

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ

Кафедра екології
допускається до захисту
«__»_____ 2024 р.
Зав. кафедри _____
(підпис)

к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ
наук. ступ., вч. зв. (ініціали та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Магістр

(рівень вищої освіти)

на тему: «Екологічна оцінка впливу воєнних дій на ґрунти України та основні заходи з їх реабілітації»

Виконав студент групи Еко-61
спеціальності 101 «Екологія»
Кушнір Олег Ігорович

Керівник Андрій ДИДІВ
Консультант Юрій КОВАЛЬЧУК

Дубляни 2024

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет агротехнологій та екології

Кафедра екології
Рівень вищої освіти «Магістр»
Галузь знань 10 «Природничі науки»
Спеціальність 101 «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри _____
(підпис)

к. б. н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ
наук. ступ., вч.зв. (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Кушніру Олегу Ігоровичу

1. Тема роботи: «Екологічна оцінка впливу воєнних дій на ґрунти України та основні заходи з їх реабілітації»

Керівник кваліфікаційної роботи: Дидів Андрій Ігорович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Затверджена наказом по університету від 21.11.2023р. № 632/к-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 02 грудня 2024 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

Теоретичні відомості, літературні джерела, аналіз першоджерел та законодавчих документів, звіти державних установ України, методика для оцінювань пошкоджень земель внаслідок воєнних дій, інтерактивні карти воєнних дій, супутникові фотознімки пошкоджених земель, аналітичні матеріали та звіти.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)

Вступ

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальна характеристика ґрунтового покриву України та структури земельного фонду

1.2. Екологічні наслідки для ґрунтів України через воєнні дії

1.3. Технології реабілітації забруднених та порушених ґрунтів внаслідок воєнних дій

2. ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Загальна характеристика об'єкту та предмету досліджень

2.2. Методичні підходи до оцінки еколого-економічних збитків земельних ресурсів, спричинених воєнними діями

2.3. Методика визначення шкоди завданих ґрунтовому покриву внаслідок воєнних дій методом дистанційного зондування Землі

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Руйнівний вплив бойових дій на ґрунти України: фізичні, хімічні та біологічні трансформації

3.2. Екологічна оцінка пошкодженого ґрунтового покриву спричиненого воєнними діями на прикладі Харківської області

3.3. Заходи з рекультивації та відновлення земель сільськогосподарського призначення пошкоджених воєнними діями

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Безпека праці під час воєнного стану

4.2. Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій

Зробити висновки за результатами проведених досліджень

Сформуувати список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості) схеми, рисунки, світлини 25 рисунків

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3	Дидів А. І., доцент кафедри екології			
4	Ковальчук Ю. О., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання 14 жовтня 2023 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1	Написання вступу та розділу «Огляд літератури»	14.10.23-01.01.24	
2	Написання розділу «Об'єкт, умови та методи дослідження»	02.01.24-31.05.24	
3	Написання розділу «Результати досліджень»	01.06.24-30.09.24	
4	Написання розділу «Охорона праці та захист населення в надзвичайних ситуаціях», формулювання висновків укладання списку літератури	01.10.24-02.12.24	

Студент Олег КУШНІР
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи Андрій ДИДІВ
(підпис)

УДК 631.417:504.422:631.45

Екологічна оцінка впливу воєнних дій на ґрунти України та основні заходи з їх реабілітації. Кушнір О. І. – Кваліфікаційна робота. Кафедра екології. – Дубляни, Львівський НУЦ, 2024.

79 с. текст. част., 14 табл., 25 рис., 54 джерел.

Висвітлено вплив воєнної агресії росії проти України стан ґрунтового покриву в зоні бойових дій. Визначено загальні втрати земельних ресурсів України внаслідок війни, зокрема ґрунтового покриву Харківської області. Охарактеризовано фізичні, хімічні та біологічні зміни в ґрунтах у фронтовій зоні. Наведено технології реабілітації забруднених та порушених ґрунтів внаслідок воєнних дій.

Означено методичні підходи до визначення еколого-економічних втрат ґрунтового покриву, які були завдані воєнними діями. Використано методiku визначення шкоди завданих ґрунтовому покриву методом дистанційного зондування Землі.

