

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка
Географічний факультет
Кафедра географії України і туризму

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:
«ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬ
УРАЖЕНИХ БОЙОВИМИ ДІЯМИ В УКРАЇНІ»

Спеціальність:
103 «Науки про Землю»

Студентки 4 курсу, групи Гр-44
географічного факультету

Марти Кравчук

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:

Іван Романович Рудакевич, кандидат
географічних наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТ: к.г.н.

Робота захищена з оцінкою:

Національна шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Тернопіль – 2026

ЗМІСТ

Вступ.....	3
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА АНАЛІЗ ВПЛИВУ БОЙОВИХ ДІЙ НА ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ.....	6
1.1 Військові дії як фактор деградації земель: світовий досвід та наукові підходи.....	6
1.2 Масштаби та специфіка ураження земель в Україні.....	10
1.3 Методика дослідження впливу бойових дій на ґрунтовий покрив.....	14
РОЗДІЛ 2 МЕХАНІЗМИ ТА ЧИННИКИ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ У РЕЗУЛЬТАТІ БОЙОВИХ ДІЙ.....	17
2.1 Фізичні зміни земель унаслідок вибухів та переміщення військової техніки.....	17
2.2 Хімічне забруднення ґрунтів.....	22
2.3 Біологічні наслідки та руйнування екосистем.....	26
РОЗДІЛ 3 ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ, УРАЖЕНИХ БОЙОВИМИ ДІЯМИ.....	33
3.1 Обмеження для сільського господарства.....	33
3.2 Загрози для лісового та водного господарства.....	41
РОЗДІЛ 4 ШЛЯХИ ВІДНОВЛЕННЯ ТА РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ, УРАЖЕНИХ БОЙОВИМИ ДІЯМИ.....	46
4.1. Розмінування як ключовий етап відновлення. Потреба в техніці та саперах.....	46
4.2 Екологічна відновлення та рекультивація ґрунтів.....	51
4.3 Практичні напрями відновлення земель, порушених унаслідок бойових дій.....	57
Висновки.....	61
Список використаних джерел літератури.....	64
Додатки.....	69

ВСТУП

Земельні ресурси є одним із ключових компонентів природного потенціалу держави, основою продовольчої безпеки, екологічної стабільності та сталого соціально-економічного розвитку. Родючі ґрунти України, зокрема чорноземи, мають світове значення та формують базу аграрного виробництва, яке відіграє провідну роль у національній економіці. Проте в умовах повномасштабної військової агресії російської федерації земельний фонд України зазнав безпрецедентного за масштабами та інтенсивністю негативного впливу, що поставило під загрозу не лише ефективне використання земель, а й їх здатність до природного відновлення.

Бойові дії супроводжуються комплексним руйнуванням ґрунтового покриву внаслідок вибухів боєприпасів, пересування важкої військової техніки, пожеж, знищення рослинності та інфраструктури. Значні площі орних земель, лісових угідь і природних екосистем були виведені з господарського використання через замінування, наявність нерозірваних боєприпасів, хімічне забруднення та порушення природної структури ґрунтів. У ґрунтове середовище надходять важкі метали, нафтопродукти, вибухові та токсичні речовини, що формують довготривалі екологічні ризики та негативно впливають на родючість, біологічну активність і екосистемні функції земель.

Проблема використання та відновлення земель, уражених бойовими діями, є надзвичайно актуальною для України, оскільки від ефективності її розв'язання залежить післявоєнне відновлення аграрного сектору, збереження природних ландшафтів і забезпечення екологічної безпеки населення. Без науково обґрунтованої оцінки стану постраждалих земель та впровадження комплексних заходів з рекультивації і відновлення неможливе їх повернення до безпечного та продуктивного використання. Особливої уваги потребують питання розмінування територій, очищення ґрунтів від токсичних речовин, відновлення фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунтового покриву, а також розробка стійких моделей подальшого землекористування.

Незважаючи на зростаючу кількість наукових досліджень, присвячених екологічним наслідкам війни, проблематика деградації земель і шляхів їх відновлення в умовах тривалого воєнного впливу залишається недостатньо систематизованою. Існує потреба в узагальненні світового та вітчизняного досвіду, аналізі механізмів деградації ґрунтів і визначенні практичних напрямів рекультивації земель, уражених бойовими діями, з урахуванням природно-кліматичних та соціально-економічних умов України.

Метою даної роботи є аналіз впливу бойових дій на стан земельних ресурсів України, визначення основних проблем їх використання та обґрунтування ефективних шляхів відновлення і рекультивації уражених територій. Для досягнення поставленої мети у роботі передбачається розгляд теоретичних аспектів деградації земель унаслідок воєнних дій, оцінка масштабів і специфіки ураження ґрунтів в Україні, аналіз фізичних, хімічних і біологічних змін ґрунтового покриву, а також дослідження практичних підходів до відновлення постраждалих земель.

Об'єктом дослідження є земельні ресурси на території України, які уражені бойовими діями. Предметом дослідження є процеси деградації, проблеми використання та методи відновлення земель в Україні, порушених унаслідок воєнних дій.

Практичне значення роботи полягає в можливості використання отриманих узагальнень і висновків при розробленні програм післявоєнного відновлення територій, плануванні рекультиваційних заходів, а також у навчальному процесі під час вивчення дисциплін екологічного та землевпорядного спрямування.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачено виконання таких **завдань**:

- проаналізувати теоретичні підходи та світовий досвід дослідження впливу бойових дій на земельні ресурси;
- охарактеризувати масштаби та специфіку ураження земель в Україні внаслідок воєнних дій;

- дослідити основні механізми фізичної деградації ґрунтів під впливом вибухів і військової техніки;
- оцінити характер і рівень хімічного забруднення ґрунтового покриву на уражених територіях;
- проаналізувати біологічні наслідки бойових дій та вплив на ґрунтові екосистеми;
- визначити основні проблеми використання земель, уражених бойовими діями, у сільському та лісовому господарстві;
- обґрунтувати основні напрями відновлення, рекультивації та екологічної реабілітації постраждалих земель.

Методи дослідження. Інформаційна база. У роботі використано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів дослідження. Застосовано аналіз і узагальнення наукових джерел для вивчення теоретичних підходів до проблеми. Для оцінки стану земель використано порівняльно-географічний метод, системний аналіз і метод узагальнення статистичних даних. Також використано методи дистанційного зондування Землі, картографічний аналіз та елементи екологічного моніторингу. Поєднання цих методів дозволило комплексно оцінити масштаби деградації ґрунтів і обґрунтувати напрями їх відновлення.

Структура та обсяг роботи. Повний обсяг кваліфікаційної роботи становить 72 сторінки друкованого тексту. Робота містить 2 таблиці, 13 рисунків та 5 додатків. Список використаних джерел складається із 41-го найменування.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА АНАЛІЗ ВПЛИВУ БОЙОВИХ ДІЙ НА ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ

1.1 Військові дії як фактор деградації земель: світовий досвід та наукові підходи

Збройний конфлікт в Україні спричинив комплексні та масштабні екологічні наслідки, які проявляються у суттєвому погіршенні стану ґрунтів, води та наземних екосистем. Вибухи боєприпасів, горіння та знищення військової техніки, а також численні витоки пально-мастильних матеріалів формують багатокomпонентне забруднення, що змінює фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунтового покриву. У зоні бойових дій фіксується руйнування природних ландшафтів, деградація родючих чорноземів та накопичення токсичних елементів, які створюють довготривалі екологічні загрози.

За перший рік активних бойових дій суттєвих змін зазнав ґрунтовий покрив дев'яти областей України. Понад 200 тис. га земель нині забруднені мінами, нерозірваними боєприпасами та залишками військової техніки, що формує ризики екологічної небезпеки та унеможлиблює безпечне господарське використання територій [4] . Українські землі фактично перетворилися на полігон для сучасних типів озброєння, а агресія росії призвела до критичного погіршення екологічного стану чорноземів, які сьогодні належать до найбільш забруднених у світі . Кожен вибух супроводжується порушенням структури ґрунтів, втратою органічної речовини та розповсюдженням токсичних продуктів детонації, що поглиблює процеси деградації та негативно впливає на агровиробництво.

Світові дослідження підтверджують, що військові конфлікти значно змінюють фізико-хімічні параметри ґрунтів через забруднення небезпечними речовинами. Залишки боєприпасів, продукти горіння техніки, розлиті нафтопродукти та продукти вибухових речовин є основними джерелами токсикації. Найпоширенішими забруднювачами є важкі метали — свинець,

ртуть, кадмій, арсен, мідь, нікель, цинк — які здатні накопичуватися у ґрунті десятиліттями. Французькі дослідження 2011 року підтвердили, що ґрунти на колишніх полях боїв Першої світової війни досі містять перевищені концентрації важких металів навіть через 90 років після завершення бойових дій [5].

Результати міжнародних і українських аналізів узгоджуються: найбільші концентрації токсичних речовин спостерігаються у зонах розриву снарядів і місцях знищення техніки. Дослідження Інституту охорони ґрунтів України засвідчили значні перевищення концентрацій свинцю (у 1,4–10,6 рази), міді (1,1–6,1 рази), цинку (1,3–3,4 рази) та марганцю (2,3–2,4 рази), а також критично високі обсяги нафтопродуктів — у 1,4–364 рази вище фону. Такі показники свідчать, що сільськогосподарське використання цих територій є небезпечним без проведення комплексної екологічної оцінки, рекультивації та заходів із відновлення ґрунтів[9]. Непрофесійне засипання воронки чи спрощені форми «відновлення» можуть посилити ерозійні процеси та спричинити ще глибшу деградацію.

Міжнародна практика дослідження наслідків військових конфліктів свідчить, що деградація земель є типовим і довготривалим наслідком бойових дій. Найбільш вивченими є території після:

- Першої світової війни (Франція, Бельгія [39])
 - У районах «червоних зон» (zone rouge) і сьогодні фіксують:
 - надвисокий вміст свинцю, миш'яку, ртуті, цинку;
 - залишки вибухівки, тротилу;
 - змішування ґрунтових горизонтів на глибину до 1 м.

Дослідження французьких вчених (Р. Pourrut, 2011) показало, що важкі метали залишаються небезпечними понад 90 років[39].

- Балкани (1990–2000-ті роки). Після конфлікту в Косово та Сербії зафіксовано[30]:
 - локальне радіоактивне забруднення (через використання снарядів зі збідненим ураном),
 - високі рівні свинцю, кадмію, нікелю в зоні бомбардувань,

- масштабні забруднення нафтопродуктами після знищення нафтопереробних заводів.

▪ Ірак (Мосул, 2014–2017)

- Ґрунти містили підвищені:
- Cd, Cr, Pb, Cu, Zn, Ni;
- залишки вибухових речовин;
- частинки обвугленої техніки.

Дослідження показало, що ґрунти були класифіковані як «помірно» та «сильно забруднені».

Світовий досвід показує, що наслідки бойових дій для земельних ресурсів мають повторювані закономірності, незалежно від регіону. Наприклад, у В'єтнамі масштабне застосування дефоліантів, зокрема Agent Orange, призвело до довготривалої деградації ґрунтів, втрати родючості та знищення лісових екосистем. Дослідження вчених засвідчують, що навіть через десятиліття після завершення війни концентрації діоксинів у ґрунті залишаються небезпечними для сільськогосподарського виробництва та здоров'я населення.

В Іраку та Кувейті під час військових конфліктів фіксували значні масштаби нафтового забруднення ґрунтів і утворення так званих «озер нафти». Відходи горіння нафтових свердловин та використання бронетехніки призводили до підвищення вмісту важких металів у поверхневих горизонтах ґрунтів, що вимагало застосування спеціальних технологій рекультивації.

У Боснії та Герцеговині після конфлікту 1990-х років ключовою стала проблема замінованих територій, які десятиліттями залишались вилученими з господарського обігу. За оцінками міжнародних організацій, процес очищення земель від мін був критично важливим для відновлення сільського та лісового господарства, а також для повернення населення до своїх домівок.

У Камбоджі та Лаосі наслідки тривалих бомбардувань зумовили масштабну ерозію ґрунтів і зміну мікрорельєфу, що вплинуло на структуру ландшафтів та можливості ведення сільськогосподарської діяльності. Проблема

нерозірваних боєприпасів досі залишається актуальною та обмежує використання великих територій [31].

Таким чином, міжнародний досвід демонструє, що бойові дії спричиняють комплексне, багаторівневе погіршення стану земель — від фізичного руйнування і хімічного забруднення до повної втрати екосистемних функцій. Світовий досвід дозволяє виділити кілька універсальних типів впливу військових дій на земельні ресурси (рис.1.1). Вони охоплюють фізичні, хімічні та біологічні порушення ґрунтового покриву, а також довготривалі наслідки від замінування територій і наявності нерозірваних боєприпасів.



Рис.1.1. Основні типи деградації земель унаслідок бойових дій (за світовим досвідом)

Представлена схема дає змогу узагальнити ключові механізми деградації земель унаслідок військових конфліктів, характерні як для України, так і для світового досвіду. Сукупність фізичних, хімічних та біологічних порушень формує багаторівневий вплив на довкілля, який продовжує діяти задовго після завершення активних бойових дій. Особливо тривалими є наслідки хімічного

забруднення та замінування територій, які у багатьох країнах зберігаються протягом десятиліть, роблячи значні площі непридатними для сільськогосподарського чи іншого використання.

Міжнародні приклади показують, що деградація земель під час війни відбувається за схожими закономірностями: ґрунтовий покрив зазнає руйнувань від вибухів, насичується токсичними речовинами та втрачає здатність до природного відновлення без цілеспрямованих екологічних заходів. У багатьох країнах світу, зокрема у Сирії, В'єтнамі, Камбоджі, Іраку та регіонах колишньої Югославії, відновлення постраждалих територій вимагало комплексних державних програм, довгострокового моніторингу стану ґрунтів і застосування спеціалізованих методів рекультивації.

Отже, вплив військових дій на земельні ресурси є системним і багатовимірним, а масштаби деградації залежать від інтенсивності боїв, типів застосованого озброєння та тривалості конфлікту. Світовий досвід підтверджує: повернення таких земель до безпечного та продуктивного стану можливе лише за умови застосування науково обґрунтованих підходів, зокрема детального екологічного обстеження, розмінування, очищення ґрунтів і відтворення природних екосистем. Це формує теоретичне підґрунтя для подальшого аналізу ситуації в Україні та визначення ефективних моделей відновлення уражених територій, що стане предметом наступних підпунктів.

1.1 Масштаби та специфіка ураження земель в Україні

Повномасштабна війна, що триває в Україні з 2022 року, спричинила безпрецедентні за масштабами трансформації природних ландшафтів та аграрних територій. Земельні ресурси, які є одним із ключових факторів національної екологічної безпеки та продовольчої стабільності, зазнають різноспрямованих деградаційних процесів: від фізичного руйнування та хімічного забруднення до тривалого виведення з обігу внаслідок замінування.

Оцінка реальних обсягів таких втрат є надзвичайно складним завданням. Це зумовлено як триваючими бойовими діями, так і постійною зміною лінії фронту, обмеженим доступом спеціалістів до небезпечних територій, а також відсутністю уніфікованих методик фіксації та верифікації пошкоджень. У різних джерелах зустрічається значна варіативність показників, що свідчить не лише про динамічність ситуації, а й про глибокий дефіцит повної та системної інформації. Попри це, наявні офіційні та експертні оцінки дозволяють окреслити загальні контури проблеми й продемонструвати її масштабність.

