрунту), ущільнення ґрунту внаслідок руху військової техніки.



Рисунок 4.3. Аналіз типів впливу та наслідків для земель

### 4.3. Оцінювання рівня пошкодження ґрунтів

Оцінювання рівня пошкодження внаслідок певного типу впливу ґрунтів у розрізі угідь. Критерій для оцінки: частка площі ділянки, яка зазнала пошкоджень/забруднення. Рівень пошкодження є ключем до попереднього визначення категорії придатності ділянки до використання, ухвалення рішень щодо доцільності заходів із відновлення. Наприклад, оцінка засміченості ділянок осколками: чим більша площа засмічена, тим більший рівень пошкодження, тим більше зусиль і коштів слід витратити на очищення (рис. 4.4).

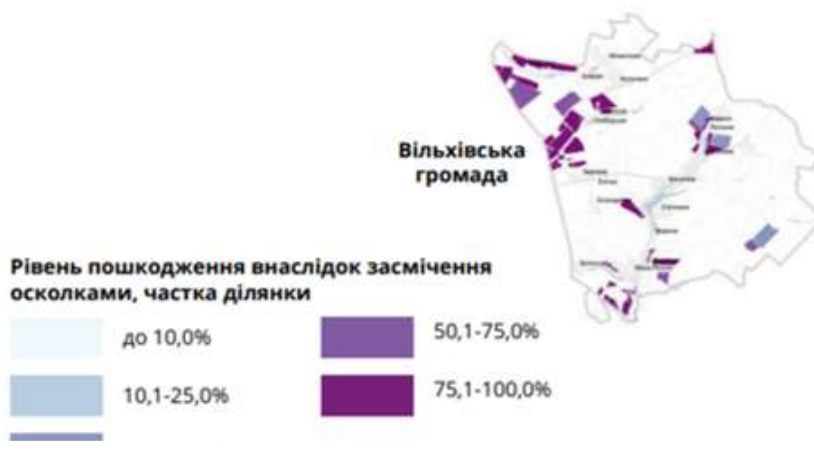


Рис 4.4. Оцінювання рівня пошкодження ґрунтів

Ступінь забруднення хімічними речовинами може бути попередньо визначений на основі інтенсивності обстрілів, які дешифруються із космічного знімку за кількістю кратерів, утворених внаслідок вибухів: чим більша інтенсивність вибухів (кількість і щільність кратерів, тривалі без пауз обстріли), тим більший ступінь хімічного забруднення ґрунтів слід очікувати (рис. 4.5).

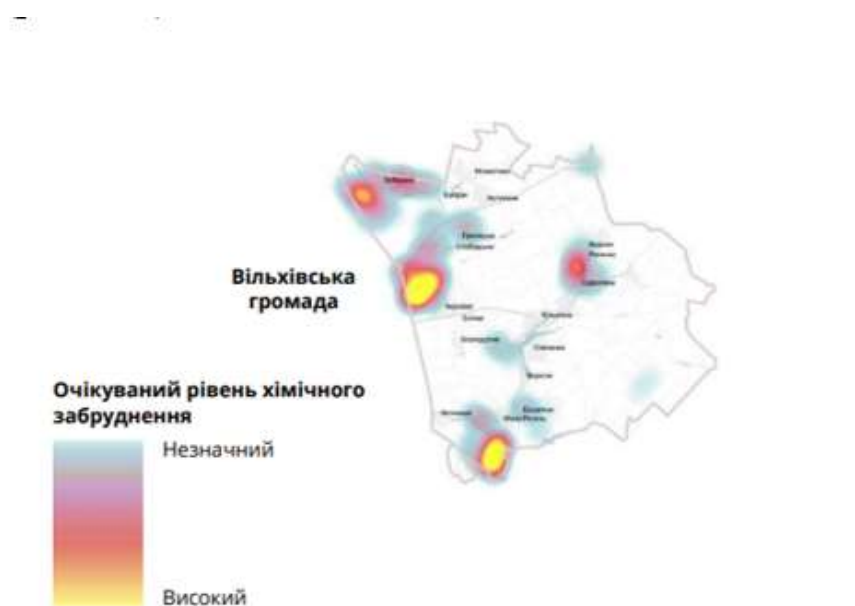


Рисунок 4.5. Оцінювання рівня хімічного забруднення ґрунтів

Ґрунтовий покрив Вільхівської громади представлений переважно чорноземами звичайними малогумусними легкосуглинковими. Вони характеризуються доволі високою сумою увібраних катіонів і гумусу, кислотність варіюється від нейтральної до слабо лужної – 6,4-7,4. Ґрунти містять значну кількість мулуватих часток (від 17% до 28%). Фізико-хімічні властивості ґрунтів обумовлюють біогенну акумуляцію Zn, Cu, Mn та зменшення виносу Co, Ni.

На території громади під час стрільби артилерією прямою наводкою використані снаряди 122мм.Г Д-30 і 152мм.ПГ Д-20 масою від 6,5 до 43,56 кг.

Унаслідок цих дій виявлено: частинки, що виділяються артилерійськими вибухами, містять високі рівні свинцю і міді, які походять від артилерійських снарядів.

Валовий вміст важких металів, що розглядаються як індикатори воєнно-техногенного навантаження, у точках відбору зразків — свинець (42 мг/кг), хром (98 мг/кг), нікель (76 мг/кг). Їхній вміст перевищує фоновий рівень і рівень гранично допустимої концентрації (ГДК): кадмій (8,5 мг/кг) у 5,6 разі; мідь (168 мг/кг) у 6,4 і 5 разів; цинк (143 мг/кг) у 2,6 разів.

Вміст марганцю (720 мг/кг) перевищує фонове значення в 25 разів, однак перебуває в межах ГДК. Важкі метали у цих ґрунтах мають невелику міграційну здатність і практично не виносяться з ґрунтів.

Вміст важких металів у ґрунтах Вільхівської громади залежить від наявних джерел воєнно-техногенного забруднення. Засвідчено високий ступінь відповідності характеру розподілу важких металів загальним закономірностям цих процесів у чорноземах. Основний напрям подальших досліджень має полягати у виявленні осередків забруднення і удосконалення способів зниження їхньої концентрації до допустимих норм.

Для території громади встановлено наявність забруднень ґрунтового покриву за багатьма хімічними елементами. За показниками валового вмісту металів у ґрунтах основними забруднювачами є свинець та мідь.

Концентрації валових форм важких металів перевищують фонові значення та ГДК в 1,5-7,6 разів.

#### **4.4. Комплексне оцінювання рівня пошкодження та план дій**

Оцінка рівня пошкодження ділянки (рис. 4.6), яка враховує комплекс впливів і наслідків у взаємозв'язку, дає можливість прогнозувати кумулятивні ефекти.



Рисунок 4.6. Комплексне оцінювання рівня пошкодження ґрунтів досліджуваної громади

Комплексна багатofакторна оцінка дає змогу ухвалити обґрунтоване рішення щодо політики відновлення – консервація, відмова від використання, чи активні дії із відновлення (рис. 4.7).