Проаналізовано наслідки та екологічні загрози для ґрунтів України внаслідок воєнних дій. Надано екологічну оцінку пошкодженого ґрунтового покриву на прикладі Харківської області спричиненого воєнними діями. Розглянуто вплив воєнних дій на стан ґрунтового покриву та зміни, які в ньому відбуваються. Запропоновано комплекс заходів направлених на реабілітацію та відновлення земель сільськогосподарського призначення. Розроблено питання охорони праці та захисту населення в умовах надзвичайних ситуацій.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
Розділ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1. Загальна характеристика ґрунтового покриву України та структури земельного фонду.....	8
1.2. Екологічні наслідки для ґрунтів України через воєнні дії	13
1.3. Технології реабілітації забруднених та порушених ґрунтів внаслідок воєнних дій.....	19
Розділ 2. ОБ’ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
2.1. Загальна характеристика об’єкту та предмету досліджень.....	23
2.2. Методичні підходи до оцінки еколого-економічних збитків земельних ресурсів, спричинених воєнними діями	25
2.3. Методика визначення шкоди завданих ґрунтовому покриву внаслідок воєнних дій методом дистанційного зондування Землі.....	30
Розділ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	33
3.1. Руйнівний вплив бойових дій на ґрунти України: фізичні, хімічні та біологічні трансформації.....	33
3.2. Екологічна оцінка пошкодженого ґрунтового покриву спричиненого воєнними діями на прикладі Харківської області.....	47
3.3. Заходи з рекультивації та відновлення земель сільськогосподарського призначення пошкоджених воєнними діями.....	57
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	65
4.1. Безпека праці під час воєнного стану.....	65
4.2. Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій.....	67
Висновки.....	69
Список використаних джерел.....	71
Додатки.....	76

ВСТУП

Актуальність проблеми. Російська агресія завдала нищівного удару по природному середовищу України. Знищені ліси, забруднені водойми, отруєні ґрунти – це лише частина наслідків екоциду, вчиненого окупантами. Особливо постраждали території вздовж лінії фронту, де екосистеми зазнали найбільших руйнувань. З поміж них значні руйнації війни зазнала Харківська область.

Через мінування, забруднення вибухонебезпечними предметами та активні бойові дії понад 5 мільйонів гектарів українських сільськогосподарських земель стали непридатними для використання. Міни та невибухлі боєприпаси перетворили близько 30% українських земель на смертельні пастки, паралізувавши сільськогосподарське виробництво. Замінування понад третини території створило критичну перешкоду для проведення посівних робіт. За даними Мінагрополітики та продовольства України у 2024 році засіяли аграрії засіяли майже 6 млн га озимих культур: озимої пшениці – 4,32 млн га; озимого ячменю – 543,6 тис. га; озимого жита – 67,9 тис. га; озимого ріпаку – 1,07 млн га.

Вибухові вирви, руїни міст і сіл, випалені ліси, переміщені масиви ґрунту для облаштування окопів і фортифікацій, а також сліди важкої техніки формують моторошні, воєнні белігеративні ландшафти (від лат. *belliger* — «вести війну»). За таких обставин необхідно проводити заходи з відновлення пошкоджених ґрунтів на відвойованих територіях. Першочерговим завданням є розмінування цих земель для забезпечення безпечних умов роботи, а після цього — прийняття науково обґрунтованих рішень щодо реабілітації або консервації ґрунтів, залежно від рівня їх реального пошкодження. Це допоможе запобігти деградаційним процесам у майбутньому (таким як підтоплення, зсуви, підкислення, засолення, ерозія, опустелювання) та зменшити ризик хімічного забруднення, що може виникнути через втрату біогенності та родючості ґрунтів.

Метою магістерської роботи було провести екологічну оцінку втрат земельних ресурсів України через військову агресію росії на прикладі Харківської області та розробити підходи і заходи для відновлення та реабілітації пошкоджених

ґрунтів. Для досягнення вказаної мети були поставлені такі **завдання**:

1. проаналізувати сучасний стан ґрунтового покриву України у фронтівній зоні;
2. провести екологічну оцінку впливу воєнних дій на фізичний, хімічний та біологічний стан ґрунтів;
3. розробити методичні підходи для оцінки екологічних втрат ґрунтового покриву, спричинених воєнними діями;
4. провести екологічну оцінку та масштаби впливу воєнних дій на стан ґрунтів Харківської області;
5. запропонувати заходи для рекультивації та відновлення сільськогосподарських земель, пошкоджених внаслідок бойових дій.

Об'єктом дослідження є процеси відновлення та реабілітації порушеного внаслідок воєнних дій ґрунтового покриву України на прикладі Харківської області.

Предметом дослідження є комплекс чинників, що обумовлюють екологічний стан українських ландшафтів, пошкоджених внаслідок воєнних дій, і науково обґрунтовані заходи з їхньої реабілітації та відновлення.

Методи дослідження. Дослідження проводилося за допомогою комплексу теоретичних методів (аналіз, синтез, класифікація) та практичних інструментів (ДЗЗ за допомогою платформ Махар та Planet Labs), що дозволило провести всебічний аналіз наукової літератури, статистичних даних та результатів дистанційного зондування Землі для досягнення поставлених цілей.