За офіційними даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, станом на 2024 рік площа зафіксованих забруднених ґрунтів становить близько 115 га, а засмічених земель — приблизно 2200 га (рис.1.2). Однак ці цифри відображають лише ті ділянки, які вдалося обстежити інструментальними методами, і не враховують територій, що залишаються недоступними через бойові дії або замінування.

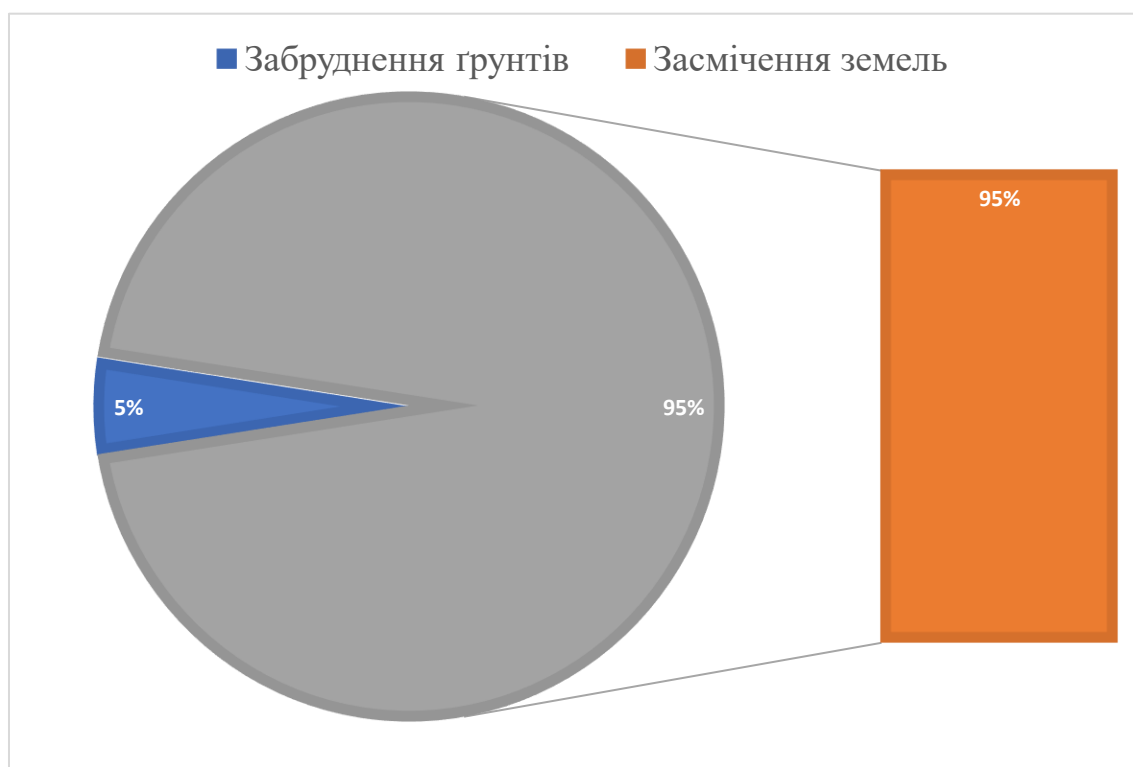


Рис.1.2 Порівняння площ уражених земель за видами впливу (за даними Міндовкілля) [6]

Громадські екологічні організації подають істотно вищі оцінки. Так, за даними «Екодії», внаслідок війни уражено понад 5 млн га сільськогосподарських угідь, включно із зонами забруднення важкими металами, токсичними сполуками та продуктами детонації вибухових речовин. С.А. Балюк із групою дослідників (2024) навели точніші оцінки для окремих регіонів. Згідно з їхнім аналізом, у Харківській області площа земель, які зазнали військових імпаکتів, становить близько 9000 га, тобто приблизно 3% території області. Однак аналітичний центр UWEC повідомляє про зовсім інші масштаби — десятки мільйонів гектарів забруднених чи потенційно забруднених ґрунтів, серед яких близько 40% території України (приблизно 24 млн га) перебуває під впливом мінної небезпеки[2].

Суперечливість даних спостерігається і в оцінках від приватних аналітичних агенцій. За інформацією TOP LEAD, щонайменше 8 млн га орних земель можуть бути заміновані, причому 6 млн га з них розташовані на тимчасово окупованих територіях. У цьому ж джерелі вказується, що до 30% території країни потенційно містить вибухонебезпечні предмети, а встановлена площа забруднених ґрунтів становить 2080 га.

Ще ширше коливання спостерігається у виступах експертів галузі. На форумі «Очищення територій: відновлення ґрунтів та інфраструктури» президент Всеукраїнської аграрної ради Леонід Козаченко повідомив, що 5,2 млн га сільськогосподарських земель можуть бути забруднені вибухонебезпечними речовинами, а загальна площа потенційно замінованих територій сягає 13,9 млн га. Представник USAID АГРО Захар Каневський озвучив ще більшу цифру — близько 20 млн га деградованих або постраждалих земель.

Офіційні наукові структури також пропонують узагальнені оцінки. У аналітичній записці НААН України «Відновлення ґрунтів, що постраждали від воєнних дій» зазначено, що через бойові дії вилучено з використання близько 15 млн га земель сільськогосподарського призначення. Це охоплює як заміновані ділянки, так і території із суттєвими хімічними чи фізичними порушеннями ґрунтового покриву.

Однією з ключових методологічних проблем у дослідженні масштабів деградації земель в умовах війни є суттєва невизначеність та фрагментарність доступних даних. Навіть офіційні оцінки різних установ часто не збігаються між собою або різняться у кілька разів. Це зумовлено низкою факторів:

- Обмежений доступ до територій, що перебувають у зоні активних бойових дій або тимчасової окупації, унеможлиблює проведення повноцінних польових досліджень.
- Масштабне мінування земель блокує роботу екологів, ґрунтознавців і геодезистів, тому значна частина територій досі не обстежена.
- Відсутність єдиної стандартизованої методики, за якою різні відомства повинні фіксувати ступінь забруднення, види пошкоджень та рівень деградації ґрунтів. У багатьох звітах майже не описано, яким способом здійснювалось вимірювання, відбір проб чи розрахунок площ.
- Динамічність ситуації — постійні зміни лінії фронту, обстріли, повторні руйнування та нові воронки змінюють картину щоденно, що робить будь-які оцінки умовно актуальними лише на момент їх публікації.
- Неоднакові підходи різних інституцій: міжнародні організації нерідко використовують супутникові дані та моделювання, тоді як українські служби базуються на фактичних виїздах на місцевість; це створює різні масштаби похибок.
- Політичний та інформаційний фактор — окремі оцінки можуть бути орієнтовані на привернення уваги до проблеми, що призводить до завищених або занижених значень.

У результаті сформувалася ситуація, коли в різних джерелах фігурує амплітуда показників у десятки разів: від сотень гектарів офіційно зафіксованих забруднень до мільйонів гектарів потенційно уражених за оцінками експертів та міжнародних організацій. Така розбіжність не лише ускладнює науковий аналіз, а й робить проблематичним планування заходів із відновлення та рекультивації земель.

Таким чином, сучасні оцінки масштабів ураження земель в Україні демонструють значну варіативність, що зумовлено як триваючими бойовими діями, так і обмеженим доступом фахівців до зон підвищеної небезпеки (додаток А). Незважаючи на розбіжності в даних, усі доступні джерела одноставно вказують на те, що території, які зазнали руйнувань, забруднення чи замінування, охоплюють величезні площі — від сотень тисяч до мільйонів гектарів.

Специфіка ураження земель є надзвичайно різномірною: від локальних, але глибоких вибухових кратерів до масштабних ділянок із суцільною зміною ґрунтового покриву, порушенням структури, хімічним забрудненням та довготривалим виведенням із використання через мінну небезпеку. Особливу складність становить відсутність уніфікованих методик оцінювання та систематичного моніторингу, що суттєво ускладнює формування достовірної картини деградації земельних ресурсів.

У сукупності ці фактори підтверджують, що реальні масштаби деградації земельного фонду України можуть бути істотно більшими, ніж зафіксовано у відкритих оцінках. Це створює нагальну потребу в подальших комплексних дослідженнях, оперативному польовому обстеженні та формуванні єдиної системи моніторингу для уточнення фактичного обсягу уражених територій.

1.3 Методика дослідження впливу бойових дій на ґрунтовий покрив

Вивчення впливу бойових дій на ґрунтовий покрив потребує застосування спеціалізованих наукових методів, здатних об'єктивно відобразити масштаби та характер змін, які відбуваються внаслідок вибухів, використання важкої техніки та забруднення токсичними речовинами. Оскільки воєнні дії спричиняють одночасно фізичні, хімічні та біологічні порушення, оцінювання стану постраждалих земель ґрунтується на комплексі підходів, що поєднують польові спостереження, лабораторні аналізи та дистанційні методи моніторингу.

Методична база таких досліджень включає аналіз фізико-хімічних параметрів ґрунтів (вміст важких металів, вибухових речовин, нафтопродуктів,

рівень кислотності, органічної речовини), оцінку змін у мікробіологічній структурі, а також екотоксикологічні випробування. Важливу роль відіграють технології дистанційного зондування Землі, які дозволяють швидко фіксувати деградацію ґрунту, появу воронок, порушення структури орного шару чи ерозійні процеси.

Картографування та аналіз даних у ГІС-середовищі забезпечують можливість порівнювати стан земель до та після бойових дій, визначати ареали ураження і планувати заходи щодо рекультивації. Комплекс таких методів формує наукову основу для подальшого відновлення ґрунтів і мінімізації екологічних ризиків [34].

Особливу увагу у дослідженнях приділяють просторово-часовій динаміці змін ґрунтового покриття, що дозволяє оцінювати не лише поточний стан земель, а й прогнозувати їхнє відновлення або подальшу деградацію. Використання статистичних моделей та математичного моделювання допомагає інтегрувати дані різних джерел — польових вимірювань, лабораторних аналізів і супутникових спостережень — для отримання більш точних висновків.

Крім того, сучасні методики включають оцінку впливу бойових дій на біорізноманіття ґрунтових мікроорганізмів та ґрунтові функції, такі як родючість, водопроникність та здатність до самовідновлення. Це дозволяє не лише виявити деградаційні процеси, а й розробити рекомендації щодо ефективних заходів з рекультивації та екологічного моніторингу.

Таким чином, поєднання польових, лабораторних і дистанційних методів, а також сучасних інформаційних технологій, формує комплексний науковий підхід, який забезпечує об'єктивну оцінку стану ґрунтового покриття в умовах постконфліктного середовища. Це є необхідною основою для планування відновлювальних робіт, мінімізації екологічних ризиків та забезпечення стійкого використання земельних ресурсів у майбутньому.

Важливим складником методики є просторовий аналіз змін земельного покриття із застосуванням геоінформаційних систем (ГІС). ГІС-технології дозволяють інтегрувати різноманітні дані — супутникові знімки, результати

польових обстежень, картографічні матеріали та статистичну інформацію — для виявлення зон найбільшої деградації та оцінки масштабів ураження. Просторове моделювання дає змогу визначати осередки найбільшої екологічної напруги та прогнозувати можливі напрями подальших змін.

Суттєве значення має порівняльно-географічний метод, який передбачає зіставлення стану ґрунтів на уражених і відносно неушкоджених територіях. Такий підхід дозволяє встановити ступінь трансформації ґрунтового покриву та оцінити рівень відхилення від природного стану. Додатково використовується аналіз динаміки змін у часі, що дає можливість простежити темпи деградаційних процесів і відновлення ґрунтів.

У дослідженнях також застосовуються елементи екологічного ризик-аналізу, які дають змогу оцінити потенційну небезпеку забруднення для екосистем і здоров'я населення. Враховуються показники токсичності, міграційної здатності забруднювачів та їх вплив на біоту. Такий підхід дозволяє визначити пріоритетність рекультиваційних заходів і встановити території, що потребують першочергового відновлення.

Комплексне використання зазначених методів забезпечує достовірність результатів дослідження та формує наукову основу для прийняття рішень у сфері післявоєнного відновлення земельних ресурсів. Поєднання аналітичних, польових і дистанційних підходів дозволяє отримати цілісне уявлення про стан ґрунтового покриву та розробити ефективні заходи його відновлення.

Висновки до розділу 1

У першому розділі розкрито теоретичні засади дослідження впливу бойових дій на земельні ресурси та узагальнено світовий досвід вивчення воєнно зумовленої деградації ґрунтів. Встановлено, що військові конфлікти є потужним фактором антропогенного впливу на земельні ресурси, що спричиняє довготривалі екологічні зміни. Проаналізовано масштаби ураження земель в Україні та доведено, що реальні обсяги деградації можуть перевищувати офіційні оцінки.

РОЗДІЛ 2

МЕХАНІЗМИ ТА ЧИННИКИ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ У РЕЗУЛЬТАТІ БОЙОВИХ ДІЙ

2.1 Фізичні зміни земель унаслідок вибухів та переміщення військової техніки

Фізичні порушення ґрунтового покриву є однією з найочевидніших і наймасштабніших форм впливу бойових дій на природне середовище. Вибухи боєприпасів, артилерійські обстріли, авіаційні удари та інтенсивне пересування військової техніки призводять до глибоких трансформацій рельєфу, руйнування верхніх ґрунтових горизонтів і зміни природної структури ландшафтів. Такі процеси не лише знижують екологічну стійкість територій, а й створюють потенційні небезпеки для населення та господарської діяльності.

Унаслідок механічних впливів формуються воронки, траншеї, зсуви, ущільнені ділянки та техногенно змінені поверхні, що суттєво змінює характер ґрунтового покриву. Саме тому аналіз фізичних пошкоджень земель є ключовою складовою оцінювання екологічних наслідків війни й необхідним етапом планування подальших відновлювальних заходів[35].

Руйнування ґрунтового покриву та порушення його природної структури внаслідок військових дій є однією з найгостріших екологічних проблем сучасності, що безпосередньо впливає на стан природних екосистем, продуктивність сільськогосподарських земель і якість водних ресурсів. Як зазначено у вступі, масштабні бойові дії формують багатовимірний комплекс негативних впливів на довкілля, а ґрунт як основний компонент ландшафту реагує на них одним із перших. Пошкодження ґрунтового покриву проявляється у вигляді фізичної деградації, трансформації хімічного складу, забруднення токсичними сполуками та зменшення біологічної продуктивності [21].

Одним із найвагоміших чинників деструкції ґрунтів є механічний вплив вибухів снарядів, мін та авіаційних боєприпасів. Вибухові хвилі руйнують агрегатну структуру верхніх горизонтів ґрунту, утворюють вирви та порушують безперервність ґрунтового профілю. Пошкодження рослинного покриву, яке

супроводжує такі процеси, створює умови для розвитку інтенсивної водної та вітрової ерозії, оскільки оголений ґрунт втрачає здатність утримувати вологу та протистояти руйнівним діям атмосферних факторів. У результаті зростає швидкість змиву родючих часток, що призводить до збіднення гумусового горизонту та поступового виснаження земель.