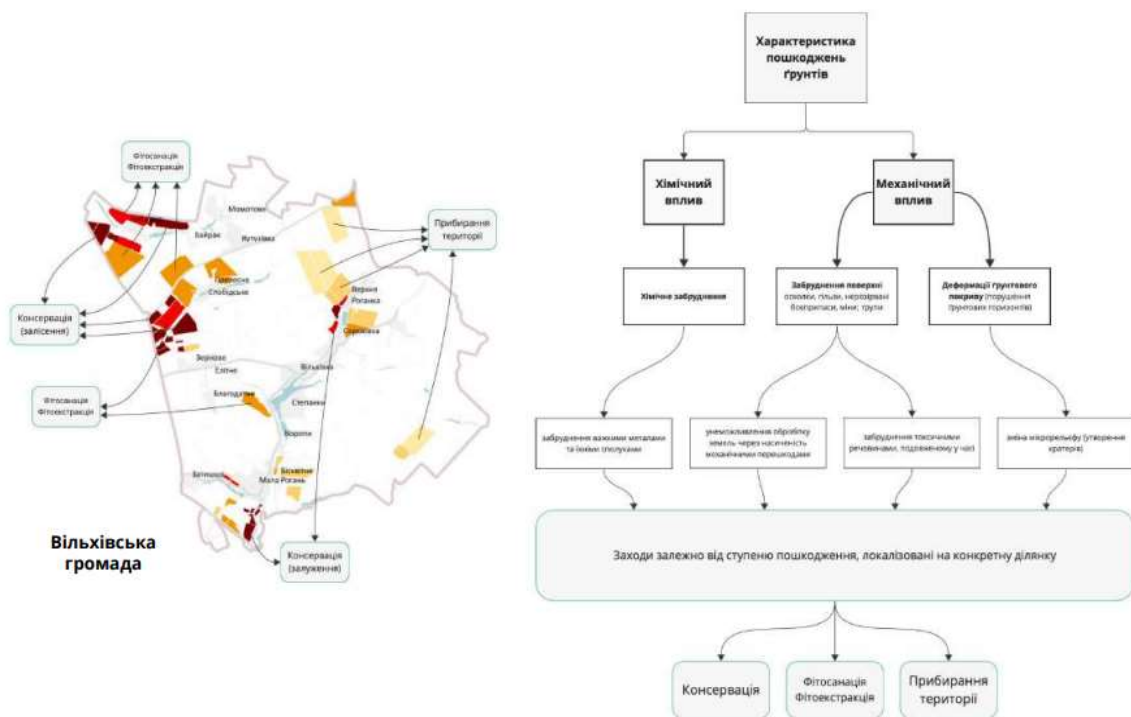


Рис. 4.7. Визначення технологій відновлення у Вільхівській громаді

*План відновлення полів від забруднень.* Вирви, спричинені розривами снарядів від різної військової техніки, відрізняються розмірами та глибиною, що залежить від потужності бойового заряду. За спостереженнями науковців ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» НААН, у Харківській області розміри одного влучання коливаються від 346 м<sup>2</sup> (від авіабомби) до 3,5 м<sup>2</sup> (від артилерійських снарядів та снарядів реактивних систем залпового вогню).

План дій для ділянок полів, пошкоджених вибухами, горінням військової техніки:

- Розмінування території.
- Оцифрування ділянок за допомогою супутникового/БПЛА/наземного моніторингу з прив'язкою до системи координат. Оцифрувати потрібно всі ділянки незалежно від масштабу враження.
- Відбір зразків у зоні враження (окремо) та ділянки навколо (окремо).
- Аналіз на вміст забруднюючих речовин. Першочергово — важкі метали.
- Прийняття рішення щодо можливості ведення сільського господарства і подальшого цільового використання.
- Очищення ділянок від джерела забруднення.

Відновлення ділянок, пошкоджених вибухами: неглибокі воронки/вирви (до 0,5 м) – засипання ґрунтовою масою, що залишилась на місці вибуху, із подальшим вирівнюванням поверхні; глибокі воронки/вирви (понад 0,5 м).

Для цього слід засипати ґрунтовою масою. Може бути економічно невиправдано. Порядок шарів ґрунту має бути близьким до непошкоджених ділянок, а верхній шар (20-30 см) — найбільш родючим. Якщо засипати в хаотичному порядку, то така ділянка буде низькопродуктивною для сільськогосподарських культур, а її відновлення потребуватиме додаткових заходів (внесення органічних добрив, меліорантів, фітомеліорації та ін.). Також є варіант залишити для відновлення природним шляхом або заліснення.

За відсутності рослинного покриву такі ділянки будуть ерозійно небезпечними.

Пропонуємо план дій для ділянок, де проходила важка військова техніка:

➤ розмінування території.

➤ оцифрування ділянок за допомогою супутникового/БПЛА/наземного моніторингу з прив'язкою до системи координат.

➤ вимірювання пенетрометром ступеня та глибини ущільнення.

➤ прийняття рішення щодо обробітку ґрунту для боротьби з ущільненням.

Очевидно, що після війни багатьом полям знадобиться глибоке розпушування.

План дій для ділянок полів, пошкоджених внаслідок риття окопів, бліндажів:

➤ розмінування території.

➤ оцифрування ділянок за допомогою супутникового/БПЛА/наземного моніторингу з прив'язкою до системи координат.

➤ видалення із вказаних об'єктів «неґрунтової» природи: дерев'яних, металевих та інших.

➤ заковування. Важливо зауважити, що порядок шарів ґрунту має бути близьким до непошкоджених ділянок, а верхній шар (20-30 см) — найбільш родючим. Якщо засипати в хаотичному порядку, то така ділянка буде низькопродуктивною для сільгоспкультур, а її відновлення потребуватиме додаткових заходів (внесення органічних добрив, меліорантів, фітомеліорації тощо).

Вигорання полів відбувалось через обстріли, тому часто на полях виникають пожежі. Як наслідок – вигорає родючий шар ґрунту, відбувається зневоднення і «стерилізація», гинуть як патогенні мікроорганізми, так і корисна біота. Елементи живлення також втрачаються. Втрати азоту від спалювання стерні на 1 га зернових становить від 20 кг, а втрата вуглецю – до 3000 кг/га.

План дій для ділянок поля, що вигоріли внаслідок обстрілів:

➤ Оцифрування ділянок за допомогою супутникового/БПЛА/наземного моніторингу з прив'язкою до системи координат.

➤ Агрохімічне обстеження для встановлення змін показників ґрунту. Якщо є результати обстеження цих ділянок до і після вигорання, то можна оцінити завдану матеріальну шкоду.

➤ На основі даних аналізу ґрунту розробляється алгоритм для відновлення родючості ґрунту (через внесення добрив, технологію обробітку ґрунту та сівозміну).

## РОЗДІЛ V

### ВІДНОВЛЕННЯ ПОРУШЕНИХ І ЗАБРУДНЕНИХ ЗЕМЕЛЬ У ПОВОЄННИЙ ПЕРІОД

#### 5.1. Аналіз досвіду політики відновлення земель країнами, які постраждали в результаті військової діяльності

Відновлення повоєнних територій є пріоритетною складовою для їхнього безпечного розвитку. Відповідно до Протоколу V «Конвенції про конкретні види звичайної зброї» є юридичне зобов'язання щодо очищення, видалення або знищення вибухонебезпечних пережитків війни [46]. Проте наявна прогалина щодо нормативно встановлених вимог про відновлення земель, немає чіткого правового зобов'язання щодо ліквідації забруднення навколишнього середовища внаслідок військової діяльності. Зусилля залишаються несистематичними та здійснюються в кожному конкретному випадку окремо. Проаналізуємо основні національні політики країн, чії земельні ресурси постраждали від військових дій.

*Сполучені Штати Америки.* У США землі забруднені речовинами воєнно-техногенного походження належать Міністерству оборони. Саме тому Міністерство несе відповідальність за дії з їхнього відновлення і не може надавати ці території в оренду, поки дослідження не підтвердять можливість їх використання за призначенням. Водночас території колишнього воєнно-техногенного впливу, відповідність за використання яких несуть місцеві органи влади, можуть самостійно ініціювати питання щодо їх відновлення У підпорядкуванні Міністерства оборони США перебуває 1400 військових об'єктів загальною площею 10 млн акрів [47]. Усвідомлюючи важливість військових об'єктів у збереженні біорізноманіття, США почали реабілітацію колишніх військових полігонів, щоб вони слугували природними заповідниками<sup>48</sup>. Станом на 2014 рік, для 15 із цих територій розроблено заходи з метою просування та збереження біорізноманіття цих регіонів.