Інформаційну базу дослідження складають монографії та науково-аналітичні статті вітчизняних та зарубіжних авторів; звітні та статистичні дані, надані у вільний доступ Державною установою «Інститут охорони ґрунтів України», Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України.

Апробація результатів досліджень. Результати досліджень апробовані в щорічному міжнародному студентському науковому форумі "Студентська молодь і науковий прогрес в АПК" (2-4 жовтня 2024 р.).(дод. А.)

Структура роботи. Логіка дослідження зумовила структуру магістерської роботи: вступ, 4 розділи, висновки, список використаних джерел із 54 найменувань. Загальний обсяг роботи складає 79 сторінок.

Розділ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальна характеристика ґрунтового покриву України та структура земельного фонду

Ґрунтові ресурси є фундаментом для розвитку аграрної економіки країни та підтримання екологічного балансу, необхідного для комфортного життя людини. Рациональне використання і захист ґрунтів відіграють ключову роль у забезпеченні національної безпеки. Україна вирізняється високою якістю ґрунтів, а «український чорнозем» давно став символом нашої країни на світовій арені. Проте третина орних земель України піддається ерозії, близько 40% страждають від переущільнення, а 20% мають незбалансований рівень кислотності. На майже 70% ріллі спостерігається нестача доступної вологи для рослин, а баланс поживних елементів залишається незадовільним. Крім того значних руйнувань зазнали українські ґрунти через російську агресію [1, 19, 41].

Ґрунтовий покрив представляє собою просторову сукупність різновидів ґрунтів із визначеною структурою та контурами, які відображаються на ґрунтовій карті (рис. 1.1). Лєвова частина українських ґрунтів за площею генетично сформована на лесових четвертинних відкладах .

Чорноземи формувалися протягом багатьох тисячоліть на лесових породах за впливу сприятливого клімату під трав'янистою рослинністю, що росте на цілих землях. Вони відрізняються від інших типів ґрунтів великим запасом гумусу, який забезпечує високий рівень потенційної родючості, сприятливі для росту і розвитку рослин повітряний і водний режим, відмінну структуру ґрунту, оптимальний кислотно-лужний баланс, наявність багатї мікрофлори ґрунту [20].

Отже, ґрунтовий покрив України представлений переважно чорноземами. Сама площа чорноземів держави перевищує 24 млн га. Українські чорноземи в структурі європейських становлять близько 30%, а світових приблизно 9% [1, 19].

Якщо рахувати площу інших так званих темно-забарвлених ґрунтів, то показник перевищить 30 млн га. Крім генетично зумовленої високою родючості, чорноземні ґрунти України депонують сьогодні 100-300 т/га органічного

вуглецю. Пошкодження ґрунтів під час бойових дій зменшує їхню здатність до секвестрації вуглецю [34, 37].