Не менш значущим наслідком бойових дій є хімічне забруднення ґрунтів. Вибухові речовини, важкі метали, залишки паливно-мастильних матеріалів і фрагменти боєприпасів накопичуються у ґрунтовому середовищі, формуючи стійкі токсичні комплекси. До найбільш небезпечних забруднювачів належать свинець, кадмій, ртуть, уран та інші елементи, які характеризуються високою мобільністю і здатністю до довготривалого збереження в екосистемах. Потрапляючи в ґрунтові води, вони становлять загрозу для водопостачання, а через включення в трофічні ланцюги накопичуються в організмах людей та тварин, спричиняючи серйозні ризики для здоров'я.

Масове переміщення важкої військової техніки є ще одним суттєвим фактором деградації (додаток Б). Ущільнення ґрунтів під дією великого навантаження призводить до зниження водопроникності, порушення аерації та погіршення умов для розвитку кореневих систем рослин. Це спричиняє різке зменшення здатності ґрунту до самовідновлення та підвищує ймовірність поверхневого стоку, який посилює ерозійні процеси та підвищує ризик формування локальних підтоплень.

Довготривалі екологічні наслідки спричиняє також знищення лісів і природних екосистем. Втрата деревної та чагарникової рослинності призводить до зменшення біологічної активності ґрунту, зміни мікрокліматичних умов і зниження вмісту органічної речовини. Порушення кругообігу поживних елементів негативно впливає на процеси гумусоутворення, що ускладнює природну регенерацію ґрунтів. Наукові дослідження свідчать, що відновлення ґрунтового покриву на територіях, охоплених інтенсивними бойовими діями, може тривати десятиліттями або навіть століттями, особливо якщо деградація

охоплює глибокі горизонти ґрунту та призводить до втрати ключових екосистемних функцій[26].

Ситуація в Україні демонструє масштаб і системність цих проблем. Масивні руйнування, спричинені бойовими діями, вимагають впровадження комплексних підходів до екологічного відновлення територій. Необхідними є детальний моніторинг постраждалих ділянок, визначення територій із критичним рівнем токсичного забруднення, здійснення ремедіаційних та рекультиваційних заходів, а також розробка стратегій запобігання подальшому поширенню шкідливих речовин у ландшафтних системах. У поєднанні ці заходи створюють основу для поступового відновлення екологічної рівноваги та забезпечення стійкого використання земельних ресурсів у післявоєнний період.

Зсуви, ерозія та різні форми деградації ґрунтів є ключовими процесами, що зумовлюють втрату родючості, трансформацію природних ландшафтів та формування загроз для інфраструктури й населених пунктів(рис.2.1). Як зазначалось мною раніше - військові дії спричиняють руйнування структури ґрунту та накопичення токсичних речовин, однак їхній вплив значно ширший і проявляється також у посиленні природних геоморфологічних процесів. Зсуви та ерозія, які зазвичай виникають під дією природних факторів або нераціонального землекористування, у зоні бойових дій набувають значно інтенсивнішого характеру через поєднання механічних, хімічних та біологічних порушень.



**Рис.2.1 Основні процеси трансформації природних ландшафтів,
зумовлені військовими діями на території України**

Зсувні процеси є одними з найбільш руйнівних форм рельєфоутворення, що виникають унаслідок ослаблення ґрунтових та гірських порід під впливом надмірного зволоження, різких коливань температур, сейсмічної активності або втручання людини. В умовах війни ці чинники доповнюються потужними вибухами, які механічно порушують рівновагу схилів, призводячи до раптового зміщення мас ґрунту. Знищення рослинного покриву, який виступає природним укріплювачем схилів, посилює ризики розвитку зсувів, особливо на територіях із пересіченим рельєфом. Такі процеси завдають значних збитків сільськогосподарським угіддям, об'єктам транспортної інфраструктури, лініям електропередач та житловій забудові.

Ерозія ґрунтів — одна з наймасштабніших форм деградації, яка проявляється під впливом води, вітру або техногенної діяльності. Водна ерозія, зокрема у регіонах з інтенсивним землеробством, призводить до змивання родючого шару ґрунту, погіршення структури поверхні та замулення водних

об'єктів. Рясні дощі, повені й порушення поверхневого стоку, які стають наслідком військових вибухів та розриву ґрунтового профілю, різко прискорюють ці процеси. Ущільнення ґрунтів важкою технікою зменшує інфільтрацію води та збільшує поверхневий стік, у результаті чого ерозія набуває катастрофічного характеру. Вітрова ерозія активізується на відкритих пошкоджених територіях, де відсутність рослинності робить ґрунт особливо вразливим до видування частинок гумусу та мінеральних елементів, що призводить до його подальшого збіднення.

Деградація ґрунтів виступає комплексним явищем, у межах якого поєднуються фізичні, хімічні та біологічні зміни. Фізична деградація проявляється у вигляді ущільнення, руйнування агрегатної структури, зниження водоутримувальної здатності та зміни рельєфу. Хімічна деградація включає засолення, кислотні зміщення, забруднення важкими металами, вибуховими речовинами та продуктами горіння. Інтенсивні агротехнічні практики, такі як надмірна оранка, монофункціональне землеробство та нераціональне застосування агрохімікатів, додатково поглиблюють ці процеси, посилюючи загальне виснаження ґрунтового покриву [21].

Помітного внеску в деградацію ґрунтів завдає і урбанізація, що супроводжується вилученням родючих земель під будівництво та накопиченням промислових забруднень. В умовах бойових дій така взаємодія факторів ускладнюється масштабним механічним руйнуванням земель, різким збільшенням вмісту токсичних елементів у ґрунті та змінами гідрологічного режиму місцевості. На постраждалих територіях фіксується так звана комплексна деградація, коли фізичні, хімічні та біологічні зміни накладаються одна на одну, формуючи тривалі порушення, які важко піддаються природному відновленню.

Польові дослідження та аналіз супутникових даних свідчать про масштабність наслідків бойових дій для ґрунтового середовища. Наприклад, за даними МБО «Екологія-Право-Людина», лише на ділянці площею 1 км² в Ізюмському районі Харківської області було ідентифіковано понад 2 000 воронок

різного діаметра. Внаслідок цього у ґрунт потрапило десятки тонн металів і хімічних сполук, а під час вибухів було перевернуто близько 90 000 тонн ґрунту. Подібні оцінки проводилися і для Донецької області: упродовж восьми років на площі 225 км² зафіксовано приблизно 15 000 воронок, а територія була засмічена сотнями тонн металевих уламків та продуктів вибухів, що сформували небезпечний токсичний фон.

З огляду на небезпечні масштаби деградаційних процесів, першорядного значення набуває впровадження заходів зі збереження та відновлення ґрунтів. До них належать терасування схилів, створення лісозахисних смуг, мінімізація механічного втручання у ґрунт (зокрема використання технологій no-till), скорочення агрохімічного навантаження та проведення повноцінної рекультивації й ремедіації постраждалих земель. Комплексне застосування таких підходів є необхідною умовою для уповільнення деградації ґрунтового покриву та забезпечення стійкого відновлення ландшафтів, що зазнали впливу військових дій.

2.2 Хімічне забруднення ґрунтів

Рівень хімічного забруднення ґрунтів, спричиненого воєнними діями, розподіляється по території дослідження нерівномірно. Це зумовлено різною інтенсивністю та тривалістю обстрілів, застосуванням різних типів озброєння та, відповідно, різним ступенем бомбардованості окремих ділянок. Аналіз карт бомбових уражень свідчить, що найбільш ймовірно значне токсичне навантаження спостерігається у південно-східних районах, зокрема на південь від міста Ізюм (Харківська область), де бойові дії були особливо масштабними.

Втім, ці території залишаються сильно замінованими та небезпечними для відвідування, що робить їх практично недоступними для проведення польових досліджень та відбору проб ґрунту. Така ситуація створює «білу пляму» у геохімічному аналізі регіону й обмежує можливості точно оцінити реальний рівень забруднення. У результаті найбільш уражені ділянки поки що лишаються

поза межами лабораторного контролю, а фактичний ступінь їхньої хімічної деградації може бути суттєво заниженим.

З іншого боку, результати досліджень, отримані українськими вченими в межах різних районів, включно з тими, що зазнали значних бомбардувань, свідчать, що у більшості випадків рівень забруднення ґрунтів не є критичним, принаймні щодо вмісту важких металів. Водночас наявність такого забруднення є беззаперечною, що підтверджується чітким трендом зниження концентрацій токсичних елементів від епіцентру вибухів до прилеглих територій.

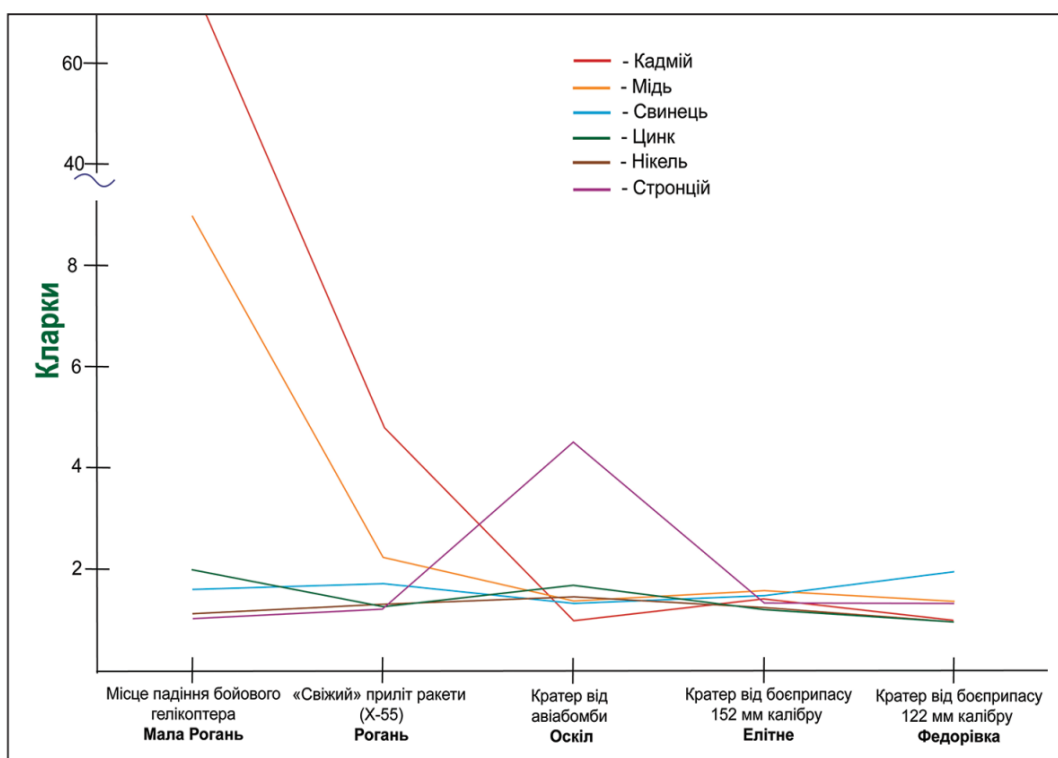


Рис.2.1 Вміст важких металів (у Кларках) на ділянках різного типу[20]

Крім того, концентрації деяких важких металів часто досягають 1,1–1,5 Кларка, що свідчить про помірне техногенне навантаження. На ділянках, пошкоджених бойовими діями, фахівці фіксують підвищений вміст кадмію, міді та цинку, тоді як забруднення свинцем є відносно незначним, а вміст нікелю та хрому здебільшого залишається на фоновому рівні(рис.2.2).

Таким чином, можна припустити, що індикаторами впливу бойових дій на ґрунти є передусім кадмій, мідь, цинк і свинець, що підтверджується також результатами інших науковців, зокрема Bausinger et al. (2007), Meerschman et al. (2011), а також працями Солохи та ін. (2022), Балюка та ін. (2022) та Williams and Rintoul-Hynes (2022). Сумарний показник забруднення (Z_c) для важких металів був обчислений для кожної відібраної проби. Розрахунок цього індексу здійснюється за формулою:

$$Z_c = \sum_1^n K_c - (n - 1),$$

де $K_c = C_i : C_f$ (C_i – фактичний вміст i -го елемента; C_f – фоновий вміст i -го елемента)[17].

Якщо розглядати ситуацію на прикладі Харківської області, то сумарний показник забруднення важкими металами демонструє суттєву просторову нерівномірність, що безпосередньо пов'язано з характером та інтенсивністю бойових дій у регіоні. Найвищі значення Z_c , які класифікуються як небезпечні для здоров'я населення ($Z_c = 55,0\text{--}75,9$), були зафіксовані на місці падіння військового гелікоптера поблизу с. Мала Рогань у межах Вільхівської територіальної громади. Саме ця частина області у 2022 році перебувала під одним із найпотужніших артилерійських і ракетних ударів, що зумовило значне накопичення металів вибухового походження.

Помірний рівень техногенного забруднення встановлено також на місці «свіжого» влучання ракети Х-55 біля села Рогань ($Z_c = 5,2\text{--}7,3$), що відповідає типовій картині забруднення для локальних ракетних ударів. У більшості інших кратерів, розташованих поблизу Харкова та на території навколишніх громад, фіксуються низькі або помірні фонові значення важких металів, що пояснюється як масштабом вибухів, так і особливостями ґрунтового покриву регіону[19].

Важливо враховувати, що передмістя Харкова — зокрема райони, які межують з індустріальними зонами — ще до початку повномасштабної війни

мали підвищений техногенний фон. Тому забруднення ґрунту у вирві поблизу с. Елітне, швидше за все, є комбінацією довготривалого промислового навантаження (підприємства Харківського індустріального вузла) та військових впливів останніх років.

Особливо небезпечною властивістю важких металів, які потрапляють у ґрунт внаслідок вибухів снарядів, ракет чи утилізації техніки, є їх стійкість до біологічного розкладання (Tešan Tomić et al., 2018). Це означає, що токсичні елементи здатні залишатися у ґрунтових горизонтах протягом десятиліть. Світовий досвід підтверджує це: у районах боїв Першої світової війни у Франції та Бельгії й досі — тобто через майже 90 років — фіксуються надлишкові концентрації міді, свинцю та цинку (Bausinger et al., 2007; Meerschman et al., 2011; Williams & Rintoul-Hynes, 2022)[17].

Для Харківської області це також актуально. Дані українських учених, що аналізували вирви та прилеглі ґрунтові горизонти у Чугуївському, Ізюмському, Харківському районах, свідчать про повільну низхідну міграцію металів, переважно у межах верхніх 20–40 см профілю. На переміщення елементів впливають властивості місцевих ґрунтів — чорноземів та сірих лісових ґрунтів Харківщини: рівень рН, структура, вміст органічної речовини та глинистих частинок (McBride et al., 1997). Саме ці параметри визначають, наскільки забруднювачі можуть бути мобільними чи, навпаки, фіксуватися у верхніх горизонтах.

Аналіз потенціалу вилюговування, проведений на низці ділянок у Харківському та Чугуївському районах, показує, що найбільш техногенно навантажені ґрунти мають низьку здатність до вимивання металів, що сприяє їх накопиченню в поверхневому шарі. Попри це, фіксація металів у ґрунтових колоїдах не завжди означає їхню високу біодоступність, а отже й ризики для людини та рослинного покриву потребують додаткової оцінки.