Відповідно до розробленого законодавства, відповідальний орган має розробити план землекористування, затверджено тип власності, конкретне використання земельної ділянки та будьякі вимоги щодо «чистих територій», що має виконати уряд США до того, як земля буде введена в експлуатацію. Аби продати або орендувати землю для певного типу використання, Міністерство оборони зобов'язане виконати різні оцінки щодо ризиків ділянки, щоб визначити відповідні заходи з відновлення [49] залежно від типу та рівня забруднення.

**Велика Британія.** Забруднення речовинами воєнно-техногенного походження в країні є наслідком численних авіаударів та використання різних систем озброєння з часів Другої світової війни. Це сприяло політиці, згідно з якою саме власники земель, а не військові відповідають за забруднення територій. До того ж, місцеві органи влади часто працюють разом зі землевласниками та розділяють відповідальність за відновлення цих земель. Система управління повоєнними територіями Великої Британії покладає більше відповідальності на цивільних власників земель. Враховуючи цю регуляторну стратегію, Великобританія не надає окремих вказівок щодо управління цими територіями і не має офіційних кількісних стандартів, щоб забезпечити еколого-геохімічну оцінку цих територій. Хоча Міністерство оборони не має детальних вказівок щодо управління територіями забрудненими воєнно-техногенними речовинами, воно має регламентований підхід до кількісної оцінки ризиків, спричинених забрудненням землі [50]. Міністерство оборони використовує оцінку якості землі, яка містить: дослідження ділянки на основі попередньої стратегічної оцінки та встановлення пріоритетів, польові та камеральні дослідження, детальні дослідження ділянок, оцінка варіантів та реакція місцевої влади. Попри розділену відповідальність за відновлення повоєнних територій між землевласниками, та Міністерством оборони, досі немає методики, яка ефективно визначала б заходи з відновлення [51].

*Німеччина.* Більшість речовин воєнно-техногенного походження зосереджено на багатьох територіях країни. Політика Німеччини щодо цих земель передбачає, що всі колишні військові полігони мають бути досліджені та потенційно відновлені, перш ніж їх можна буде використовувати в цивільних цілях. Покинуті військові об'єкти з 1991 року передали до власності уряду Німеччини, тож німецький уряд відповідає за більшу частину забруднених земель. Зазвичай ці території не очищалися від нерозірваних боєприпасів, тож стан забруднення унаслідок мінувальних для багатьох виведених з експлуатації полігонів недосліджений. Якщо уряд Німеччини продає землю для відновлення власникам, то саме вони стають відповідальними за відновлювані заходи [52].

Військові об'єкти вважаються потенційно забрудненими, доки проведені дослідження не доведуть, що територія не становить небезпеку для навколишнього середовища та/або людей. У цьому випадку досліджувана територія підпадає під дію екологічних законів і стандартів німецької землі, в якій вона розташована. Наявні закони на національному рівні регулюють етапи відновлення забрудненої ділянки [53]. Поетапна процедура еколого-геохімічної оцінки повоєнних територій офіційно не оформлена в жодній країні, крім Німеччини. Підхід, заснований на небезпеці (ретроспективний), визначає токсичну речовину та прогнозує її поведінку з метою усунення небезпек. У межах цієї роботи проводиться додаткова оцінка запобіжних заходів у формі систематизованих характеристик забруднювальних речовин.

За період досліджень розроблено кілька моделей оцінки ризику, що застосовувалися протягом багатьох років для оцінки територій, що перебувають під воєнно-техногенним впливом. Результатом моделей є підсумкове значення, яке потім використовується для визначення пріоритетів розвитку території відповідно до ризику для населення та навколишнього середовища. Попри кількісний характер цих оцінок, пріоритетність реабілітації забруднених територій залежить також від інших факторів,

зокрема регіональне планування, приватизація, запити влади та політичні рішення (рис. 5.1) [43].



Рис. 5.1. Способи рекультивації ґрунтів в Німеччині

**Франція.** Перша світова війна суттєво змінила ґрунтово-рослинний покрив у Франції, де відбувалася основна частина бойових дій на західному фронті. Ґрунти часто були забруднені важкими металами, як-от мідь (Cu) і свинець (Pb), а також боєприпасами, що не розірвалися [54]. Служба з відновлення Західної Фландрії є однією з перших організацій, що займалася питанням відновлення сільськогосподарських земель на пошкоджених територіях. Ця організація консультувала місцевих фермерів та допомагала відновлювати орні землі.

Відновленням повоєнних територій частково займалися вітчизняні та іноземні некомерційні організації. Найвідомішим прикладом може слугувати Комітет зруйнованої Франції (Comite Americain pour les Regions Devastees), що сприяв не лише соціальній реконструкції села в Єні, а роздавав сільськогосподарський реманент, посівне насіння та худобу [55]. За десятиліття після закінчення війни вдалося відновити більшу частину колишньої прифронтної зони: ліси заново висаджені, сільськогосподарські угіддя повернуто в обробіток. Виняток становила «червона зона», що простягалася від Лілля на півночі Франції на південний захід від Нансі. Уряд Франції оголосив цю територію непридатною для проживання унаслідок

хімічного забруднення та наявності боєприпасів, що не розірвалися [56]. Це були райони, де вартість меліорації перевищила економічну вартість землі, тож перевагу надали лісонасадженням (рис. 5.2).

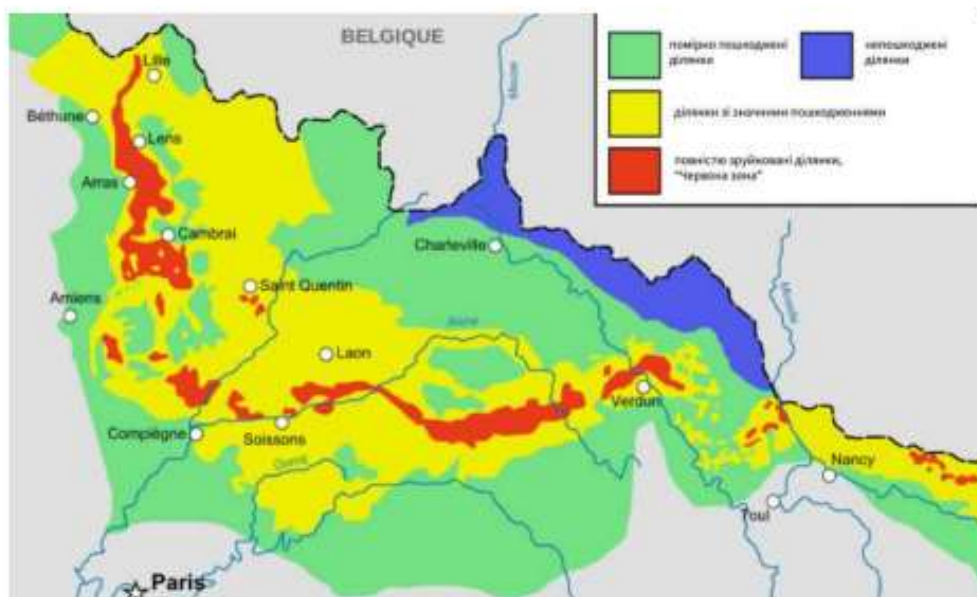


Рис. 5.2. Зонування повоєнних територій Франції

*Примітка: повністю зруйновані території червоним кольором, зони великих руйнувань жовтим, помірно пошкоджені території зеленим, непошкоджені території синім кольором.*

Мета зонування поствоєнних територій полягала в оцінці можливостей їхнього відновлення до нормальної економічної активності. До критеріїв небезпеки місць додалися економічні міркування: вартість окремих земель була надто низькою для «зачистки», враховуючи вартість робіт з розмінування.