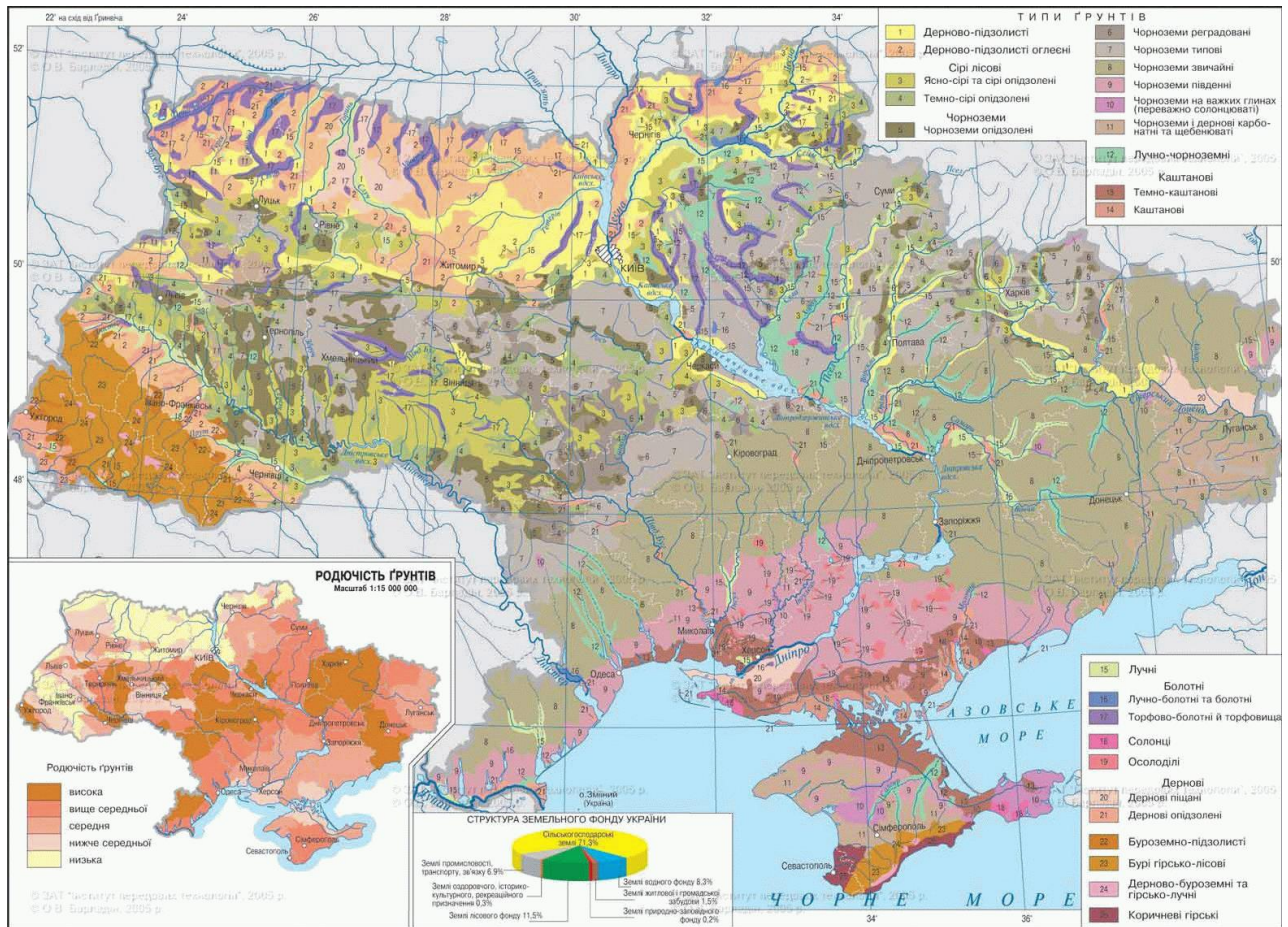


Рис. 1.1. Карта ґрунтів України

Ґрунтоутворення в Україні має чітко виражений зональний характер, причому зміна ґрунтово-кліматичних умов відбувається на порівняно невеликій відстані. Просторова неоднорідність ґрунтового покриву при відносно гомогенних материнських породах була, є і буде джерелом натхнення для дослідників фундаментальних проблем генезису та родючості ґрунтів [14].

Степові ґрунти України, які сьогодні піддаються значним руйнаціям внаслідок воєнних дій, найменш континентальні серед просторів Євразії, тому мають специфічні риси унікально важливі для наукових досліджень. Через м'якшу зиму ґрунти більш біогенні й відповідно чутливі до трансформації органічної речовини, особливо в умовах кліматичних змін. Наявність розгалуженої мережі заповідників із цілиними ґрунтами сприяє науковим

пошукам у цьому важливому напрямі [1, 20].

Наслідком відносно слабкого ступеня континентальності є міграційно-пульсаційним режим карбонатів кальцію в чорноземах та опідзолених ґрунтах, що зумовлює їх буферність до підкислення та зменшує надходження політантів до рослин [12, 16, 23].

Переважно важкі гранулометричний склад чорноземних ґрунтів зумовлює підвищену вологоємність і забезпеченість поживними речовинами, що визначає відносно високу природну родючість ґрунтів без внесення добрив, що актуально період воєнного стану. За таких умов щорічно валовий збір зернових культур становить понад 50 млн т, що важливо для продовольчої безпеки України та світу. Сьогодні Україна є основним експортером зерна в Африки [9, 20].

Характеризуючи ґрунтовий покрив України, можна виділити такі його особливості:

- *Різноманітність*: налічується 40 типів ґрунтів та понад 800 їхніх видів, зокрема значна неоднорідність у межах невеликих ареалів (полів).
- *Унікальність*: понад 60% території складають чорноземи з високою потенційною родючістю, що становить 8–9% світових площ цього типу ґрунтів.
- *Проблеми продуктивності*: значні площі (до 15 млн га) зайняті малопродуктивними та деградованими ґрунтами.
- *Інформаційні прогалини*: недостатньо даних про стан ґрунтів і їхні характеристики.
- *Цінні ґрунти*: близько 4 млн га особливо цінних земель, які потребують захисту та особливого підходу до їхнього використання. Зокрема, рекомендується заборона агротехнологій, що сприяють деградації ґрунтів, а також створення Червоної книги ґрунтів, введення паспортів для цих земель та розробка спеціального режиму їх експлуатації. На жаль, ці заходи досі не впроваджені як державний пріоритет [1, 18, 40].