Фрагменти боеприпасів, що залишаються в ґрунті після обстрілів та вибухів, з часом починають активно кородувати. Процес руйнування металевих оболонок сприяє надходженню у ґрунтовий розчин іонів важких металів,

насамперед катіонів Pb^{2+} (свинцю) та Cu^{2+} (міді), на що вказують дослідження різних авторів (Souvent & Pirc, 2001). Розвиток корозійних процесів залежить від фізико-хімічних властивостей ґрунту: ступеня аерації, вологості, кислотності, а також від складу металевих сплавів, з яких виготовлені елементи боєприпасів. Ці чинники визначають інтенсивність переходу металів у рухомі форми, здатні мігрувати у ґрунтовому профілі або засвоюватися рослинами[17].

Подібні процеси характерні не лише для Харківської області, а для всіх територій України, що зазнали масштабних обстрілів — Донеччини, Луганщини, Херсонщини, Чернігівщини, Сумщини та ін. На таких землях відзначається схожа тенденція: накопичення металів вибухового походження у поверхневих горизонтах та поступове збільшення їх рухомих форм унаслідок корозії. Це створює довгостроковий ризик залучення токсичних елементів у біогеохімічні цикли та їх можливу міграцію у ґрунтові води.

Ще однією суттєвою прогалиною у вивченні постраждалих територій є брак даних щодо вибухових речовин, пропелентів та органічних токсикантів, які потрапляють у ґрунт разом із боєприпасами. Найбільш поширені серед них — поліциклічні нітроароматичні сполуки, що входять до складу вибухових речовин. Попри те, що саме вони вважаються одними з основних забруднювачів середовища (Certini et al., 2013; Broomandi et al., 2020), систематичні вимірювання цих компонентів на територіях України майже не проводилися. У той час як важкі метали часто є вторинними продуктами вибухів, органічні сполуки можуть проявляти набагато вищу токсичність та здатність до довготривалого збереження у ґрунтовому середовищі[17].

Таким чином, сучасний стан геохімічного вивчення земель, пошкоджених бойовими діями, залишається неповним. Питання корозійного вивільнення металів, поширення органічних вибухових речовин та довготривалих змін у ґрунтовому профілі вимагають додаткових, комплексних досліджень, які дозволять повністю оцінити масштаби антропогенного навантаження та обґрунтувати заходи з рекультивациі й відновлення деградованих територій.

2.3 Біологічні наслідки та руйнування екосистем

Бойові дії є одними з найінтенсивніших чинників антропогенного впливу на природні екосистеми, зокрема на ґрунтовий покрив. Під час воєнних конфліктів ґрунти піддаються значним механічним, хімічним та біологічним змінам, що призводить до руйнування їх структури, зниження родючості та деградації екосистем. Біологічні наслідки таких руйнувань мають довготривалий характер і охоплюють як мікро-, так і макроорганізми ґрунтових екосистем, що відіграють ключову роль у підтримці екологічної стабільності та продуктивності земель.

Ґрунт є складною біологічною системою, де взаємодіють різноманітні мікроорганізми (бактерії, гриби, актиноміцети), дрібні безхребетні (черви, кліщі, нематоди, мікроартроподи) та інші живі організми, що забезпечують кругообіг поживних речовин і підтримку структури ґрунту. Кожна група має специфічну функцію: бактерії та гриби беруть участь у розкладанні органічної речовини та утворенні гумусу, дощові черви – у аерації ґрунту та перемішуванні органіки, нітрифікуючі та фіксуючі азот мікроорганізми – у підтриманні родючості[28].

В умовах бойових дій порушується баланс цих компонентів. Механічне руйнування ґрунту, забруднення важкими металами та токсичними сполуками створюють стресові умови, що призводять до загибелі або значного скорочення чисельності ґрунтових організмів (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Вплив бойових дій на чисельність ґрунтових організмів та наслідки
для екосистеми[6]**

Група ґрунтових організмів	Зміни чисельності після бойових дій	Основні функції в ґрунті	Екологічні наслідки зниження чисельності
Азотфіксуючі бактерії	Зменшення на 50–90%	Фіксація атмосферного N, живлення рослин	Порушення азотного циклу, зниження родючості
Сапротрофні гриби	Зменшення на 40–80%	Розклад органічної речовини, гумусоутворення	Уповільнення гуміфікації, накопичення не розкладеної органіки
Фосфатмобілізуючі бактерії	Зниження на 60–85%	Перетворення фосфатів у доступну форму	Обмежене засвоєння фосфору рослинами, падіння продуктивності
Дощові черви	Зменшення на 70–95%	Аерація ґрунту, перемішування органіки	Порушення структури ґрунту, зниження водопроникності
Актиноміцети	Скорочення на 50–75%	Розкладання складних органічних сполук	Уповільнення утворення гумусу, зниження мікробного різноманіття
Нітрифікуючі бактерії	Зниження на 60–90%	Перетворення амонію в нітрати	Порушення нітратного циклу, дефіцит доступного азоту для рослин
Інвазивні/металостійкі мікроорганізми	Зростання на 10–50%	Стійкість до токсинів	Містять менше корисних функцій для ґрунту, можуть

			витісняти корисну флору
--	--	--	----------------------------

- Мікроорганізми: за підвищеної концентрації важких металів та сполук вибухових речовин знижується активність бактерій, що беруть участь у мінералізації органічної речовини. Зокрема, відбувається зниження чисельності азотфіксуючих бактерій, що негативно впливає на азотний цикл.
- Гриби та актиноміцети: токсичні речовини пригнічують розвиток сапротрофних грибів, які відповідають за розклад целюлози та утворення гумусу. Відсутність цих організмів уповільнює процеси рекультивації та самовідновлення ґрунту.
- Безхребетні: дощові черви, кліщі та інші дрібні тварини, що живляться органічною речовиною, масово гинуть або мігрують з пошкоджених ділянок, що знижує аерацію ґрунту та перерозподіл поживних речовин.

Порушення структури ґрунтового біоценозу також веде до зниження його стійкості до додаткових стресів, таких як посуха, надмірна волога або повторне забруднення. Втрата ключових видів мікро- та макроорганізмів створює умови для вторинного заселення ґрунту лише стійкими, часто інвазивними або патогенними видами, що ще більше змінює природний баланс екосистеми.

Крім того, деградація ґрунтової біоти впливає на рослинний покрив. Відсутність мікробної активності знижує доступність поживних речовин для рослин, що призводить до поступового виснаження рослинності, зміни видового складу та порушення природної самоочищувальної здатності екосистеми. Особливо уразливими є культурні та рідкісні види рослин, які не здатні проростати у забрудненому або ущільненому ґрунті.

Дослідження ґрунтів у зонах активних бойових дій на сході України показали суттєве зниження чисельності мікрофлори, зокрема бактерій, що фіксують азот, та сапротрофних грибів у порівнянні з контрольними ділянками,

неушкодженими бойовими діями. Внаслідок цього відбувається уповільнення процесів гуміфікації та підвищується ризик ерозії ґрунту.

За даними «Soil Degradation and Contamination Due to Armed Conflict in Ukraine» — на ділянках, уражених бойовими діями, спостерігались значні зміни у структурі мікробних спільнот, порушення функцій — навіть якщо загальна кількість колонієутворювальних мікроорганізмів іноді збільшувалась (наприклад, амоніфікатори, актиноміцети). Це свідчить про стресові умови: частина мікробів гине, частина — пристосовується, але біоценоз суттєво змінюється. Водночас, метагеномне дослідження (2025) підтверджує, що зменшуються групи традиційно важливі для родючості — азотфіксуючі, ті, що утворюють гумус, — і зростає частка металостійких бактерій, потенційно здатних витримати токсичні умови, але які не виконують екосистемні функції у повному обсязі [25].

У звіті Інституту агроєкології повідомляється, що на деяких ділянках після бойових дій кількість мікроорганізмів впала на два–три порядки — тобто у сотні чи тисячі разів порівняно з нормальним ґрунтом. Особливо постраждали групи, відповідальні за фосфат-мобілізацію, фіксацію азоту, розклад органіки. Ці дані можна вважати аргументом на користь твердження, що території, де відбувалися бойові дії, справді зазнають значних біологічних змін ґрунту — і ці зміни можуть довго впливати на родючість, екологічну стійкість, здатність до відновлення [6].

Деградація ґрунтової біоти та порушення структури ґрунту мають системні наслідки для екосистем у цілому. Пошкодження верхнього шару ґрунту, зниження його родючості та порушення кругообігу речовин впливає на всі рівні біологічної організації — від мікроорганізмів до рослинного та тваринного покриву (рис.2.3).



Рис.2.3 Наслідки бойових дій для ґрунтових та екосистемних процесів

Вплив на рослинність. Пошкоджені ґрунти знижують здатність рослин до засвоєння поживних речовин та води, що веде до скорочення біомаси, погіршення росту та зниження видового різноманіття. Лісові екосистеми зазнають руйнування підстилки та мікоризи, що зменшує ріст дерев та стабільність лісового покриву. На сільськогосподарських угіддях відбувається падіння врожайності, порушується структура поля та підвищується ризик ерозії.

Ерозійні процеси та деградація ландшафтів. Ущільнення ґрунту, зниження біотичної активності та втрата гумусного горизонту створюють умови для водної та вітрової ерозії. Ландшафти, що зазнали бойових дій, часто характеризуються утворенням кратерів, щілин та локальних заболочених ділянок. Це змінює природну топографію, порушує гідрологічний режим та сприяє розмиванню родючого шару ґрунту.

Зміни в екологічних взаємозв'язках. Деградація ґрунтів порушує екологічні взаємозв'язки між ґрунтовою біотою, рослинністю та тваринами. Наприклад, зменшення чисельності ґрунтових безхребетних впливає на птахів та дрібних ссавців, які живляться ними. Зниження біорізноманіття рослин зменшує

кормову базу для травоядних та впливає на ланцюги живлення у локальних екосистемах.

Довготривалі наслідки екосистеми, що зазнали руйнувань, відновлюються дуже повільно. Повне відновлення ґрунтового покриву та біоценозу може займати десятки років, особливо у випадку хімічного забруднення та наявності уламків боєприпасів. Втрата родючості та порушення ландшафтної структури створюють ризик опустелювання та деградації земельних ресурсів на тривалий час.

На територіях Харківської та Донецької областей, що зазнали інтенсивних бойових дій, спостерігається суттєва деградація ґрунту: ущільнення, зниження гумусу та чисельності ґрунтової біоти. Внаслідок цього відновлення рослинного покриву у природних та сільськогосподарських екосистемах ускладнене, а ерозійні процеси стають більш активними.

Висновки до розділу 2

У другому розділі досліджено основні механізми деградації ґрунтів унаслідок бойових дій. Встановлено, що фізичні пошкодження ґрунту проявляються у руйнуванні структури, утворенні воронок, ущільненні та порушенні ґрунтових горизонтів. Щодо хімічного забруднення то воно пов'язане з накопиченням важких металів, нафтопродуктів і залишків вибухових речовин. Біологічні ж наслідки виражаються у зниженні біорізноманіття та порушенні функціонування ґрунтових екосистем. Сукупність цих факторів значно знижує родючість ґрунтів і ускладнює їх відновлення.

РОЗДІЛ 3

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ, УРАЖЕНИХ БОЙОВИМИ ДІЯМИ

3.1 Обмеження для сільського господарства

Внаслідок повномасштабної військової агресії російської федерації територія України зазнала широкомасштабних деградаційних процесів, що суттєво вплинули на стан земельного фонду, особливо орних земель, пасовищ і сіножатей. Руйнування ґрунтового покриву, забруднення вибухонебезпечними предметами, ксенобіотиками та важкими металами, зміна структури угідь і порушення гідрологічних умов створили комплекс обмежень для подальшого ведення сільського господарства. Землі, які постраждали від бойових дій, потребують тривалого періоду відновлення та спеціального підходу до використання, що визначає актуальність оцінки їх стану та вироблення рекомендацій для аграрного сектору [29].

Обстріли територій та масове застосування вибухових боєприпасів є однією з найсерйозніших екологічних і господарських загроз у районах активних бойових дій, оскільки вони спричиняють комплексне забруднення довкілля, зміни ґрунтового покриву та істотні обмеження для ведення сільського господарства. Руйнування землі вибухами та наявність нерозірваних боєприпасів супроводжуються потраплянням у навколишнє середовище великої кількості токсичних сполук, металевих уламків і вибухових речовин, що формує довготривалі ризики для екосистем і населення (рис.3.1).

Під час вибуху снарядів та мін у ґрунт і повітря надходить широкий спектр небезпечних забруднювачів — це сполуки на основі тротилу, гексогену, октогену, нітросполуки, а також метали корпусів боєприпасів, серед яких найчастіше виявляють свинець, мідь, цинк, нікель і залізо. Хімічний склад забруднення залежить від типу боєприпасу, сили вибуху, структури заряду та глибини проникнення осколків у ґрунт. Під впливом високих температур під час

детонації формуються вторинні токсичні продукти — оксиди азоту, чадний газ і різні ароматичні сполуки.



Рис.3.1 Схема типового забруднення агроландшафтів вибухонебезпечними предметами. (Помаранчевим на мапі позначені території, де велися бойові дії і ворог міг залишити вибухонебезпечні предмети.) [29]

Найшвидшим шляхом поширення цих токсичних речовин є атмосфера. Під час вибухів утворюється пилогазова хмара, насичена дрібнодисперсними частками металів і продуктами розкладання вибухових речовин, яка здатна переноситись на значні відстані. Її осідання призводить до поверхневого забруднення агроландшафтів, особливо листової поверхні рослин, що впливає на їхнє фотосинтетичне функціонування та продуктивність. За наявності високої концентрації нітросполук можливе утворення кислотних опадів, які спричиняють подальше закислення ґрунтів і погіршення умов для вирощування культур.

Після вибухів значна частина небезпечних речовин осідає на поверхні землі й поступово проникає у верхні горизонти ґрунту. Основними забруднювачами в цьому випадку є сполуки тротилу й гексогену, нітрати, нітрити, важкі метали та техногенні тверді частки, що змінюють фізико-хімічні властивості ґрунту. Висока стійкість більшості вибухових речовин до природного розкладання зумовлює їх накопичення та збереження токсичності протягом десятиліть. Дослідження пошкоджених вибухами територій засвідчують, що на ділянках з високою щільністю ВВП концентрація важких металів може залишатися підвищеною 10–15 років, а для деяких металів — навіть довше.

Це створює суттєві ризики для сільськогосподарського виробництва: токсичні сполуки порушують мікробіологічну активність ґрунту, пригнічують розвиток кореневих систем, спричиняють зниження врожайності або повну загибель рослин. Окремі культури, зокрема зернові та олійні, мають властивість акумулювати важкі метали, що призводить до потрапляння токсичних елементів у харчовий ланцюг і робить вирощену продукцію потенційно небезпечною для споживання.

Додатковим наслідком вибухів є механічне руйнування поверхневого шару ґрунту. Утворення вирв, розриви структури, змішування генетичних горизонтів і підвищене ущільнення ґрунту зумовлюють втрату його родючості. У місцях вибухів порушується водопроникність, зростає ризик виникнення ерозійних процесів, формуються локальні пониження, які змінюють гідрологічний баланс території. Це ускладнює проведення агротехнічних операцій, погіршує схожість насіння, сприяє формуванню заболочених ділянок або зон застою води.