До 1919 року Міністерство звільнених територій Франції розділило постраждалі території на три зони залежно від ступеня руйнування: «зелені зони», що мають мінімальні пошкодження; «жовті зони», що мають важкі, але обмежені пошкодження; «червоні зони», які зазвичай найближчі до колишніх ліній фронту та повністю знищені. Зелена і жовта зони порівняно рано були повернуті до цивільного користування. Червоні зони переважно мали високий відсоток порушень ландшафту. Ці зони очищувалися лише поверхнево,

здебільшого їх просто консервували. Французька служба Securite Civile, яка відповідає за відновлення земель, вважає, що за нинішніми темпами може знадобитися до 700 років, аби повністю очистити всі залишки снарядів і гранат Першої світової війни зі земель Франції [57].

**Країни колишньої Югославії.** На території колишньої республіки Югославії (Південно-східна Європа) у період між 1991 та 2001 роками відбувалась низка збройних конфліктів, завдали значної шкоди навколишньому середовищу, що призвели до забруднення поверхневих і підземних вод, ґрунту та повітря на Балканах понад 100 токсичними речовинами. Одна із значущих проблем післявоєнного відновлення охоплених війною країн полягала в інституційній неспроможності, зокрема щодо вирішення екологічних проблем [58].

Виділено три ключові фактори:

1. Головна загроза полягала у тому, що системи управління навколишнім середовищем були настільки порушені, що унеможливило належне подолання повоєнних екологічних проблем. Інституційна неспроможність могла посилити екологічні «афтершоки» після конфлікту.

2. На час завершення конфлікту більшість країн мали дуже неадекватні засоби та ресурси для моніторингу (Албанія, Македонія та Румунія). Ці країни не могли адекватно виміряти екологічні наслідки війни, а отже, не могли належним чином підготувати плани щодо їхнього вирішення.

3. Згортання діяльності неурядових організацій (НУО) в Югославії унаслідок нестачі ресурсів, а також політичні реалії припинили транскордонну діяльність НУО. Загроза полягала у тому, що відсутність дієвих НУО не давала змогу організувати належного залучення громадськості до ухвалення рішень і планування щодо навколишнього середовища. Так, у Косово, де міжнародні організації паралельно працювали над однаковими проблемами і водночас працювали в різних сферах без залучення місцевої громади [59]. До того ж, неурядові організації не могли допомогти подолати екологічні проблеми там, де офіційна влада не може долучитися.

На міжнародному рівні управління основними програмами допомоги Європейського Союзу в Республіці Сербія (включаючи Косово), Республіці Чорногорія та Північній Македонії займалось Європейське агентство з реконструкції як основний орган ЄС з відновлення зруйнованого війною у зазначених країнах (дія мандату завершилась у 2008 році) [60]. Один із напрямів реалізації програм – навколишнє середовище, також екологічні питання вирішувались у межах секторів із розвитку сільської місцевості, водних об'єктів, інфраструктури.

## **5.2. Вибір технології відновлення порушених земель досліджуваних територій**

Існують різні технології з відновлення земель: консервація, фітосанація, фітоекстракція, прибирання території та агротехнічна меліорація ґрунтів.

**Консервація** – часткове або повне виведення земельної ділянки із господарської діяльності на визначений період часу. Для Вільхівської громади під час консервації рекомендується здійснювати заходи із повернення ділянок у степ.

**Фітосанація** – обробка забрудненої території рослинами-концентраторами для усунення забруднювачів шляхом розщеплення забруднювача корінням рослин до менш токсичного елемента або поглинання забруднювача, накопичення його в стеблах і листі рослини.

**Фітоекстракція** – висаджування рослин з високою біомасою, які поглинають і накопичують важкі метали (наприклад, As, Cd, Zn), надлишок катіонів (наприклад, Na) або поживні речовини (наприклад, PO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>) у пагонах. Потім їх збирають і безпечно утилізують.

**Прибирання території** – механічне очищення поверхні, підтримання санітарного стану.

**Агротехнічна меліорація** – послаблення поверхневого стоку і переведення його у внутрішньогрунтовий.

Хоч ґрунти мають природну властивість відновлюватися, все ж самостійне відтворення родючості відбувається впродовж тисячі років. Для пришвидшення відновлення родючого шару ґрунту та зупинки його деградації зазвичай застосовують два підходи: практики рекультивації чи консервації.

Рекультивація земель — це процес перетворення забруднених земель у придатну для використання площу через нормалізацію ґрунтових умов та зменшення хімічного впливу на рослини. Вибір технології рекультивації значною мірою залежить від характеру та ступеня забруднення, цільового призначення або використання ділянки, що відновлюється, а також від наявності результативних та економічно ефективних технологій. Фізико-хімічні характеристики ґрунту та кліматичні умови також є важливими питаннями під час вибору методів рекультивації.

Вибір технології очищення, що дає змогу оптимально компенсувати вплив забруднювачів на ґрунти, потребує комплексного розгляду сукупності різних чинників. Головними з цих чинників є потенційні можливості технології вирішити основне завдання – зниження вмісту забруднювальних речовин; витрати на здійснення процесу; доступність і готовність до застосування технології; вплив на навколишнє середовище; тривалість процесу; громадська думка; оцінка масштабності та вартості. (табл. 5 ДОДАТКУ).

Нині методи обробки забрудненого ґрунту (рис. 5.2) включають фізичну, хімічну та біологічну ремедіацію (очищення).

Також покращенню ґрунту сприяє відновлювальне землеробство (або регенеративне землеробство). Це – раціональний підхід сільського господарства до збереження та реабілітації систем землеробства та продуктів харчування. Він зосереджений на відновленні верхнього шару ґрунту, збільшенні біорізноманіття, покращенні кругообігу води, покращенні екосистемних послуг, підтримці біосеквестрації, підвищенні стійкості до зміни клімату та зміцненні здоров'я, родючості та життєздатності ґрунту.