Україна володіє значними земельними ресурсами. Загальна площа земельного фонду країни становить 60,3 млн га, з яких майже 72% припадає на сільськогосподарські угіддя, понад 17% займають лісові території. Близько 7 млн га, або 11,5%, відведено під міста та інші населені пункти (рис. 1.2.). Також наша

держава належить до числа країн із високою концентрацією земель сільськогосподарського призначення. Вона входить до п'ятірки країн, де на кожні 100 осіб припадає понад 50 гектарів ріллі. Розораність території України становить близько 53,2 %, що за масштабами рівноцінна Індії та Данії [16].

Земельні ресурси є одним із найцінніших багатств, які належать українському народу. Україна володіє близько чверті світових запасів чорноземів, а за оцінками експертів, площа родючих земель становить понад 40 млн га. Навіть за мінімальною оцінкою, їх вартість сягає 400 мільярдів доларів США (за розрахунком 10 тисяч доларів за гектар) [2, 14, 36].

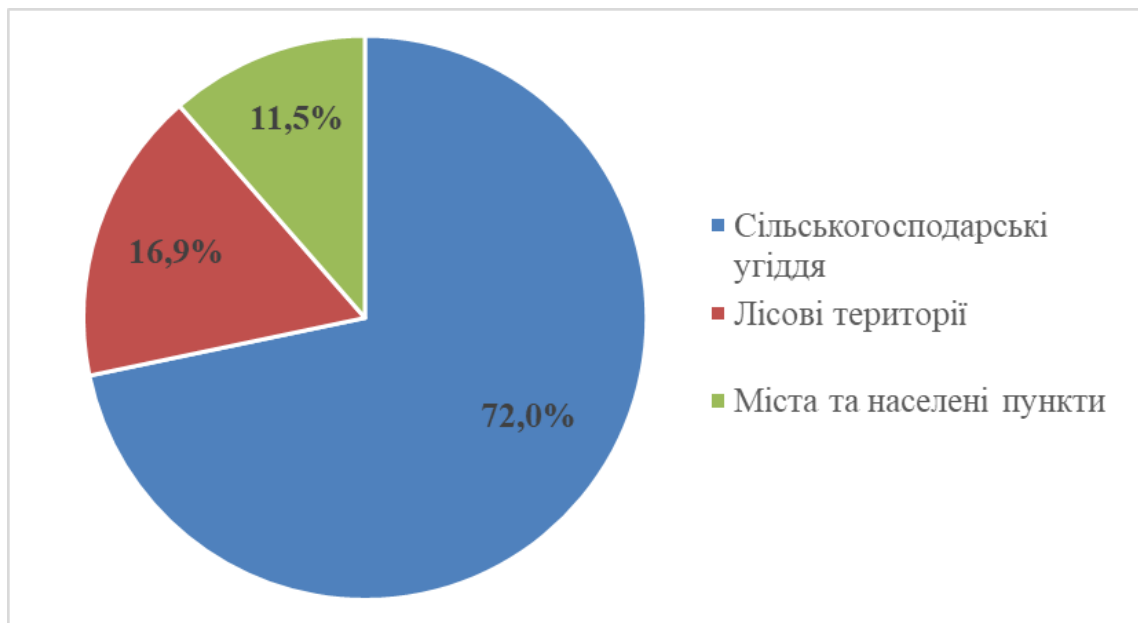


Рис. 1.2. Структура земельного фонду України

Однак ще більший потенціал зберігається у надрах нашої країни — поклади газу, нафти, рідкісноземельних і кольорових металів, алмазів та інших ресурсів оцінюються у 200 трильйонів доларів США. Це стратегічне багатство робить Україну привабливою для загарбників, але водночас є потужним стимулом для нас захищати свою землю та зберігати її для майбутніх поколінь.

Майбутнє суспільства тісно пов'язане з раціональним використанням та захистом земельних ресурсів. Україна володіє земельним фондом, що охоплює близько 6% території Європи. Відмінною особливістю на європейському рівні є висока природна якість її сільськогосподарських угідь, значна частка ріллі та

домінування чорноземів у структурі українських земель [50].

Основною проблемою ґрунтових ресурсів України, як і інших країн з недостатньо розвиненою системою їх захисту, є деградація ґрунтів, яка становить серйозну загрозу національній безпеці. Найпоширеніші процеси деградації включають:

- втрати гумусу з інтенсивністю 0,42–0,51 т/га щорічно та виснаження елементів живлення, особливо фосфору й калію;
- ерозію, що призводить до знищення верхнього родючого шару;
- переущільнення, руйнування структури, утворення грудок і ґрунтової кірки;
- підкислення ґрунтів, особливо в Поліському та Карпатському регіонах;
- вторинне засолення та осолонцювання зрошуваних земель;
- деградацію торфовищ;
- забруднення радіонуклідами (11,1 % площі ріллі), пестицидами (9,3 %) та важкими металами (8 %).
- велика розораність території та відсутність технологій захисту ґрунтів.