Надзвичайно небезпечним є й забруднення водних об'єктів продуктами вибухів та корозії боєприпасів. Токсичні компоненти здатні потрапляти у водойми разом із дощовими потоками або змиватися із забруднених площ під час паводків. Нітросполуки, що легко розчиняються, можуть забруднювати не лише поверхневі води, але й підземні горизонти, які є важливими джерелами

питної води та для зрошення. Навіть низькі концентрації вибухових речовин у воді негативно впливають на водну флору та фауну, пригнічують біохімічні процеси та можуть погіршувати якість і безпечність зрошувальної води для аграрного виробництва [13].

Серйозні екологічні наслідки вибухів проявляються також через зміну стану рослинності. Осідання токсичних частинок на листову поверхню та в ґрунт спричиняє хімічні опіки, зниження стійкості рослин до хвороб, порушення росту та фізіологічних функцій. У регіонах із високим рівнем забруднення продуктами детонації спостерігається часткова або повна загибель лісових та чагарникових насаджень, а також значне зменшення видового різноманіття [13].

Для тваринного світу найбільшу небезпеку становить накопичення токсичних речовин у харчових ланцюгах. Рослиноїдні тварини можуть отримувати небезпечні дози токсинів із рослинністю, а хижі — через споживання зараженої здобичі. Такі процеси можуть призводити до зростання смертності, генетичних порушень і загального зниження чисельності популяцій [7].

Вибухонебезпечні предмети становлять загрозу не лише як джерело хімічного та фізичного забруднення, а й як реальна небезпека для життя людей. Сільськогосподарські роботи на забруднених територіях стають неможливими без попереднього розмінування. Трактори, комбайни та інша техніка постійно ризикують наїхати на міну або нерозірваний боєприпас, що призводить до аварій, загибелі працівників і втрати техніки. Це робить такі землі фактично вилученими з аграрного обігу до завершення їх повного очищення та екологічної оцінки.

Сукупний вплив вибухів і забруднення ВМП зумовлює довготривале погіршення стану земель, зменшення площ, придатних до безпечного використання, і значні економічні втрати для аграрного сектора. Відновлення таких територій потребує багаторічних робіт з розмінування, рекультивації та моніторингу, що є складним і ресурсозатратним процесом.

Вибухи боєприпасів спричиняють складні фізико-хімічні зміни у поверхневому ґрунтовому шарі. Найбільш небезпечними є:

- важкі метали (Cu, Pb, Zn, Ni, Cd);
- залишки вибухових речовин (тротил, гексоген, октоген);
- продукти корозії металевих корпусів снарядів;
- поліциклічні ароматичні вуглеводні[11].

Унаслідок детонації відбувається локальне підвищення концентрації металів у 5–20 разів відносно фонових значень. Дослідження Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. Докучаєва засвідчили, що найбільш забруднені ділянки зберігають токсичність до 10–15 років.

Таке хімічне навантаження створює низку проблем (рис.3.2):



Рис. 3.2 Основні проблеми сільського господарства внаслідок хімічного навантаження на ґрунти

1. Зниження родючості ґрунтів. Накопичення нафтопродуктів, важких металів і токсичних сполук порушує природні біогеохімічні процеси в ґрунті. Це призводить до деградації гумусового шару, погіршення структури ґрунту та зменшення доступності поживних елементів для рослин.

2. Токсичний вплив на кореневі системи рослин. Вуглеводні, феноли, свинець, кадмій та інші токсиканти порушують дихання коренів, блокують поглинання води й елементів живлення, пригнічують ріст та викликають відмирання кореневих тканин.

3. Накопичення важких металів у врожаї. Рослини поглинають токсичні елементи з уражених ґрунтів, і вони переходять у стебла, листя, плоди та зерно. Це становить ризик для харчової безпеки, оскільки кадмій, свинець і ртуть здатні накопичуватися в організмі людей і тварин.

4. Обмеження на вирощування харчових культур. Через високі концентрації забруднювачів ділянки можуть визнаватися непридатними для агровиробництва. На них дозволяється лише технічне землеробство або повне виведення з обробітку до проведення рекультивації та моніторингу.

Вирви від вибухів (рис.3.3), рух важкої військової техніки, розриви снарядів і копання окопів призводять до механічного руйнування ґрунтового профілю.



Рис.3.3 Поля, де є воронки від снарядів (близько 500 шт. на фото) – Харківська область, Ізюмський район[29].

До основних проявів належать:

- повне руйнування гумусового горизонту;

- змішування генетичних горизонтів;
- надмірне ущільнення ґрунту (до 2,0 г/см³);
- руйнування структури та поява брилуватості;
- зміна водно-повітряного режиму.

Такі ділянки характеризуються низькою водопроникністю, підвищеним поверхневим стоком і схильністю до ерозійних процесів. На землях, де проходила техніка, часто фіксуються колії глибиною до 40–60 см, які під час дощів перетворюються на канали розмиву. Фізична деградація унеможливорює використання традиційних технологій обробітку, оскільки плуги і сівалки пошкоджуються, а рослини ростуть нерівномірно.

Бойові дії спричиняють масштабні трансформації ландшафтної структури аграрних територій. Артилерійські та ракетні удари формують на поверхні ґрунту вирви різної глибини й площі, що порушують природну стратифікацію ґрунтового профілю. Такі локальні руйнування змінюють характер водного стоку, створюють нові депресії рельєфу, які накопичують забруднюючі речовини, та стають центрами вторинної ерозії. Унаслідок цього природна горизонтальність орних площ порушується, а агроландшафт набуває фрагментованого, мозаїчного характеру [14].

Одним із ключових наслідків бойових дій є різке збільшення кількості техногенних об'єктів у структурі ландшафту — вирв, траншей, окопів, воронок від авіабомб, зон перемішання ґрунтових горизонтів, ділянок із вибухонебезпечними предметами. Усе це створює нетипову для агроландшафтів конфігурацію, яка погіршує цілісність території та ускладнює її подальше використання. Розриви в просторових зв'язках між окремими компонентами ландшафту (полями, лісосмугами, пасовищами) порушують традиційні екологічні та агрономічні функції цих елементів.

Порушення ґрунтового покриву спричиняє також дисбаланс у агроекологічних процесах. Внаслідок вибухів відбувається перемішування або повне руйнування гумусового горизонту, що призводить до втрати поживних речовин, зниження водоутримувальної здатності ґрунту та погіршення його

структурності. В окремих випадках на поверхню виносяться малородючі горизонти або материнські породи, що суттєво погіршує придатність території для вирощування сільськогосподарських культур [29].

Крім фізичних порушень, агроландшафти зазнають значного хімічного навантаження. Метали, вибухові речовини, продукти детонації, залишки пального та мастил накопичуються у верхніх шарах ґрунту, змінюючи його хімічний баланс. Це негативно позначається на рослинності, змінює умови життєдіяльності ґрунтових організмів, пригнічує мікробіологічні процеси та призводить до втрати природної саморегуляції агроєкосистем.

Також порушується функціонування природних лісосмуг, які відіграють важливу роль у підтриманні агроєкологічної рівноваги. Пошкоджені вибухами дерева та чагарники втрачають здатність виконувати захисні функції — регулювати мікроклімат, зменшувати швидкість вітру та сприяти накопиченню вологи. Зникнення лісосмуг прискорює вітрову й водну ерозію, що додатково погіршує стан ґрунтового покриву.

У сукупності ці процеси спричиняють втрату агроєкологічної рівноваги, яка проявляється в порушенні здатності агроландшафтів до самовідновлення, зниженні біорізноманіття, деградації ґрунтів та зменшенні потенційної продуктивності території. Порушення взаємозв'язків між ґрунтом, рослинністю, водним режимом і мікроорганізмами призводить до формування нестійких, екологічно вразливих систем, які потребують тривалих і науково обґрунтованих заходів з відновлення.

Під впливом бойових дій агроландшафти втрачають свою структурну цілісність, а природні екосистемні зв'язки зазнають глибокого порушення. Зміни рельєфу, пошкодження ґрунтового профілю, хімічне забруднення та руйнування лісосмуг призводять до деградації природних та аграрних функцій території. Це знижує її продуктивність, погіршує екологічний стан і формує довготривалі обмеження для сільського господарства. Відновлення таких територій потребує комплексного підходу, поєднання рекультиваційних, агротехнічних та

моніторингових заходів, спрямованих на стабілізацію ландшафту та відновлення агроекологічної рівноваги.

3.2 Загрози для лісового та водного господарства

З початком повномасштабної військової агресії російської федерації (з 24 лютого 2022 р.) питання оцінки економічних та екологічних збитків для лісового фонду України стало одним із пріоритетних. Ліси опинилися в зоні прямого впливу бойових дій: багато масивів піддавались обстрілам, підпалам та інтенсивній техногенній експлуатації, а також служили місцями дислокації військової техніки й споруд. Унаслідок цього шкода лісовим екосистемам має як пряму (фізичні руйнування, пожежі), так і непряму (забруднення, замінування, втрата доступу для лісогосподарських робіт) природу [22].

Практичні прояви загроз для лісового господарства:

- *Фізичне знищення і пошкодження деревостанів* — обстріли, прямі влучання боєприпасів і пов'язані з ними пожежі призводять до відмирання дерев, втрати цінних порід та зниження продуктивності насаджень. Масштаби втрат у різних регіонах сягають сотень тисяч гектарів і підтверджуються супутниковими та польовими спостереженнями.
- *Поширення пожеж та ускладнені умови їх ліквідації* — через активні бойові дії багато пожеж не гасили своєчасно; як наслідок, вогонь охоплював великі площі, руйнуючи ґрунтовий покрив та запас насіння для природного поновлення.
- *Замінування і забруднення боєприпасами* — лісові масиви часто містять нерозірвані боєприпаси та уламки, що унеможлиблює проведення технологічних рубок, заліснення та інших лісогосподарських операцій до завершення розмінування. Це призводить до тривалої втрати права користування лісовими ділянками та зниження обсягів виробництва.

- *Хімічне й фізичне забруднення* — на місцях боїв накопичуються продукти детонації й корозії металів, залишки пального, що змінюють хімічний склад ґрунтів і пригнічують ґрунтову біоту. Це впливає на природну відтворюваність лісів і підвищує потребу в рекультиваційних заходах.

За даними WWF від бойових дій в Україні постраждало близько 600 тис. га лісових земель, які знаходяться у Київській, Чернігівській, Житомирській, Сумській, Харківській, Луганській та Донецькій областях (додаток Г). У лісах переміщується важка військова техніка, локалізуються військові підрозділи та ведуть бойові дії. Це призводить до масштабного забруднення боєприпасами та замінування [22].

Для відшкодування збитків і планування відновлення потрібна чітка методика оцінки: як визначити реальні збитки (втрати лісогосподарського виробництва), так й упущену вигоду, а також потреби у відновленні насаджень. Методика має включати (але не обмежуватися): механізм розрахунку реальних збитків і упущеної вигоди, використання таксаційних описів та інших доказових документів, застосування актуалізованих коефіцієнтів продуктивності лісових земель, а також положення про цільове використання коштів відшкодування на заходи з відновлення лісів та охорони від пожеж і шкідників. Ці підходи повинні бути формалізовані на рівні центральних органів виконавчої влади. (Див. Постанову КМУ №326 та відповідні методичні документи) [22].

Водночас практичне впровадження єдиної методики обліку та оцінки шкоди, заподіяної лісовому фонду, на момент підготовки цієї роботи ще не завершено. Це створює невизначеність у порядку визначення як прямого економічного збитку, так і упущеної вигоди лісогосподарських підприємств, а також у формуванні адекватних проєктних та фінансових розрахунків для відновлення. Отже, при остаточній розробці методичного підходу потрібно чітко закласти механізм обґрунтованого розрахунку реальних втрат і неодержаних доходів, алгоритм підтвердження фактичної можливості отримання прибутків (наприклад, через таксаційні описи та інші доказові документи), а також формули для оцінки потреб у відновленні з урахуванням типових коефіцієнтів

продуктивності за лісорослинними умовами. Без такого комплексу положень ризику помилкових оцінок і нецільового використання відшкодувань залишаються високими.

Навіть після завершення активних бойових дій значна частина ресурсів буде потребувати тривалого відновлення: санітарні рубки, рекультивація ґрунтів, відновлення лісових культур і заліснення, відновлення інфраструктури лісгоспів. Важливо передбачити прозорі механізми цільового фінансування, контролю за використанням коштів і пріоритизації відновлювальних заходів для максимального екологічного та економічного ефекту.

Таким чином, питання оцінки шкоди лісовому фонду в умовах воєнних дій залишається комплексним і потребує подальшого вдосконалення методичного підходу, який би дозволив точно фіксувати втрати, обґрунтовувати розмір компенсацій та планувати відновлювальні заходи. Однак лісові екосистеми — лише одна зі складових природного середовища, що зазнає глибокого антропогенно-військового впливу. Не менш важливим є аналіз наслідків для водного фонду та систем водного господарства, адже бойові дії змінюють гідрологічний режим територій, порушують роботу меліоративних мереж, водозаборів, гідротехнічних споруд та каналів (додаток Д). У контексті оцінки збитків і розроблення заходів з відновлення необхідно також враховувати специфіку шкідливих процесів, пов'язаних із забрудненням поверхневих і підземних вод, зменшенням водності річок та деградацією водно-болотних екосистем. Саме тому наступним ключовим напрямом досліджень є розгляд впливу воєнних дій на водне господарство України [22].

Військові дії породжують низку прямих і опосередкованих загроз для водних об'єктів — річок, водосховищ, водотоків та підземних водних горизонтів. Основні механізми впливу:

➤ *Механічне та хімічне забруднення під час обстрілів і руйнувань інфраструктури.* Пошкодження нафтобаз, промислових об'єктів та складських приміщень спричиняє викиди нафтопродуктів, хімікатів та інших токсичних речовин у поверхневі й підземні води; ці забруднення швидко поширюються

водними шляхами і створюють тривалі екологічні ризики для водного господарства. (Приклад: обстріли і пожежі на нафтобазах призводять до утворення нафтових плівок на поверхні водойм, зниження розчинного кисню й масової загибелі гідробіоти).

➤ *Порушення гідрологічного режиму внаслідок руйнування гідротехнічних споруд.* До прикладу: підриг гребель або руйнування дамб (наприклад — наслідки вибуху/руйнування великих гідроспоруд у регіоні) викликає масове підтоплення низин, розмив берегових смуг, ерозію та занурення в воду значних мас ґрунту і техногенних забруднень, що згодом впливають на якість і доступність водних ресурсів для іригації і питного водопостачання. Яскравим прикладом є руйнування Каховської ГЕС у 2023 році, (додаток 1) яке спричинило масштабне підтоплення населених пунктів, втрату родючих ґрунтів у заплавах річки та забруднення водних ресурсів хімічними та техногенними відходами.

➤ *Накопичення токсичних речовин у водоймах і харчовому ланцюгу.* Вуглеводні, розчинні фракції палива (бензол, толуол, ксилоли), продукти детонації та важкі метали потрапляють у річковий стік і накопичуються у осадах, що знижує якість води для зрошення, шкодить рибництву та може робити рибні продукти небезпечними для споживання. Навіть невеликі концентрації токсикантів здатні порушувати репродуктивні процеси у риб і безхребетних.