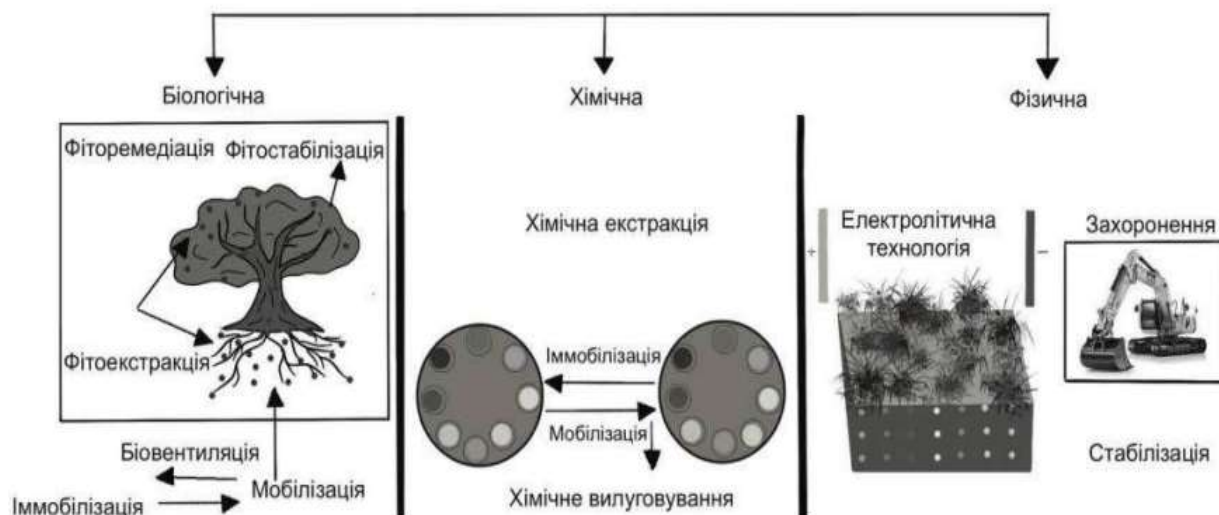


Рис. 5.2. Схема обробки забрудненого ґрунту

Прихильники відновлюваного землеробства використовують різноманітні практики та методики в поєднанні. Практики включають, до прикладу, переробку якомога більшої кількості фермерських відходів і додавання компостованого матеріалу з джерел поза фермою. Відновлюване сільське господарство на невеликих фермах і в садах часто ґрунтується на таких підходах, як пермакультура, агроекологія, агролісомеліорація, екологія відновлення і цілісне (холістичне) управління. Великі ферми також дедалі частіше впроваджують такі методи і часто застосовують методи «нульового обробітку» та/або «скороченого обробітку» землі. У міру покращення здоров'я ґрунту потреби в добривах, зазвичай, зменшуються, а врожайність збільшується, оскільки ґрунти відновлюють здорову екосистему мікроорганізмів та макроорганізмів, стають більш стійкими до екстремальних погодних умов і містять менше шкідливих хімічних речовин, шкідників і патогенів. Регенеративне сільське господарство пом'якшує зміну клімату шляхом видалення вуглекислого газу, тобто забирає вуглець з атмосфери та поглинає його.

Відновлення ґрунтів можливо способом вирощування *міскантусу*. У ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» НААН розробили шляхи фітомеліорації та ремедіації деградованих ґрунтів способом

вирощування такої енергетичної культури як міскантус гігантський. Ця посухостійка енергетична культура на ґрунтах Лісостепу України не потребує щорічної оранки протягом 25-28 років, зростає за відсутності використання засобів захисту рослин, а також без застосування добрив та здатна забезпечити відносно дешевою енергетичною сировиною в обсязі 17-25 т/га сухої маси вже на третій рік вирощування. Саме це є дуже важливим із забезпечення енергетичною сировиною окремих територіальних громад та є одним із шляхів розвитку зеленої енергетики для досягнення енергетичної незалежності держави. Крім того, ця енергетична культура секвеструє значну кількість вуглецю у потужній кореневій системі, частка якої поступово перетворюється на гумус, тобто покращує ґрунтові властивості та біорізноманіття та проявляє потужну лікувальну здатність, що забезпечує відтворення родючості ґрунту. Отже вирощування міскантусу гігантського на грубо рекультивованих ґрунтах сприяє отриманню дешевої енергетичної біосировини, відтворенню родючості ґрунтів, зменшенню розораності ґрунтів, збереженню біорізноманіття, підвищенню рівня екологічної безпеки землеробства та є доступним способом протидії змінам клімату.

Консервація земель – це практика часткового або повного обмеження використання земельної ділянки у господарських цілях на визначений період часу [44]. До консервації вдаються у випадку, коли використання землі є ані екологічно, ані економічно доцільним, а також коли земельні ділянки отримали техногенне забруднення, на яких неможливо одержувати екологічно чисту продукцію, а перебування людей на цих земельних ділянках є небезпечним для їх здоров'я. Консервація таких земель передбачає залуження, заліснення або ренатуралізацію з метою відновлення родючих властивостей ґрунту. У землевпорядній науці розрізняють консервацію-реабілітацію – після визначеного терміну перерви земля повертається назад в обробіток, та консервацію-трансформацію, яка означає, що деградовані землі безповоротно вилучаються з ріллі [45].

Окрім природніх характеристик ґрунту та кліматичних умов, для вибору методики відновлення важливою також є кумулятивна оцінка рівня пошкоджених земель. Комплексне оцінювання за усіма типами забруднень дасть змогу окреслити перелік необхідних заходів для відновлення та позначити категорії придатності до використання земельної ділянки (табл. 5.2).

Табл. 5.2. – Заходи для відновлення та позначити категорії придатності до використання земельної ділянки

Рівень пошкодження (% площі ділянки)	Категорії придатності земель	Характеристика забруднених ґрунтів	Використання	Необхідні заходи
Пошкодження дуже низького рівня до 10% площі ділянки	Безумовно придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунті перебуває в межах фонових значень	Ведення сільськогосподарської діяльності. Вирощування будь-яких культур.	Не потрібні
Пошкодження низького рівня 10-25% площі ділянки	Придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунті перевищує фонове значення, але не вище ГДК	Використання під будь-які культури за умови контролю за якістю сільськогосподарської продукції	Проведення агротехнічних заходів для зменшення надходження металів у продукцію (вапнування, застосування органічних і мінеральних добрив)
Пошкодження середнього рівня 25-50% площі ділянки	Мало придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунтах перевищує ГДК при лімітуючому транслокаційному показнику.	Використання під технічні культури без отримання на них продуктів харчування та кормів; Використання під сінокоси і пасовища з нормованим випасом	Фіторе mediaція, підбір сільськогосподарських культур, що не накопичують забруднювальні речовини. Проведення агротехнічних заходів.
Пошкодження високого рівня 50-75% площі ділянки	Умовно придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунтах перевищує ГДК у більшості досліджуваних забруднювальних речовинах	Використання під культурні пасовища; вирощування ефіроолійних культур	Протиерозійні, гідротехнічні, фізичні та хімічні рекультивації. Виключити вирощування культур для продовольчих цілей.
Пошкодження катастрофічного рівня 75-100% площі ділянки	Не придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунтах перевищує ГДК за всіма показниками	Вилучення із сільськогосподарського використання. Консервація	Природне відновлення

Залежно від ухваленого політичного рішення щодо дій з відновлення, підбираються конкретні технології відновлення земель із визначенням орієнтовної вартості робіт.

### **5.3. Заходи щодо відновлення ґрунтового покриву повоєнних ландшафтів в Україні**

Тисячі гектарів українських земель зазнали бомбардувань під час повномасштабного вторгнення росії в Україну. А ще сотні тисяч гектарів окупанти спалили разом з урожаєм. Це ті пошкодження, які видно візуально, але є ще й хімічний аспект, адже кожен вибух снаряду на полі утворює вибухову хвилю і хімічне забруднення ґрунту. Для природного відновлення земельних ресурсів від окремих забруднень необхідно сотні років.

З метою здійснення екологічно сталого й соціально справедливого відновлення земель в Україні слід поділити заходи на два рівні – національний та регіональний.

На національному рівні вважаємо, що стратегічним рівнем повинно стати створення Національного координаційного комітету з подолання наслідків військової діяльності. Для цього слід створити Національну стратегію відновлення ґрунтів до 2032 року повоєнних ландшафтів, а також розробити план дій щодо реалізації цієї стратегії до 2032 року.

Слід врахувати Національну стратегію відновлення ґрунтів повоєнних ландшафтів у новій Генеральній схемі планування території України, у національній програмі відновлення України, зокрема у проектах «Відбудова чистого та захищеного середовища», у стратегічних документах держави (Стратегія сталого розвитку України до 2030 року, Державна стратегія регіонального розвитку на 2021-2027 роки та план заходів з її реалізації, Національна економічна стратегія на період до 2030 року тощо).