Багато земель України перебувають під загрозою деградації, і в разі відсутності контролю цей процес може призвести до збільшення площ земель, що потребують консервації. Згодом такі ґрунти потрібно реабілітувати [13, 45].

Проблема подолання деградації ґрунтів та забезпечення нейтрального рівня цього процесу набуває критичної актуальності у контексті повномасштабної збройної агресії росії. Ситуація в Україні привернула увагу світової спільноти, що зумовлює необхідність наукового аналізу стану ґрунтового покриву, який зазнав значної руйнації, фізичної, механічної та біологічної деградації, а також забруднення та засмічення внаслідок воєнних дій.

Перед науковою спільнотою постає завдання оцінити наслідки бойових дій на сільськогосподарських землях, визначити шкоду та збитки, завдані земельному фонду та ґрунтовим ресурсам, а також розробити ефективні шляхи їхньої реабілітації. Це підкреслює актуальність та необхідність комплексного вивчення впливу збройної агресії на ґрунтовий покрив України з метою подальшого відновлення та збереження його продуктивності [17, 42].

1.2. Екологічні наслідки для ґрунтів України через воєнні дії

Військові дії на території України спричинили масштабний вплив на навколишнє середовище, що виявляється у забрудненні основних компонентів екосистем, зокрема атмосферного повітря, водних ресурсів і ґрунтів, а також у руйнуванні природних ландшафтів. Наслідки таких деструктивних процесів включають значне порушення екологічної стійкості регіонів, дисбаланс природних екосистем і суттєву втрату біологічного різноманіття, що ставить під загрозу функціонування природних біоценозів та екосистемних послуг. Через повномасштабну агресію росії ґрунтові ресурси України зазнали істотної руйнації, погіршення якості, посилення процесів деградації [2, 9, 34].

У березні 2023 року фахівці ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» [49] підготували оновлену картосхему, що відображає наслідки воєнних дій для ґрунтового покриву України (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Вплив воєнних дій на ґрунтовий покрив України (станом на березень 2023 р.)

За попередніми оцінками, у різний час бойові дії охопили близько 15 мільйонів гектарів земель, переважно сільськогосподарських. Загальна площа сільськогосподарських угідь, що знаходяться на тимчасово окупованих, деокупованих або небезпечних територіях, становить приблизно 20% від загальної площі України [46].

Воєнні дії негативно вплинули на широкий спектр ґрунтів — від підзолистих і дерново-підзолистих ґрунтів Полісся до темно-каштанових і каштанових солонцюватих ґрунтів Сухого Степу (рис. 1.3). Найбільші площі пошкоджених земель припадають на чорноземи: звичайні (5,0 млн га), південні (2,1 млн га), типові та опідзолені (1,9 млн га), а також лучні та лучно-чорноземні (0,2 млн га). На цих фронтових територіях ґрунти зазнали різного ступеня деградації — механічної, фізичної, фізико-хімічної, хімічної та біологічної, а в окремих випадках їхній покрив був повністю зруйнований.

У регіональному розрізі найбільше деградованих ґрунтів через бойові дії зосереджено в Донецькій, Харківській, Луганській, Запорізькій та Херсонській областях (рис. 1.4).