➤ *Підвищення ерозії та замулення водойм.* Пошкоджені ґрунти, зруйновані балки й вирви сприяють інтенсивнішому поверхневому стоку і перенесенню великої кількості наносів у водні об'єкти. Це призводить до замулення водосховищ, зменшення їхнього корисного об'єму та погіршення якісних показників води (зростання мутності, змін у біогеохімічних процесах).

➤ *Ризик забруднення підземних вод.* Через просочування забруднювачів з поверхні (особливо у районах великих розливів пального чи локального знесення ґрунту) може страждати якість підземних вод, що особливо

небезпечно у сільській місцевості, де підземні горизонти є джерелом питної і технічної води.

➤ *Вплив на рибогосподарство та водні екосистеми.* Масові знищення і гибель водної біоти, руйнування нерестилищ, зміни температурного й кисневого режимів — усе це скорочує біоресурси водосховищ і річок, знижує продуктивність рибогосподарських підприємств і завдає економічних збитків селам і громадам, які залежать від рибальства.

Таким чином, військові дії формують комплексне навантаження на водні об'єкти, поєднуючи прямі і опосередковані загрози. Механічне та хімічне забруднення, порушення гідрологічного режиму, накопичення токсичних речовин у водоймах та харчовому ланцюгу, замулення й ерозійні процеси, а також ризик забруднення підземних вод суттєво погіршують екологічний стан річок, водосховищ і меліоративних систем. Водночас вони знижують продуктивність водного господарства, ускладнюють забезпечення якісною водою для зрошення, питного водопостачання та рибогосподарських потреб. Наслідки таких змін є довготривалими: екосистеми потребують десятиліть для відновлення, а економічні втрати сільських громад і підприємств, що залежать від водних ресурсів, можуть бути значними. Отже, для ефективного відновлення водного господарства необхідно враховувати всі перелічені фактори, впроваджувати системи моніторингу та оцінки шкідливого впливу, а також планувати заходи для мінімізації ризиків забруднення та руйнувань у майбутньому.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі проаналізовано проблеми використання земель, уражених бойовими діями. Встановлено, що забруднення та мінна небезпека обмежують можливості сільськогосподарського використання територій, знижують урожайність та підвищують ризики для населення. Доведено, що бойові дії негативно впливають на лісові та водні ресурси, спричиняючи порушення гідрологічного режиму та деградацію лісових насаджень.

РОЗДІЛ 4

ШЛЯХИ ВІДНОВЛЕННЯ ТА РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ, УРАЖЕНИХ БОЙОВИМИ ДІЯМИ

4.1 Розмінування як ключовий етап відновлення. Потреба в техніці та саперах

Розмінування територій, де відбувалися бойові дії, є першим стратегічним етапом повоєнного відновлення України, оскільки без очищення від вибухонебезпечних предметів неможливо забезпечити безпеку населення, повернути землі у сільськогосподарський та господарський обіг, а також провести подальші роботи з рекультивації й реконструкції інфраструктури. Гуманітарне розмінування створює основу для безпечного життя громадян і відновлення виробництва на звільнених територіях [18].

Для ефективної реалізації цього процесу необхідні значні людські ресурси, кваліфіковані сапери та сучасна техніка, включно з дронами, роботизованими платформами та спеціалізованими механізмами, що підвищують швидкість і безпеку очищення земель від мін та ВНП. Застосування таких засобів дозволяє суттєво збільшити площі розмінування та зменшити ризики для персоналу.

Окрім того, обсяг забруднених земель в Україні є надзвичайно великим, що потребує комплексного підходу, інвестицій у навчання саперів, координацію між державними структурами, міжнародними партнерами та операторами протимінної діяльності. Потреба в сучасній техніці та підготовлених фахівцях є ключовою умовою прискорення процесу оздоровлення територій та повернення їх до цивільного використання.

Актуальність розмінування як першочергового етапу відновлення земель, уражених бойовими діями, підтверджується результатами наукових досліджень, зокрема викладених у праці І. Рудакевича, присвяченій географічним аспектам забруднення території України вибухонебезпечними предметами (рис.4.1)



Рис.4.1 Потенційно забруднені території України ВВП (за даними ДСНС)
[28]

Автор зазначає, що внаслідок повномасштабної військової агресії російської федерації Україна стала однією з найбільш замінованих країн світу, а до третини її території може бути забрудненою вибухонебезпечними предметами, що робить значні площі земель непридатними для господарського використання протягом тривалого часу

За даними, наведеними у статті, найбільшого ураження зазнали саме сільськогосподарські та лісові угіддя, які масово виводяться з виробничого обігу через мінування, наявність нерозірваних артилерійських снарядів, авіаційних бомб і саморобних вибухових пристроїв. Це безпосередньо обмежує можливості обробтку ґрунтів, проведення посівних і збиральних робіт, а також створює реальну загрозу для життя працівників аграрного сектору

І. Рудакевич підкреслює, що особливу складність для процесу гуманітарного розмінування становить різноманітність вибухонебезпечних предметів та їхнє залягання на різних глибинах у ґрунті. Значна кількість боєприпасів, зокрема артилерійських снарядів і авіаційних засобів ураження, не детонували та залишаються прихованими в ґрунтовому профілі, що

унеможливиює їх швидке виявлення без застосування спеціалізованих технічних засобів

У зв'язку з цим автор наголошує на критичній потребі в підготовці достатньої кількості кваліфікованих саперів і залученні сучасної техніки для розмінування. У статті зазначено, що в Україні вже налагоджено виробництво спеціальних машин для механізованого очищення територій, а також активно використовується допомога міжнародних партнерів у вигляді техніки, фінансування навчання персоналу та підтримки операторів протимінної діяльності

Водночас, за оцінками Міністерства економіки України, повне розмінування території держави може коштувати до 50 млрд доларів США, що підкреслює необхідність комплексного та поетапного підходу до очищення земель, з пріоритетом для сільськогосподарських угідь і територій, придатних для швидкого повернення у господарський обіг

Таким чином, результати цього дослідження підтверджують, що розмінування є не лише безпековим завданням, а й ключовою умовою відновлення земельних ресурсів, розвитку аграрного виробництва та реалізації подальших рекультиваційних заходів на територіях, уражених бойовими діями.

Розмінування земель, уражених бойовими діями, включає низку послідовних етапів: нетехнічне обстеження територій, технічну розвідку, безпосереднє очищення земель від ВВП та контроль якості виконаних робіт. Кожен з цих етапів потребує залучення кваліфікованих саперів, сучасних технічних засобів і значних фінансових ресурсів. Особливо складним є очищення сільськогосподарських угідь, де ВВП можуть знаходитися на різній глибині в ґрунті та бути прихованими під рослинним покривом.

Однією з ключових проблем гуманітарного розмінування є нестача людських ресурсів, зокрема підготовлених саперів. Процес навчання фахівців з розмінування є тривалим і потребує не лише теоретичної підготовки, а й практичних навичок роботи з різними типами боєприпасів. Крім того, саперна діяльність пов'язана з високим рівнем ризику, що зумовлює підвищені вимоги

до фізичної та психологічної підготовки персоналу. Обмежена кількість сертифікованих спеціалістів уповільнює темпи очищення територій, особливо у регіонах із великою площею сільськогосподарських угідь.

Не менш актуальною є проблема технічного забезпечення процесу розмінування. Традиційні ручні методи, хоча й залишаються найбільш точними, є надзвичайно повільними та небезпечними. Тому у сучасних умовах особливого значення набуває використання механізованих і дистанційних засобів розмінування. До них належать спеціалізовані машини для механічного очищення ґрунту, дистанційно керовані платформи, роботизовані комплекси, а також безпілотні літальні апарати для попереднього обстеження територій.

Механізовані засоби розмінування (рис.4.2) дозволяють значно скоротити час очищення земель і зменшити ризики для саперів. Вони особливо ефективні на великих відкритих ділянках, таких як орні землі, пасовища та поля після збирання врожаю. Разом із тим, застосування важкої техніки може призводити до додаткового порушення ґрунтового покриву, що необхідно враховувати під час подальшої рекультивації.



Рис.4.2 Машини механічного очищення ґрунту від мін [18]

Важливим напрямом удосконалення процесу розмінування є інтеграція сучасних технологій просторового аналізу. Використання геоінформаційних систем (ГІС), супутникових знімків і аерофотозйомки дозволяє створювати карти мінної небезпеки, визначати пріоритетні ділянки для очищення та оптимізувати логістику робіт. Це особливо актуально для аграрних регіонів, де необхідно швидко повертати землі у виробничий обіг з мінімальними втратами.

Розмінування земель тісно пов'язане з подальшими заходами з рекультивації. Після очищення територій від ВМП необхідно оцінити ступінь порушення ґрунтового покриву, наявність вирв, ущільнення ґрунтів і можливе хімічне забруднення. У багатьох випадках механічне розмінування потребує відновлення агрофізичних властивостей ґрунту, проведення планування поверхні, внесення органічних і мінеральних добрив, а також заходів з протиерозійного захисту.

Окрему увагу слід приділяти розмінуванню територій, прилеглих до водних об'єктів. Мінування берегових смуг, заплав і меліоративних каналів створює загрози для водного господарства, ускладнює експлуатацію гідротехнічних споруд і підвищує ризик вторинного забруднення водойм. У таких умовах розмінування має здійснюватися з урахуванням екологічних обмежень і мінімізації негативного впливу на водні екосистеми [35].

Отже, розмінування є фундаментальною передумовою відновлення земель, уражених бойовими діями, і ключовим етапом екологічної та аграрної реабілітації територій. Ефективність цього процесу безпосередньо залежить від забезпеченості кваліфікованими саперами, сучасною технікою та впровадження інноваційних технологій обстеження і очищення земель. У поєднанні з подальшими рекультиваційними заходами розмінування дозволяє не лише знизити рівень небезпеки, а й створює передумови для сталого відновлення сільського, лісового та водного господарства України.

4.2 Екологічне відновлення та рекультивація ґрунтів

Питання відновлення та рекультивації земель, порушених унаслідок воєнних конфліктів, набуває особливої ваги в сучасних умовах України, де значні площі територій зазнали істотної деградації в результаті бойових дій. Землі, які раніше характеризувалися високою сільськогосподарською цінністю та продуктивністю, нині потребують застосування системних і багаторівневих заходів відновлення. Такий підхід має поєднувати технічну рекультивацію порушених ділянок із екологічними методами стабілізації природних процесів. З огляду на масштабність та складність проблеми, першочерговим завданням є формування й реалізація ефективних стратегій, спрямованих на зменшення негативного впливу воєнних дій на довкілля та відновлення земельного потенціалу (табл.4.1).

Таблиця 4.1

Відновлення та рекультивація земель після воєнних дій[25]

Проблема	Опис	План дій для відновлення	Можливі труднощі	Рекомендації з першочерговості
Фізичний вплив на ґрунти	Зміна фізичних характеристик ґрунту внаслідок воєнних дій, порушення структури та розвиток ерозійних процесів	Проведення розмінування, глибоке розпушування, рекультиваційні заходи	Наявність металевих уламків і вибухових речовин, нерівність рельєфу	Починати з розмінування найбільш уражених територій
Поля під колесами танків	Ущільнення ґрунту внаслідок руху важкої військової техніки, що призводить до погіршення гідрофізичних	Вимірювання ступеня ущільнення, механічний обробіток ґрунту, глибоке розпушування	Значний рівень ущільнення, потреба у спеціалізованій важкій техніці	Зосередити увагу на регіонах із найвищим рівнем ущільнення

	х властивостей			
Вигорання полів	Втрата родючого шару внаслідок пожеж, спричинених обстрілами, знищення грунтової мікрофлори та порушення водного балансу	Агрохімічне обстеження ґрунтів, внесення органічних і мінеральних добрив, відновлюваль ний обробіток	Значні втрати родючості, високі фінансові витрати	Пріоритет надавати ділянкам із найбільшою деградацією ґрунтів
Хімічне забруднен ня	Забруднення ґрунтів важкими металами та іншими токсичними речовинами з довготривали ми екологічним и наслідками	Відбір зразків ґрунту, лабораторний аналіз, очищення, рекультивація або заліснення	Тривалий характер впливу, складність та вартість очищення	Зосередитись на територіях із критичним рівнем забруднення
Забруднен ня вибухови ми речовинам и	Потрапляння у ґрунт і навколишнє середовище вибухових сполук і важких металів унаслідок розривів боєприпасів	Розмінування, очищення ґрунтів від забруднювачі в, засипання та вирівнювання воронок	Велика кількість небезпечних речовин, ризик наявності нерозірвани х снарядів	Негайні роботи у густонаселених та сільськогосподарс ьких районах
Об'ємне вивертанн я ґрунту від вибухів снарядів		Очищення територій, засипання воронок,	Високий рівень небезпеки, значні матеріальні витрати	Розпочинати роботи з найбільш небезпечних ділянок

У таблиці систематизовано основні проблеми, що виникають у результаті воєнного впливу на земельні ресурси, зокрема механічне порушення ґрунтового покриву, ущільнення ґрунтів унаслідок пересування важкої техніки, вигорання сільськогосподарських угідь, хімічне забруднення та потрапляння у ґрунт вибухових речовин. Кожен із зазначених чинників потребує застосування спеціалізованих і диференційованих підходів до відновлення. Так, відновлення фізично пошкоджених ґрунтів передбачає першочергове розмінування територій і проведення глибокого агротехнічного обробітку, тоді як ліквідація хімічного забруднення вимагає лабораторних досліджень ґрунтів і впровадження заходів ремедіації.

Подана таблиця окреслює комплексний алгоритм відновлювальних дій для кожного типу порушень, що охоплює як інженерно-технічні заходи (розмінування, рекультивація, планування поверхні), так і агрохімічні обстеження з подальшим використанням екологічно безпечних технологій для відновлення родючості ґрунтів. Важливу роль відіграє визначення пріоритетності виконання цих заходів, що дає змогу зосередити ресурси на найбільш деградованих ділянках та підвищити ефективність відновлювальних робіт.

Окрему увагу приділено можливим ускладненням, які можуть виникати під час реалізації відновлювальних програм. До них належать як технічні чинники, зокрема наявність металевих уламків і залишків вибухонебезпечних предметів у ґрунті, так і соціально-економічні аспекти, пов'язані зі значними фінансовими витратами та потенційними ризиками для здоров'я населення. Усвідомлення таких обмежень дозволяє завчасно планувати заходи з мінімізації ризиків і підвищувати безпеку проведення робіт (табл. 4.1).

Відновлення та рекультивація земель, деградованих унаслідок воєнних дій, є одним із ключових викликів для України, оскільки масштабні пошкодження ґрунтового покриву безпосередньо загрожують продовольчій безпеці та сталому розвитку аграрного сектору. Для більш повної оцінки проблем відновлення земель було використано результати опитувань і

консультацій з фермерами, які здійснюють господарську діяльність на постраждалих територіях і мають практичний досвід роботи в умовах порушених ґрунтів.

Під час проведення інтерв'ю основна увага зосереджувалася на виявленні характерних форм деградації ґрунтового покриву, зокрема утворенні вирв унаслідок розривів боєприпасів, накопиченні важких металів і токсичних сполук, а також ущільненні ґрунтів, спричиненому переміщенням важкої військової техніки. Опитані фермери також відзначали суттєві втрати гумусового горизонту внаслідок пожеж, викликаних обстрілами, та наголошували на необхідності застосування комплексних підходів до відновлення таких земельних ділянок. Саме зазначені чинники були визначені як першочергові напрями для проведення рекультиваційних робіт [25].