Рекомендовані дії для виконання Стратегії:

1. Створити Центр екологічного менеджменту повоєнних територій з метою встановлення стандартів щодо вмісту забруднювальних речовин (наприклад, максимально допустимі рівні забруднювачів) та визначення належних рівнів/стандартів очищення ґрунту.
2. Розробити: систему заходів з очищення та розмінування ґрунтового покриву повоєнних ландшафтів; зонування територій повоєнних ландшафтів

з урахуванням рівнів їхнього забруднення та необхідних заходів із відновлення для нормальної економічної активності; методику визначення розміру шкоди, заподіяної ґрунтам внаслідок воєнних дій; нормативний документ, що регламентує компенсаційне оздоровлення ґрунтів.

3. Провести паспортизацію ґрунтів повоєнних ландшафтів.
4. Розробити програми: еколого-геохімічних досліджень ґрунтів повоєнних ландшафтів у межах підготовки державних нормативних документів; процедури еколого-геохімічної оцінки повоєнних територій та територій забруднених речовинами воєнно-техногенного походження; набір індикаторів воєнно-техногенного забруднення, які можна застосовувати для моніторингу змін у ґрунтах.
5. Реалізувати пілотні проекти на деокупованих територіях для оцінки ефективності реабілітаційних заходів на конкретних повоєнних землях.
6. Забезпечити проведення постійного еколого-геохімічного моніторингу ґрунтів за розробленою та затвердженою мережею пунктів пробовідбору.
7. Провести комплексну еколого-геохімічну оцінку ґрунтів повоєнних ландшафтів у співпраці з міжнародними організаціями з метою всебічного дослідження та визначення пріоритетів для відновлення.
8. Співпрацювати з місцевими та міжнародними організаціями з метою обміну результатами, висновками, методами вдосконалення аналізу і передовим досвідом з екологічних питань повоєнного відновлення.

Для забезпечення співпраці з місцевою владою слід розглянути можливість прямої співпраці Уряду України з місцевою владою шляхом надання експертизи та технологій рекультивації чи консервації для подолання наслідків воєнно-техногенних впливів. Підтримати місцеву владу, громади та міжнародні організації у фінансуванні проектів, спрямованих на боротьбу зі забрудненням, утилізацію відходів та покращення екологічної інфраструктури територій.

Для забезпечення механізму повернення (із компенсацією землевласникам) забруднених земель у державну власність для їхнього

відновлення слід розробити економічний механізм регулювання земельних відносин щодо компенсацій власникам чи орендарям земельних ділянок внаслідок обмежень щодо їх використання, попереднього і повного відшкодування власникам вартості вилучених земельних ділянок. Слід врахувати нормативно-правову базу надання інвестиції землевласникам і заходи щодо відновлення земель, а також забезпечити паритет інтересів землевласників, землекористувачів та держави під час реалізації розпоряджень щодо поводження зі забрудненими землями, які залишені у власності приватних осіб, з обов'язковим здійсненням заходів з їхнього відновлення.

Рекомендації щодо відновлення ґрунтового покриву повоєнних ландшафтів на регіональному рівні:

- врахувати Національну стратегію відновлення ґрунтів повоєнних ландшафтів у програмах комплексного відновлення територій областей та територіальних громад (їхніх частин) у схемах планування території областей на місцевому рівні.
- врахувати потребу у відновленні ґрунтів на місцевому рівні під час розроблення Комплексних планів розвитку територій громад або Генеральних планів.
- забезпечити врахування проблем відновлення пошкоджених ґрунтів під час стратегічної екологічної оцінки документів державного планування.
- розвинути регіональну ґрунтову політику в межах агросекторів з можливістю контролю місцевою владою ліцензії на вирощування сільськогосподарських культур.
- налагодити контроль додержання вимог законодавства під час робіт із відновлення забруднених ґрунтів.
- залучити потенційних стейкхолдерів до процесу ухвалення рішень щодо цілей відновлення та оцінки рекультиваційних/консерваційних робіт.

- встановити державно-приватне партнерство для розширення практик відновлення земель (наприклад, між Міністерством аграрної політики та продовольства України і групами фермерів).

План відновлення України у період 2022-2032 рр. містить низку проєктів у сфері агропромислового комплексу, реалізація яких вимагатиме не менше \$37 млрд інвестицій. Головними напрямками розвитку переробки в АПК запропоновано зробити нарощування виробництва крохмалю, сиропів, глютену, лецитину, протеїну, преміксів, м'яса та молока. Проєкт розвитку переробки в агросекторі згідно з принципами Green Deal передбачає залучення \$10,2 млрд. Заплановано також отримання \$4 млрд інвестицій на будівництво системи іригації на загальній площі 1 млн га, \$7,7 млрд – на нарощування виробництва сільгосппродукції з високою доданою вартістю, \$1,6 млрд – на рекультивацию пошкоджених війною земель, \$5,5 млрд – на нарощування виробництва продукції тваринництва та \$1 млрд – для сприяння переходу українського АПК до «зеленого» розвитку. Згідно з документом, заплановано залучення до 2032 р. \$6,5 млрд для відновлення після війни 10,5 тис. українських агропідприємств.

У плані відновлення України уточнено, що головними проблемами українського АПК є низький рівень переробки сільгосппродукції, генерація агросектором незначних обсягів доданої вартості та залежність країни від «габаритного імпорту».

Загалом у межах програми передбачено реалізацію 850 проєктів протягом 2022-2032 рр., що дозволить Україні увійти до ТОП-25 країн світу за Індексом людського капіталу та Індексом економічної складності.

## ВИСНОВКИ

Вільхівська сільська об'єднана територіальна громада в Україні розміщена в Харківському районі Харківської області. Громада розташована впритул до Харкова. Площа громади – 219,9 км<sup>2</sup>, населення громади – 8147 осіб (станом на 2020 р.). До складу громади входять 11 сіл та 6 селищ. Землі на території, підпорядкованій Вільхівській сільській раді, виділені для користування працівникам соціальної сфери і колишнього радгоспу. Вільхівська громада знаходиться на обох берегах річки Пічківської та на правому березі річки Роганка, вище за течією примикає село Сороківка, нижче за течією примикає село Коропи, на протилежному березі – село Степанки. На річці знаходиться Вільхівське водосховище.

Ґрунтовий покрив Вільхівської громади представлений переважно чорноземами звичайними малогумусними легкосуглинковими. Вони характеризуються доволі високою сумою увібраних катіонів і гумусу, кислотність варіюється від нейтральної до слабо лужної – 6,4-7,4. Ґрунти містять значну кількість мулуватих часток (від 17% до 28%). Фізико-хімічні властивості ґрунтів обумовлюють біогенну акумуляцію Zn, Cu, Mn та зменшення виносу Co, Ni.

Було проаналізовано космічні знімки для визначення факторів впливу на ґрунти: маневри військ, наприклад, переміщення техніки; бойові дії – місця активних боїв, обстріли і вибухи; інфраструктура (укріплення, траншеї, позиції тощо).

Дано характеристику пошкоджень за типами впливів — механічний, фізичний та хімічний. Механічний вплив – засмічення території осколками після вибухів внаслідок обстрілів (до 120 метрів розлітання осколків), рух військової техніки. Фізичний вплив – теплове забруднення внаслідок пожеж (перепалювання ґрунту), ущільнення ґрунту внаслідок руху військової техніки. Хімічний вплив – забруднення ґрунтів хімічними елементами від вибухів (локації бомботурбації).