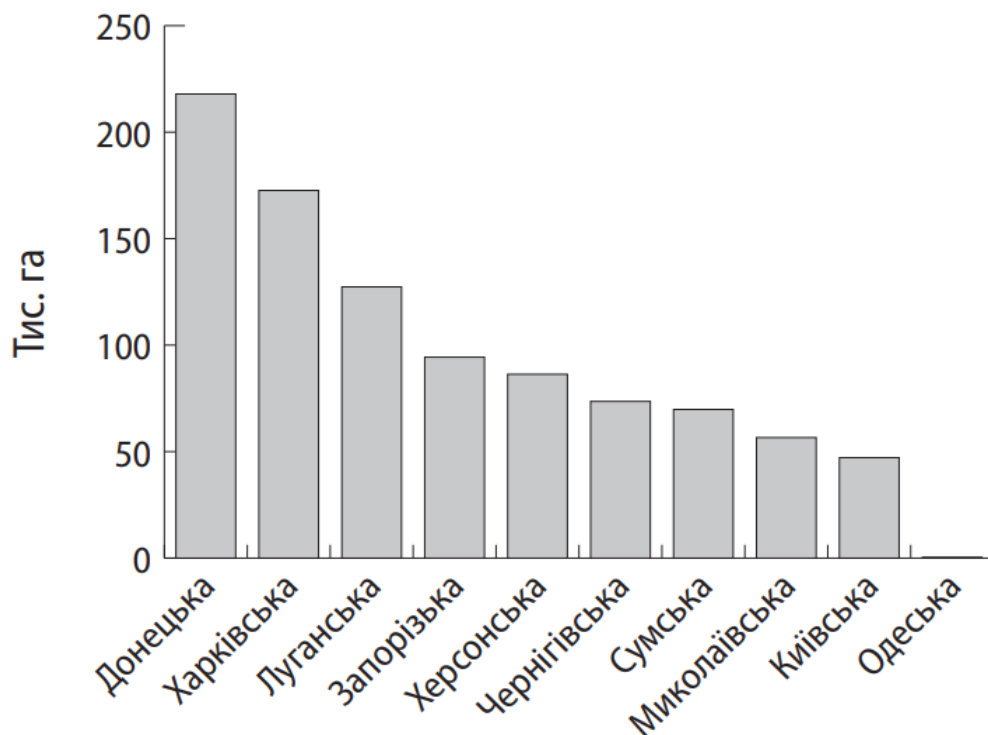


Рис. 1.4. Приблизна площа деградованих ґрунтів України по областях через воєнні дії, тис. га (станом на березень 2023 р.)

Найсуттєвішого впливу війн зазнали степові зональні ґрунти на півдні України та її східних частин, зокрема звичайні та південні чорноземи, а також темно-каштанові ґрунти. Степ зазнав найбільших втрат. Такі ґрунти характеризуються важким гранулометричним складом, що забезпечує високу вологоємність і наявність поживних речовин, але водночас обмежену глибину гумусового родючого горизонту. Це робить їх більш вразливими до механічної деградації, зокрема руху важкої військової техніки. Суттєвих змін зазнали також інші типи ґрунтів, зокрема дерново-підзолисті, дернові опідзолені, ясно-сірі та сірі лісові, поширені в північних і північно-східних регіонах України [38, 44].

Війна набула повномасштабного вторгнення з чітко визначеними територіями бойових дій (рис. 1.5). Особливо актуальною є проблема деградації верхнього родючого шару ґрунту, який формувався протягом тисячоліть. Українські ґрунти, відомі своєю високою родючістю, зазнають значного руйнування внаслідок впливу вибухів ракет, артилерійських снарядів різного типу та калібру, авіаційних фугасних бомб, БПЛА типу Шахедів, реактивних систем залпового вогню (РСЗО), так званих «вакуумних» бомб тощо.