На підставі узагальнення отриманих даних сформовано рейтинг основних проблем (рис.4.3), серед яких механічне порушення ґрунтів і хімічне забруднення посіли провідні позиції за рівнем небезпеки та масштабами впливу. Запропонований рейтинг відображає практичний досвід землекористувачів і може бути використаний як орієнтир для визначення пріоритетності заходів у процесі відновлення та рекультивації територій, що зазнали воєнного впливу.

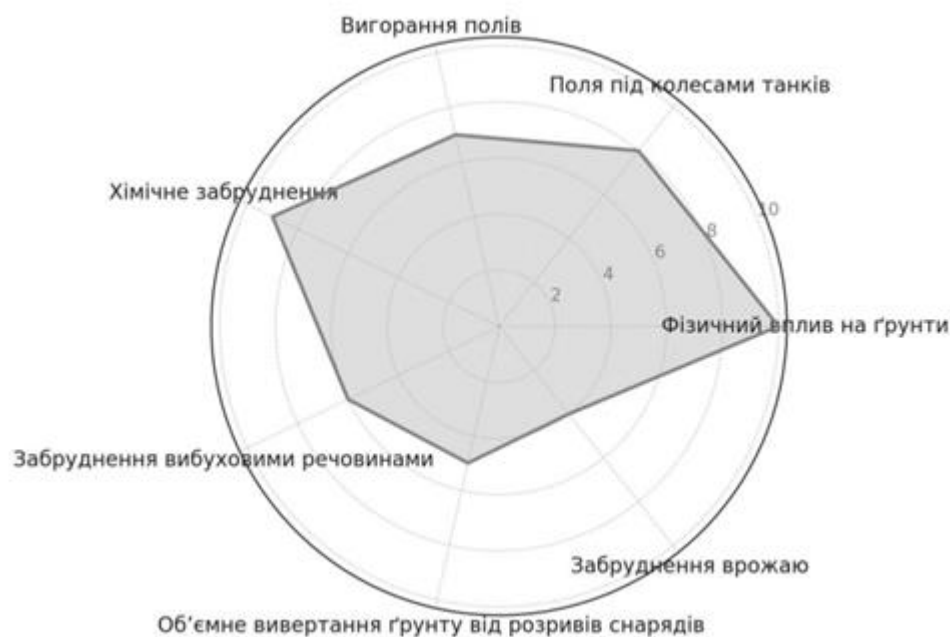


Рис.4.3. Рейтинг проблем для відновлення та рекультивації земель [25]

Результати дослідження стратегій відновлення земель після воєнних конфліктів свідчать, що ключовим етапом є всебічна оцінка масштабів завданих збитків земельним ресурсам. Установлено, що внаслідок бойових дій на значних площах України зазнали деградації високородючі ґрунти, зокрема чорноземи, які становлять основу аграрного потенціалу держави та відіграють визначальну роль у забезпеченні продовольчої безпеки.

У ході дослідження встановлено, що верхні горизонти ґрунтового покриву на постраждалих територіях зазнали значних порушень, зокрема механічних руйнувань, хімічного забруднення токсичними сполуками та фізичної деградації. Сукупність цих чинників суттєво ускладнює відновлення ґрунтів із використанням традиційних агротехнічних методів і потребує застосування спеціалізованих відновлювальних підходів.

Узагальнення міжнародного досвіду свідчить, що країни, які пережили воєнні конфлікти, досягали позитивних результатів завдяки впровадженню комплексних стратегій відновлення земель, що поєднують екологічні, соціальні та економічні складові. Найбільш ефективними практиками визнано використання методів біоремедіації для зменшення рівня забруднення ґрунтів, а також застосування фіторемедіаційних технологій і інших екологічно безпечних рішень, спрямованих на відновлення родючості ґрунтового покриву[25].

Важливим чинником успішної реалізації програм рекультивації є активне залучення місцевих громад. Дослідження показало, що участь мешканців постраждалих територій у відновлювальних проєктах сприяє підвищенню їхньої ефективності та довгострокової стійкості. Це зумовлено тим, що місцеве населення володіє унікальними знаннями щодо природних і господарських особливостей конкретних територій, що дозволяє адаптувати відновлювальні заходи до реальних умов.

Окрему увагу приділено аналізу фінансових та інституційних інструментів, необхідних для реалізації програм відновлення земельних ресурсів. Встановлено, що успішне впровадження таких програм можливе лише за умови комплексного фінансування, яке поєднує державні ресурси,

міжнародну фінансову допомогу та інвестиції приватного сектору. Зокрема, механізми публічно-приватного партнерства здатні суттєво прискорити відновлювальні процеси та забезпечити їхню фінансову стабільність.

Результати дослідження також вказують на необхідність модернізації нормативно-правової бази у сфері рекультивації земель. З'ясовано, що чинне законодавство не завжди відповідає сучасним викликам, пов'язаним із відновленням земель після воєнних дій. У зв'язку з цим актуальним є розроблення та впровадження нових законодавчих ініціатив, спрямованих на підвищення ефективності управління земельними ресурсами та забезпечення їх сталого використання.

Значну роль у процесі відновлення земель відіграє впровадження інноваційних технологій. Застосування сучасних методів моніторингу стану ґрунтів, зокрема дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем, дозволяє оперативно оцінювати масштаби пошкоджень, відстежувати динаміку відновлювальних процесів і підвищувати точність планування рекультиваційних заходів.

Проведений аналіз підтверджує доцільність інтеграції екологічних і економічних підходів у стратегії відновлення земель. Поєднання природоохоронних технологій із економічно обґрунтованими рішеннями створює передумови не лише для відновлення деградованих земель, а й для забезпечення сталого розвитку постконфліктних територій. Це, зокрема, передбачає впровадження сучасних агротехнологій, спрямованих на підвищення продуктивності ґрунтів за одночасного зменшення екологічного навантаження.

Загалом результати дослідження свідчать про необхідність застосування системного та багатовимірного підходу до відновлення і рекультивації земель, порушених унаслідок воєнних конфліктів. Успішне відновлення можливе лише за умови врахування екологічних, соціальних і економічних чинників, а також за активної взаємодії державних органів, місцевих громад, науковців і міжнародних партнерів. Реалізація таких підходів є ключовою передумовою відновлення аграрного потенціалу України на постраждалих територіях.

Отже, відновлення та рекультивація земель, уражених бойовими діями, є складним і багатокомпонентним процесом, що потребує системного та інтегрованого підходу. Воєнні дії призвели до істотної деградації ґрунтового покриву, зокрема механічних порушень, хімічного забруднення та зниження родючості, що суттєво обмежує можливості подальшого використання земель у сільськогосподарському виробництві. Аналіз міжнародних практик свідчить про доцільність упровадження комплексних стратегій відновлення, які поєднують екологічно безпечні технології, економічно обґрунтовані рішення та активне залучення місцевих громад. Водночас ефективність відновлювальних заходів значною мірою залежить від належного фінансового забезпечення, удосконалення нормативно-правової бази та застосування сучасних методів моніторингу стану земельних ресурсів. Застосування такого підходу створює передумови для відновлення аграрного потенціалу України та забезпечення сталого розвитку територій, що зазнали воєнного впливу.

4.3 Практичні напрями відновлення земель, порушених унаслідок бойових дій

Відновлення земель, уражених бойовими діями, є складним багатоступеневим процесом, який потребує поєднання технічних, екологічних та агровиробничих заходів. Масштаби деградації ґрунтів на постраждалих територіях України зумовлюють необхідність переходу від фрагментарних рішень до системного підходу, спрямованого на повернення земель до безпечного та продуктивного використання. На мою думку, практичні напрями відновлення таких земель мають базуватися на поетапності виконання робіт, урахуванні ступеня пошкодження ґрунтового покриву та реальних можливостях подальшого землекористування.

Одним із ключових практичних напрямів відновлення є проведення комплексного обстеження територій, що зазнали воєнного впливу. Такий етап має включати виявлення фізичних порушень ґрунту (вирви, ущільнення,

порушення профілю), оцінку рівня хімічного забруднення, а також визначення наявності вибухонебезпечних предметів. На основі результатів обстеження доцільно здійснювати класифікацію земель за ступенем ураження — від умовно придатних до використання до таких, що потребують тривалого відновлення або консервації.

Подібний підхід дозволяє раціонально розподіляти фінансові та матеріальні ресурси, а також визначати пріоритетність відновлювальних заходів. Зокрема, землі з мінімальним рівнем пошкодження можуть бути повернуті до сільськогосподарського використання після виконання базових агротехнічних робіт, тоді як сильно деградовані ділянки пот Одним із ключових практичних напрямів відновлення є проведення комплексного обстеження територій, що зазнали воєнного впливу. Такий етап має включати виявлення фізичних порушень ґрунту (вирви, ущільнення, порушення профілю), оцінку рівня хімічного забруднення, а також визначення наявності вибухонебезпечних предметів. На основі результатів обстеження доцільно здійснювати класифікацію земель за ступенем ураження — від умовно придатних до використання до таких, що потребують тривалого відновлення або консервації.

Подібний підхід дозволяє раціонально розподіляти фінансові та матеріальні ресурси, а також визначати пріоритетність відновлювальних заходів. Зокрема, землі з мінімальним рівнем пошкодження можуть бути повернуті до сільськогосподарського використання після виконання базових агротехнічних робіт, тоді як сильно деградовані ділянки потребують глибокої рекультивації або зміни цільового призначення.

На мою думку, жоден із заходів відновлення не може бути реалізований без повного та безпечного розмінування територій. Наявність мін і нерозірваних боєприпасів становить пряму загрозу життю населення та унеможливорює будь-яке господарське використання земель. Саме тому розмінування слід розглядати не лише як гуманітарний захід, а як базовий елемент відновлення земельних ресурсів.

Практично доцільним є поєднання ручного, механізованого та дистанційного розмінування із застосуванням сучасної спеціалізованої техніки. Використання машин механічного очищення ґрунту значно скорочує терміни робіт і знижує ризики для саперів, що особливо важливо для великих площ сільськогосподарських угідь. Після завершення розмінування необхідно здійснювати контрольне обстеження земель з метою підтвердження їх безпечності для подальшого використання.

Значна частина земель, уражених бойовими діями, зазнала серйозних фізичних порушень — ущільнення ґрунтів важкою технікою, руйнування орного шару, переміщення ґрунтових мас унаслідок вибухів. У зв'язку з цим важливим практичним напрямом є відновлення структури ґрунту та його водно-повітряного режиму.

Доцільними заходами є глибоке розпушування, планування поверхні, засипання вирв та вирівнювання рельєфу. У випадках значного порушення профілю ґрунту можливе формування нового орного шару з використанням завезеного ґрунту або органічних матеріалів. Такі заходи створюють передумови для подальшого відновлення родючості та зменшення ерозійних процесів.

Окремої уваги потребують землі, забруднені важкими металами, продуктами вибухів і залишками паливно-мастильних матеріалів. У таких випадках традиційні агротехнічні методи є недостатніми. На мою думку, практично доцільним є застосування методів біоремедіації та фіторемедіації, які дозволяють поступово знижувати концентрацію токсичних речовин у ґрунті без значного додаткового екологічного навантаження.

Відновлення родючості ґрунтів доцільно здійснювати шляхом внесення органічних добрив, сидератів, використання культур-фітомеліорантів, а також корекції агрохімічних показників ґрунту. Такий підхід не лише сприяє покращенню фізико-хімічних властивостей ґрунту, а й забезпечує екологічно безпечне повернення земель до сільськогосподарського обігу.

Вважаю за доцільне підкреслити, що не всі відновлені землі мають бути одразу залучені до інтенсивного сільськогосподарського використання. Для

окремих територій більш доцільним є тимчасове обмеження господарської діяльності або використання їх у якості кормових угідь, лісосмуг чи природоохоронних зон. Такий підхід зменшує ризики повторної деградації та сприяє стабілізації екосистем.

Диференційоване використання земель дозволяє поєднати економічні інтереси з екологічною доцільністю та створює умови для поступового відновлення природного потенціалу територій.

Важливим практичним напрямом відновлення земель є активне залучення місцевих громад і сільськогосподарських виробників до планування та реалізації відновлювальних заходів. Саме місцеві землекористувачі найкраще обізнані зі специфікою територій, характером ґрунтів і реальними потребами регіону. Їх участь дозволяє адаптувати відновлювальні стратегії до місцевих умов та підвищити ефективність реалізованих заходів.

Таким чином, практичні напрями відновлення земель, порушених унаслідок бойових дій, мають базуватися на комплексному та поетапному підході, який поєднує розмінування, відновлення фізичних і хімічних властивостей ґрунтів, екологічно безпечні технології та раціональне землекористування. Реалізація запропонованих напрямів створює передумови для повернення деградованих земель до безпечного та продуктивного використання і сприяє відновленню аграрного потенціалу постраждалих регіонів України.

Висновки до розділу 4

У четвертому розділі визначено основні напрями відновлення та рекультивації земель. Обґрунтовано, що першочерговим етапом є розмінування територій як передумова безпечного землекористування. Доведено ефективність комплексного підходу до рекультивації, який включає відновлення фізичних і хімічних властивостей ґрунтів, фітомеліорацію та екологічний моніторинг. Важливу роль відіграє залучення місцевих громад і впровадження раціонального землекористування. Реалізація цих заходів сприятиме відновленню продуктивності земель і екологічної рівноваги.

ВИСНОВКИ

У ході виконання даної роботи здійснено комплексний аналіз проблем використання та відновлення земель, уражених бойовими діями в Україні, що дозволило узагальнити теоретичні положення, оцінити масштаби деградаційних процесів та визначити пріоритетні напрями рекультивації постраждалих територій. Отримані результати свідчать, що воєнні дії є одним із найпотужніших антропогенних чинників негативного впливу на земельні ресурси, наслідки якого мають довготривалий і багатовимірний характер.

Встановлено, що бойові дії призводять до комплексної деградації ґрунтового покриву, яка охоплює фізичні, хімічні та біологічні зміни. Фізична деградація проявляється у руйнуванні структури ґрунтів, утворенні воронки та ущільненні орного шару внаслідок пересування важкої військової техніки, змішуванні генетичних горизонтів і порушенні рельєфу. Такі процеси значно знижують водопроникність ґрунтів та сприяють розвитку ерозії і ускладнюють подальше господарське використання земель.

У роботі виявлено, що одним із найнебезпечніших наслідків воєнних дій є хімічне забруднення ґрунтів. У зоні бойових дій у ґрунтовому середовищі накопичуються важкі метали (свинець, мідь, цинк, кадмій, нікель та ін.), нафтопродукти, продукти вибухових речовин і корозії боєприпасів. Ці забруднювачі характеризуються високою стійкістю та здатністю до тривалого збереження у ґрунтовому профілі, що формує довготривалі екологічні ризики. Виявлено, що рівень забруднення має значну просторову нерівномірність і безпосередньо залежить від інтенсивності та тривалості бойових дій, типів застосованого озброєння та попереднього техногенного фону територій.