Оцінка рівня пошкодження ділянки, що враховує комплекс впливів і наслідків у взаємозв'язку, дає можливість прогнозувати кумулятивні ефекти. Комплексна багатофакторна оцінка дає змогу ухвалити обґрунтоване рішення щодо політики відновлення – консервація, відмова від використання, чи активні дії із відновлення.

Рекультивация таких ґрунтів з метою повернення їх у сільськогосподарське виробництво після обстеження та розмінування здійснюється шляхом механічного загортання скребками бульдозерів та грейдерів без урахування внутрішньої будови ґрунту та генетичних горизонтів, тобто проводиться груба рекультивация. Відтворення родючості ґрунту після грубої рекультивации в місцях руйнації прогнозовано буде відбуватися десятки років залежно від площі руйнації та потребуватиме значних фінансових вкладень, без яких вирощування сталих та якісних врожаїв сільськогосподарських культур буде проблематичним.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу / О. Голубцов, Л. Сорокіна, А. Сплодитель, С. Чумаченко – Київ: ГО “Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. – 32 с.
2. Ґрунт – Вікіпедія. Доступно з <https://uk.wikipedia.org/wiki>
3. Балюк С.А., Медведєв В.В., Воротинцева Л.І., Шимель В.В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. Вісник аграрної науки. 2017. № 8. С. 5-11
4. Нурь, J.P., Schaetzl, R.J., 2006. Introducing “bombturbation”, a singular type of soil disturbance and mixing. *Soil Sci.* 171, 823–836.
5. Peregudov F.I., Tarasenko F.P. Introduction in system analysis. – Moscow, Vystshaya Shkola, 1989.- 367 p.
6. Gillies, J.A., Kuhns, H., Engelbrecht, J.P., Uppapalli, S., Etyemezian, V., Nikolich, G., 2007. Particulate emissions from U.S. Department of Defense artillery backblast testing. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 57 (5), 551–560. <https://doi.org/10.3155/1047-3289.57.5.551>
7. Weber, A.K., Bannon, D.I., Abraham, J.H., Seymour, R.B., Passman, P.H., Lilley, P.H., Parks, K.K., Braybrooke, G., Cook, N.D., Belden, A.L., 2020. Reduction in lead exposures with lead-free ammunition in an advanced urban assault course. *J. Occup. Environ. Hyg.* 17 (11–12), 598–610. <https://doi.org/10.1080/15459624.2020.1836375>
8. Dimitrios Kalderis, Albert L. Juhasz, Raj Boopathy, and Steve Comfort. Soils contaminated with explosives: Environmental fate and evaluation of state-of-the-art remediation processes (IUPAC Technical Report) *Pure Appl. Chem.*, Vol. 83, No. 7, pp. 1407–1484, 2011. doi:10.1351/PAC-REP-10-01-05
9. Прикладне ландшафтознавство : історія, сучасність, перспективи: матеріали Всеукраїнського наукового семінару пам’яті професора Анатолія Мельника (Львів – Ворохта, 6-9 жовтня 2022 року). – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. – 55 с.

10. Meng, C., Li, M., Li, Q., Hu, Y., Li, Y., 2018. Characterizing the spatio-temporal exposure and health risks of polycyclic aromatic hydrocarbons in an oilfield, China. *Hum. Ecol. Risk Assess.* 24 (4), 971-990.
11. Khan, K.Y., Ali, B., Stoffella, P.J., Feng, Y., Cui, X., Guo, Y., Yang, X., 2020. Bioavailability and bioaccessibility of Cd in low and high Cd uptake affinity cultivars of *Brassica rapa* ssp. *Chinensis* L. (Pakchoi) using an In vitro gastrointestinal and physiologically-based extraction test. *Commun. Soil Sci. Plan* 51 (1), 28-37.
12. Neffe, S., 1998. Chemical aspects of environmental contamination at military sites. *Environmental Contamination and Remediation Practices at Former and Present Military Bases*. Springer, Dordrecht, pp. 83–92.
13. Rehman, K., Fatima, F., Waheed, I., Akash, M.S.H., 2018. Prevalence of exposure of heavy metals and their impact on health consequences. *J. Cell. Biochem.* 119 (1), 157–184. <https://doi.org/10.1002/jcb.26234>
14. Baraquoni, N.A., Qouta, S.R., VěanskĚa, M., Diab, S.Y., PunamĚaki, R.L., Manduca, P., 2020. It takes time to unravel the ecology of war in Gaza, Palestine: longterm changes in maternal, newborn and toddlers' heavy metal loads, and infant and toddler developmental milestones in the aftermath of the 2014 military attacks. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health* 17 (18), 6698. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186698>
15. Manduca, P., Al Baraquni, N., Parodi, S., 2020. Long term risks to neonatal health from exposure to war-9 Years long survey of reproductive health and contamination by weapon-delivered heavy metals in Gaza, Palestine. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health* 17 (7), 2538. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072538>
16. Savabieasfahani, M., Alaani, S., Tafash, M., Dastgiri, S., Al-Sabbak, M., 2015. Elevated titanium levels in Iraqi children with neurodevelopmental disorders echo findings in occupation soldiers. *Environ. Monit. Assess.* 187 (1), 4127. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-4127-5>

17. Бардик Ю. В. Еколого-гігієнічні та токсикологічні проблеми життєдіяльності / Ю. В. Бардик, О. О. Бобильова // Сучасні проблеми токсикології. – 2005. – № 4. – С. 33-36.
18. Вадзюк С. Н. Медико-екологічні проблеми в сучасних умовах / С. Н. Вадзюк, О. Є. Федорців // Збалансований розвиток країни – шлях до здоров'я і добробуту нації: матеріали Українського екологічного конгресу, 21 вер. 2007 р. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2007. – С. 41-44.
19. Chapman, G.; Yudken, J. Briefing book on the military industrial complex. Council for a livable world education fund, Washington DC, 2000. 543 p.
20. J. C. Pennington, J. M. Brannon. *Thermochim. Acta* 384, 163 (2002).
21. A. L. Juhasz, R. Naidu. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 191, 163 (2007).
22. Драган Н.А. Мониторинг и охрана почв. Учебное пособие. – Симферополь: Изд-во ТНУ, 2008. с. 172
23. Billett M.F., Fitzpatrick E.H., Crisser M.S. Long-term changes in the Cu, Pb and Zn content of forest soil organic horizons from North-east Scotland. *Water, Air and Soil pollution*, 1991, V. 59, N1-2, с.179-191.
24. Fayiga, A.O., 2019. Remediation of inorganic and organic contaminants in military ranges. *Environ. Chem.* 16 (2), 81-91.
25. Rylott, E.L., Bruce, N.C., 2019. Right on target: using plants and microbes to remediate explosives. *Int. J. Phytoremediation* 21 (11), 1051-1064.
26. Сорокина Л.Ю., Сплодитель А.О. Распределение тяжелых металлов в системе «почва-растение» в ландшафтах территории Национального природного парка «Нижнесульский». «Могилевский меридиан». 2017. Т.17, вып. 3-4(39-40). С. 19-24
27. Панин М.С. Контроль уровня загрязненности тяжелыми металлами сельскохозяйственной продукции / М.С. Панин // Докл. третьей междунар. науч.- техн. конф. Пища. Экология. Человек. – М., 1999. – С. 126
28. J. C. Pennington, J. M. Brannon. *Thermochim. Acta* 384, 163 (2002).