У результаті дослідження встановлено, що біологічні наслідки бойових дій є не менш загрозливими, ніж фізичні та хімічні. Порушення ґрунтової біоти, зниження чисельності мікроорганізмів, грибів і ґрунтових безхребетних призводить до порушення кругообігу поживних речовин, зниження гумусоутворення та втрати здатності ґрунтів до самовідновлення. Зміни у структурі ґрунтових біоценозів негативно впливають на рослинний покрив,

зумовлюючи зменшення біорізноманіття, падіння врожайності сільськогосподарських культур і деградацію природних екосистем.

В роботі було проаналізовано масштаби ураження земель в Україні, які свідчать про надзвичайну складність і масштабність даної проблеми. Встановлено, що значні площі орних земель, лісових масивів і природних територій залишаються замінованими або потенційно небезпечними для використання. Визначено, що відсутність єдиної стандартизованої методики обліку та моніторингу уражених земель, обмежений доступ до територій активних бойових дій і динамічність воєнної ситуації зумовлюють значну варіативність оцінок площ деградованих земель, що ускладнює планування відновлювальних заходів.

У процесі дослідження визначено основні обмеження щодо використання земель, уражених бойовими діями. До них належать мінна небезпека, наявність нерозірваних боєприпасів, хімічне забруднення ґрунтів і вод, порушення фізичних властивостей ґрунту та деградація екосистем.

Розмінування є базовим і обов'язковим етапом відновлення земель, без якого неможливе проведення будь-яких подальших агротехнічних або рекультиваційних заходів. Лише після повного очищення територій від вибухонебезпечних предметів можливе детальне екологічне обстеження ґрунтів, відбір проб та визначення ступеня їх деградації.

У роботі доведено, що відновлення земель, уражених бойовими діями, повинно здійснюватися на основі комплексного підходу, який поєднує заходи з рекультивації та екологічної реабілітації. До ефективних напрямів відновлення мною віднесено механічне вирівнювання поверхні та відновлення рельєфу, поліпшення фізичних властивостей ґрунтів, застосування органічних і мінеральних меліорантів, фіторе mediaцію, а також відновлення рослинного покриву..

Підводячи підсумок щодо результатів дослідження, можна сміло вказати, що проблеми використання та відновлення земель, уражених бойовими діями, мають стратегічне значення для післявоєнного розвитку України. Їх вирішення

потребує поєднання науково обґрунтованих підходів, державної підтримки та практичних заходів, спрямованих на відновлення родючості ґрунтів, збереження екосистем і забезпечення екологічної безпеки. Отримані результати можуть бути використані при розробленні програм рекультивації, плануванні землекористування та подальших наукових дослідженнях у сфері охорони земельних ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1. Балюк С. А. Деградація ґрунтів України: сучасний стан та шляхи подолання. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 4. С. 5–15.
2. Балюк С. А. Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості / С. А. Балюк, В. В. Медведєв. Київ : Аграрна наука, 2016. 320 с.
3. Бончковський О. Забруднення ґрунтів важкими металами внаслідок ведення бойових дій : результати з тестової ділянки у Миколаївській області. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. Т. 4. № 111. С. 51-57
4. Воєнні дії завдають непоправної шкоди довкіллю: забруднення ґрунтів оцінюється в 1 трильйон гривень. *SuperAgronom*. URL: <https://superagronom.com/news/19749-voyenni-diyi-zavdayut-nepopravnoyi-shkodi-dovkilliyu-zabrudnennya-gruntiv-otsinyuyetsya-v-1-trilyon-griven> (дата звернення: 17.11.2025).
5. Волошин І. М., Мезенцева І. В. Вміст свинцю в ґрунтах і рослинах та його вплив на поширення нозокласів. *Вісник Львівського університету. Серія : географічна*. 2009. № 37. С. 120–128.
6. Вплив війни на фермерські господарства : результати опитування. *Українська рада бізнесу*. URL: <https://urb.org.ua/vpliv-vijni-na-fermerski-gospodarstva-rezultati-opituvannya> (дата звернення: 10.11.2025).
7. Ґрунтовий покрив України в умовах воєнних дій: стан, виклики, заходи з відновлення: монографія; за ред. С. А. Балюка, А. В. Кучера, М. І. Ромащенко. Київ : Аграрна наука, 2024. 340 с.
8. Данкевич В. Є. SWOT та PESTEL-аналіз сучасного стану земельних відносин в Україні. *Економіка АПК*. 2018. № 7. С. 93–101.
9. Данкевич В. Є. Консолідація сільськогосподарських земель як передумова розвитку аграрного сектора економіки. *Інноваційна економіка*. 2013. № 1. С. 49–52.

10. Данкевич В. Є., Данкевич Є. М., Бондарчук Н. В., Стрільчук В. А. Європейська зелена угода: дорожня карта збалансованого природокористування в умовах децентралізації. *Проблеми економіки*. 2021. № 1 (47). С. 185–191.
11. Данкевич Є. М., Данкевич В. Є. Екологічні особливості ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених радіонуклідами територіях з використанням японського досвіду. *Вісник ЖНАЕУ*. 2016. № 1 (55). Т. 3. С. 24–37.
12. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. Аналітичні матеріали.
13. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо особливостей регулювання земельних відносин в умовах воєнного стану» 2247-IX від 12 травня 2022 року URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2247-20#Text>. (дата звернення: 24.09.2025).
14. Земля у вогні. Як війна впливає на ґрунти. *Дзеркало тижня*. URL: <https://zn.ua/ukr/ECOLOGY/zemlja-u-vohni-jak-vijna-vplivaje-na-grunti.html> (дата звернення: 25.10.2025).
15. Зось-Кіор М. В. Удосконалення системи управління земельними ресурсами аграрних підприємств в умовах глобалізації : монографія. Полтава : ПолтНТУ, 2015. 333 с.
16. Кодекс України про надра. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-%D0%B2%D1%80#Text>. (дата звернення: 15.09.2025).
17. Ковальчук І. П. Деградація земель та ґрунтів: причини, наслідки, шляхи подолання. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2017. 256 с.
18. Кривцун В. І., Ляшенко В. А., Кузнецов В. О. Аналіз факторів, які впливають на процес розмінування забрудненої території вибухонебезпечними предметами. *Збірник наукових праць ДНДІ ВС ОВТ*. 2022. Випуск 4 (14). С. 69–77.

19. Кузик А. Д. Еколого-лісівничі основи пожежної безпеки лісів Малого Полісся. Львів : СПОЛОМ, 2019. 493 с.
20. Кузик А. Д. Значення узлісся у пожежній безпеці лісів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. Випуск. 21.7. С. 67–74.
21. Кулинич П. Ф. Земельне законодавство України періоду земельної реформи: основні тенденції розвитку. *Право України*. 2020. № 5. С. 63–75.
22. Лісоуправління на територіях, забруднених вибухонебезпечними предметами / С. В. Зібцев та ін. WWF-Україна, 2022. 148 с.
23. Міни, окопи та «зуби дракона». Як РФ окопалася у три лінії оборони, але Україну не зупинити. *РБК-Україна*. URL: <https://www.rbc.ua/rus/news/mini-okopi-ta-zubi-drakona-k-rf-okopalasya-1692968999.html> (дата звернення: 25.11.2025).
24. Національне багатство України – чорноземи – під загрозою знищення. *Голос України*. URL: <http://www.golos.com.ua/article/366511> (дата звернення: 02.10.2025).
25. Наумчук В. В. Стратегії відновлення та рекультивації земель після воєнних конфліктів. *Актуальні проблеми економіки*. 2024. № 7 (277). С. 239–248.
26. Пантелєєва Н., Сивий М., Ганчук О. Екологічна шкода та екологічні злочини проти довкілля, спричинені пошкодженням промислових об'єктів під час війни в Україні. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : географія*. 2023. № 1 (випуск 54). С. 217–225.
27. Постанова Кабінету міністрів України «Про затвердження Порядку визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії Російської Федерації» № 326 від 20 березня 2022 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/326-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 28.10.2025).
28. Рудакевич І. Географічні аспекти забруднення території України вибухонебезпечними предметами. *Наукові записки Тернопільського*

- національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія. 2023. Т. 55. № 2. С. 81–88.
29. Семінар «Збитки землевласників та землекористувачів внаслідок збройної агресії». URL: <https://www.youtube.com/watch?v=sunz1TNzl8o&t=459s> (дата звернення: 13.10.2025).
30. Скільки території України потребує розмінування – оцінка Асоціації саперів Слово і діло. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2022/03/22/novyna/bezpeka/skilky-terytoriyi-ukrayiny-potrebuye-rozminuvannya-oczinka-asocziacziyi-saperiv> (дата звернення 17.10.2025).
31. Скуратівська Я. Війна калічить наші землі... Як зберегти свій ґрунт і свою науку. *Укрінформ*. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/4067573-vijna-kalicit-nasi-zemli-ak-zberegti-svij-grunt-i-svou-nauku.html> (дата звернення 01.11.2026)
32. Тараріко О. Г., Ільєнко Т. В. Екологічні наслідки воєнних дій для земельних ресурсів України. *Екологія та природокористування*. 2023. № 1. С. 25–34.
33. Титаренко Т. Г. Функціональна характеристика діяльності суб'єктів державного управління земельними відносинами. *Проблеми і перспективи економіки та управління*. 2015. № 1. С. 222–234.
34. Третяк А., Третяк В., Прядка Т., Третяк Р., Капінос Н. Методологія державного управління земельними ресурсами та землекористуванням. *Агросвіт*. 2021. № 20. С. 14–21.
35. Україна не тільки розмінує землі, а й заробить на цьому. Як працюватиме новий ринок? *Економічна правда*. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2023/10/9/705226/> (дата звернення: 23.09.2025).
36. Чайка Т. О., Короткова І. В. Відновлення родючості ґрунту в Україні після воєнних дій. Захист і відновлення екологічної рівноваги та забезпечення

- самовідновлення екосистем : колективна монографія / за заг. ред. Т. О. Чайки. Полтава : Видавництво ПП «Астроя», 2023. С. 232–281.
37. Частину забруднених земель після війни доведеться законсервувати. *UkrAgroConsult*. URL: <https://agroportal.ua/news/ukraina/chastinu-zabrudnenih-zemel-pislya-viynidovedetsya-zakonservuvati> (дата звернення: 01.11.2025).
38. Чорний С. Г. Деградація лісосмуг і вітроерозійна небезпека території. В кн: «Концептуальні підходи до відновлення ґрунтів, що постраждали від збройної агресії: монографія». За редакцією: Балюка С. А., Кучера А. В., Пліско І. В. Київ : Аграрна наука, 2024. С. 54–63. URL: <https://doi.org/10.31073/978-966-540-604-4>
39. Nimko O., Ohorodnyk V., Dankevych V. Doronina I. E-governance and Corruption Perception : Global Insights and Ukraine's Context During War and Displacement. *Pakistan Journal of Criminology*. Vol. 16, No. 03, July-September 2024, p. 223-244.
40. Effects of warfare on the soil environment. *Soil Science*. 2014. Vol. 179, No. 1. P. 1–10.
41. Skydan, O., Dankevych, V., Garrett, R.D., Nimko, O. The state of the agricultural sector in Ukraine during wartime: The case of farmers. *Scientific Horizons*, 2023. № 26 (6). p. 134–145.

ДОДАТКИ

Додаток А

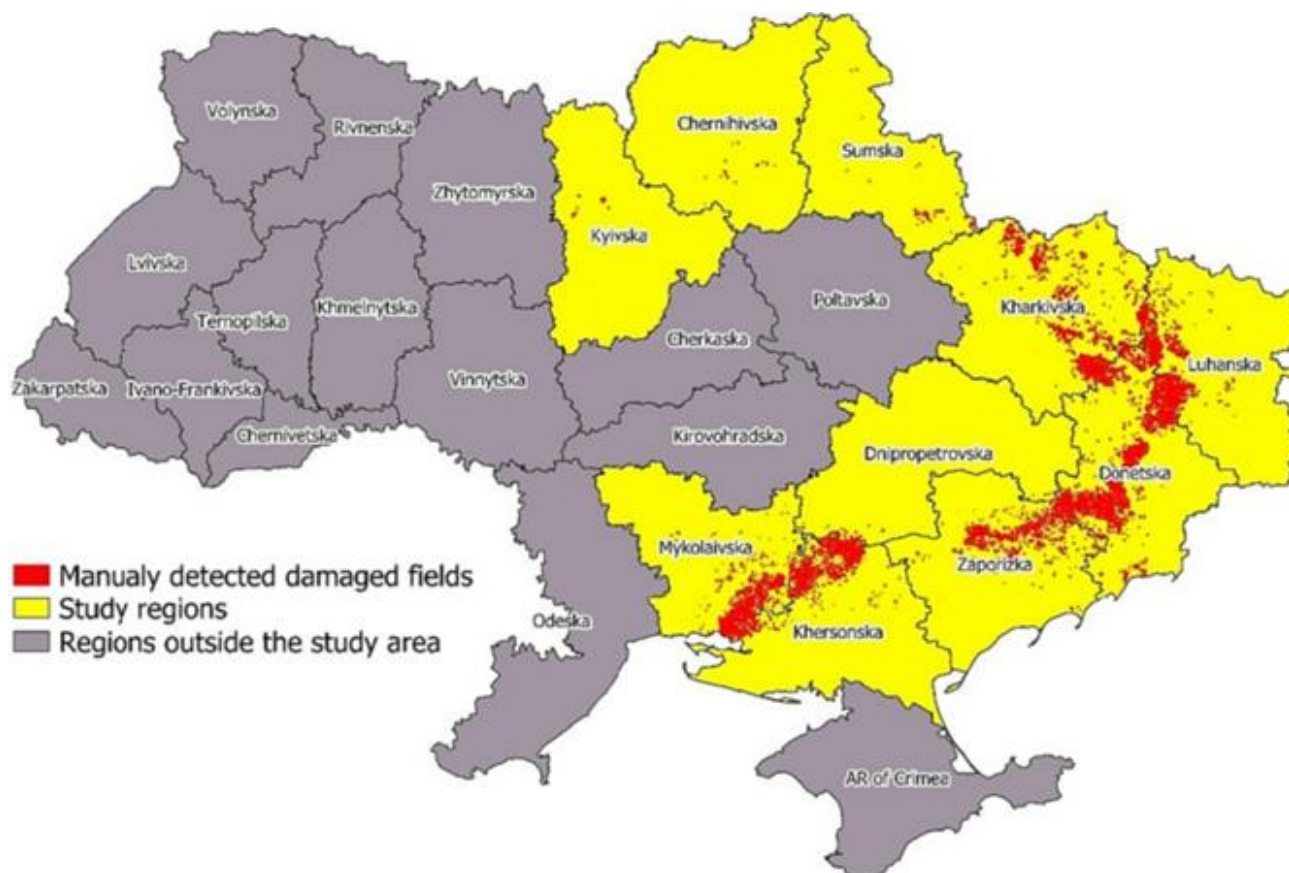


Рис. А.1. Наслідки підриву Каховської ГЕС, 2023 рік



Рис. А.2. Підрив Каховської ГЕС, 2023 рік

Додаток Б



Тис. Б. 1. Карта територій України, уражених бойовими діями

Додаток В



Рис. В.1. Приклад фізичної деградації ґрунтів



Рис. В.2. Пошкоджений ліс у Донецькій області після обстрілів і пожеж, спричинених бойовими діями

Додаток Г



**Рис. Г.1. Водний об'єкт, що зазнав змін унаслідок збройної агресії
російської федерації**