29. Via S.M. (2020) Phytoremediation of Explosives. In: Shmaefsky B. (eds) Phytoremediation. Concepts and Strategies in Plant Sciences. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-00099-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-00099-8_8)
30. Singh, S.N., Mishra, S., 2014. Phytoremediation of TNT and RDX. In: Singh, S.N. (Ed.), Biological remediation of explosive residues. Springer, Cham, pp. 371–392.
31. Ghosh, M., Singh, S., 2005. A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of its by-products. *Appl. Ecol. Environ. Res* 3, 1–18.
32. Pilon-Smits, E.A., 2005. Phytoremediation. *Annu. Rev. Plant. Biol.* 56, 15–39.
33. Robinson, B.H., Bischofberger, S., Stoll, A., Schroer, D., Furrer, G., Roulier, S., Gruenwald, A., Attinger, W., Schulin, R., 2008. Plant uptake of trace elements on a Swiss military shooting range: uptake pathways and land management implications. *Environ. Pollut.* 153 (3), 668–676. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.08.034>
34. Di Lella, L.A., Fran, L., Loppi, S., Protano, G., Riccobono, F., 2003. Lichens as of uranium and other trace elements in an area of Kosovo heavily with depleted uranium rounds. *Atmos. Environ.* 37 (38), 5445-5449
35. Gong, P., Hawari, J., Thiboutot, S., Ampleman, G., Sunahara, G.I., 2001. Ecotoxicological effects of hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine on soil microbial activities. *Environ. Toxicol. Chem.* 20, 947–951.
36. Diaz E, Massol-Deya A (2003) Trace element composition in forage samples from a military target range, three agricultural areas, and one natural area in Puerto Rico. *Caribb J Sci* 39:215–220
37. Massol-Deya A, Perez D, Perez E, Berrios M, Diaz E (2005) Trace elements analysis in forage samples from a US Navy bombing range (Vieques, Puerto Rico). *Int J Environ Res Public Health* 2:263– 266
38. Шевченко В.А. Медико-географическое картографирование территории Украины – К.: Наук. думка, 1994. – 158 с.

39. Yakovliev Y., Chumachenko S. Assessment of ecological hazards in Donbas impacted by the armed conflict in eastern Ukraine. Geneva. Centre for Humanitarian Dialogue. 2017. 60 p
40. Чумаченко С.М., Яковлєв Є.О. Еколого-техногенні загрози для відновлення Донбасу на засадах збалансованого розвитку. Матеріали конференції Перспективи відновлення Сходу України на засадах збалансованого розвитку. м. Слов'янськ. 2017, С. 24–25.
41. Харківська область [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki>
42. Донецька область [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki>
43. M.D. Fernández Rodríguez, M.C. García Gimez, N. Alonso Blázquez, J.V. Tarazona, Soil Pollution Remediation, Editor(s): Philip Wexler, Encyclopedia of Toxicology (Third Edition), Academic Press, 2014, Pages 344–355, ISBN 9780123864550
44. Порядок консервації земель <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0810-13#n14>
45. Попов, А.С. (2022). Територіальний землеустрій. Миколаївський національний аграрний університет.
46. 1980 CONVENTION ON CERTAIN CONVENTIONAL WEAPONS (CCW) <https://www.icrc.org/en/document/1980-convention-certain-conventional-weapons>
47. DSB. (2003). Report of the Defense Science Board Task Force on Unexploded Ordnance. Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition and Technology. Defense Science Board. Washington, DC.
48. Coates, P. 2014. From hazard to habitat (or hazardous habitat): the lively and lethal afterlife of Rocky Flats, Colorado. Prog. Phys. Geogr. 38(3): 286 300
49. United States Environmental Protection Agency: Handbook on the management of munitions response actions: interim final, EPA 505-B-01-001. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response; 2005.

50. United Kingdom Ministry of Defense: Duty holders guide - guidance on the assessment and management of land contamination (IN 0708). London: Defense Estates; 2008
51. Linkov et al. Munitions and explosives of concern: international governance and applications for the United States. *Environmental Sciences Europe* 2014, 26:30  
<http://www.enveurope.com/content/26/1/30>
52. Jentsch, A., Friedrich, S., Steinlein, T., Beyschlag, W., & Nezdal, W. (2009). Assessing conservation action for substitution of missing dynamics on former military training areas in Central Europe. *Resiuruuion Ecology*, 2/(1), 107-116.
53. German Federal Environment Agency: 'Germany,' Investigation, Assessment, and Clean-up of Contaminated Military Sites. 2007
54. Forest Service, USDA, "Status of the interior Columbia Basin: summary of scientific findings," General Technical Report (GTR) (1996):
55. J. Winter, 'Introduction', in J. Winter (ed.), *The legacy of the Great War: ninety years on* (2009), pp. 1–17.
56. Stuart Thornton, "Red Zone," *National Geographic*, May 1, 2014,  
<http://www.nationalgeographic.org/news/redzon>
57. ИНТЕРНЕТ-ресурсы <https://bigthink.com/strange-maps/zones-rouges/>
58. Assessment of the environmental Impact of Military Activities During the Yugoslav (Preliminary Findings, June 1999) Prepared by: The Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe // <https://reliefweb.int/report/albania/assessment-environmental-impact-military-activities-during-yugoslavia-conflict>
59. Earnest, J. & Dickie, C. (2012). Post-conflict reconstruction—a case study in Kosovo: the complexity of planning and implementing infrastructure projects. PMI Research and Education Conference.
60. European Agency for Reconstruction // <https://web.archive.org/web/20061120191411/http://www.ear.europa.eu/agency/agency.htm>

## ДОДАТКИ

## РЕЦЕНЗІЯ

на магістерську роботу студ. гр. ЕКз-61м **Тріски Васи́лини Михайлі́вни**  
напряму підготовки 101 «Екологія»

Національного лісотехнічного університету України

на тему «**Екологічна оцінка рівня пошкодження ґрунтів внаслідок  
військових дій на території Вільхівської громади Харківської області**»

Актуальність розроблюваної магістерської роботи обумовлена проблемами забруднення ґрунтів воєнних ландшафтів в Україні. Зміст магістерської випускної роботи відповідає поставленому завданню.

Текст пояснюючої записки викладено на 78 сторінках, ілюстровано 16 таблицями, 9 рисунками та Додатками на 10 ст. Зроблено посилання на 65 використаних джерел.

Структура пояснюючої записки включає наступні розділи: Вступ. РОЗДІЛ 1. Огляд літературних джерел за темою магістерської роботи. РОЗДІЛ 2. Методологія оцінювання пошкоджених земель на регіональному рівні. РОЗДІЛ 3. Соціально-природнича характеристика об'єкту дослідження. РОЗДІЛ 4. Комплексне оцінювання рівня пошкодження та план дій. РОЗДІЛ 5. Відновлення порушених і забруднених земель у повоєнний період. Висновки. Список використаних джерел.

Дипломниця дала соціально–природничу характеристику Вільхівської громади на Харківщині. Описала особливості ведення бойових дій на досліджуваній території. Визначила типи впливу та наслідки пошкодження ґрунтів. Проаналізувала досвід політики відновлення земель країнами, які постраждали в результаті військової діяльності. Запропоувала заходи щодо відновлення ґрунтового покриву повоєнних ландшафтів в Україні.

Магістерська робота відзначається якісним оформленням, логічним викладом пояснювальної записки, доцільним застосуванням ілюстративного матеріалу та носить прикладний характер. Пояснювальна записка оформлена згідно з вимогами.

На основі знайомства з дипломною магістерською роботою вважаю, що **Тріска Васи́лини Михайлі́вни** достатньо добре підготовлена як фахівець.

Дипломну роботу оцінюю на "відмінно", а її авториня – **Тріска Васи́лини Михайлі́вни** заслуговує на присвоєння кваліфікації магістр спеціальності 101 «Екологія».

**Рецензент** – доцент кафедри  
ландшафтної архітектури,

садово-паркового господарства та урбоекології, к. с.-г. **І. В. Шукель**