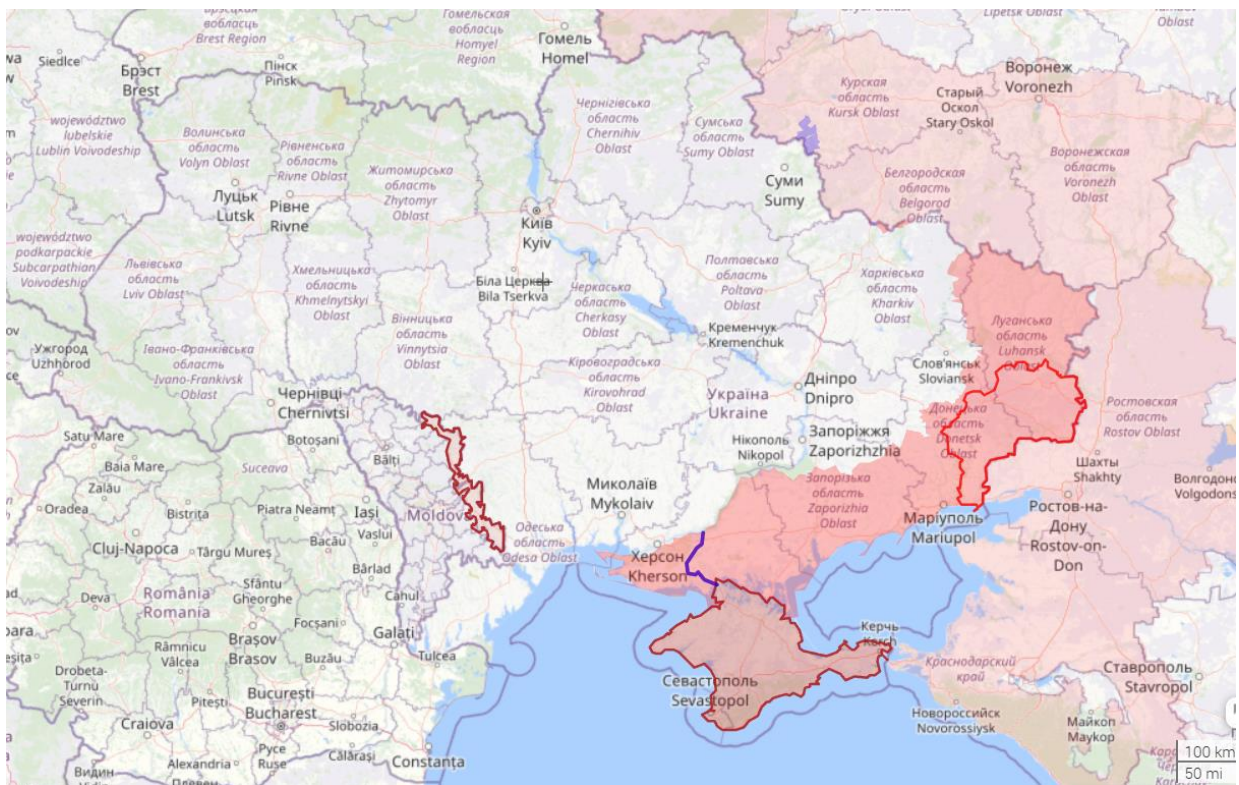


Рис. 1.5. Мапа бойових дій на території України внаслідок воєнного вторгнення росії (станом на 28 серпня 2024 р.) [8].

Варто зазначити, що за останнє століття вміст гумусу в ґрунтах України зменшився приблизно на 30%, а військові дії значно прискорюють цей процес. Втрата родючості ґрунтів обумовлена змінами їхніх фізичних, хімічних і фізико-хімічних властивостей, спричиненими руйнівною дією вибухів [11, 32]. Окрім того, вирви, що залишаються після вибухів, мають значні розміри, що додатково погіршує екологічну ситуацію (рис. 1.6.).



Рис. 1.6. Вирва, що залишилася після влучання снаряду у поле
засіяне пшеницею

Переміщення важкої військової техніки, зведення фортифікаційних споруд та активні бойові дії спричиняють значне порушення ґрунтового покриву. Такі дії провокують деградацію рослинного покриву, що виконує важливу захисну функцію, та створюють передумови для інтенсифікації процесів водної та вітрової ерозії. Ці процеси призводять до зниження стійкості екосистем і втрати їхньої здатності до самовідновлення [2, 10, 38].

Вибухи ракет і артилерійських снарядів супроводжуються утворенням різноманітних хімічних речовин, зокрема: чадного газу (CO), вуглекислого газу

(CO₂), водяної пари (H₂O), бурого газу (NO), закису азоту (N₂O), діоксиду азоту (NO₂), формальдегіду (CH₂O), пари ціанистої кислоти (HCN), азоту (N₂), а також великої кількості різноманітної токсичної органіки [11, 45].

Металеві фрагменти боєприпасів, які опиняються у навколишньому середовищі, становлять потенційну загрозу через свою хімічну активність. Найпоширенішим матеріалом для виготовлення оболонок снарядів є чавун із домішками сталі, що містить не лише залізо і вуглець, але й такі елементи, як сірка та мідь. Після потрапляння в ґрунт ці хімічні елементи можуть проникати у підземні води, поширюючись у харчові ланцюги та створюючи небезпеку для здоров'я тварин і людей [49].

Рух і пошкодження військової техніки спричиняють забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами та іншими продуктами нафтопереробки. Потрапляння цих речовин у ґрунт призводить до зниження його водопроникності, витіснення кисню та порушення біохімічних і мікробіологічних процесів. Як наслідок, погіршуються водний і повітряний режими ґрунту, порушується колообіг поживних речовин, що негативно впливає на живлення кореневої системи рослин. Це уповільнює їхній ріст і розвиток, а в багатьох випадках призводить до повної загибелі рослинного покриву [11, 27].

Мінування територій має суттєвий вплив як на екологічний стан ґрунтів, так і на загальну безпеку. Цей процес призводить до масштабного руйнування ґрунтового покриву, деградації екосистем та знищення флори й фауни. Наслідками є значне зниження екологічної цілісності та стабільності ландшафтів, що унеможлиблює раціональне використання земельних ресурсів, зокрема сільськогосподарських угідь і лісових масивів. Крім того, мінування створює постійну загрозу для життя та здоров'я людей, перешкоджаючи економічному розвитку регіонів і посилюючи гуманітарну кризу. Станом на сьогодні Україна визнана найбільш замінованою країною у світі, що додає серйозних викликів як у сфері безпеки, так і в управлінні природними ресурсами [5, 21].

З огляду на нові типи та форми деградації ґрунтів, науковці ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» окреслили ключові мелітарні види деградації ґрунтів та перспективні напрями досліджень щодо

впливу повномасштабної агресії рф на ґрунтовий покрив України [12, 15, 46]:

Механічна деградація ґрунтів: посилення ерозійних процесів (водних та вітрових), спричинення розвитку ерозії та зсувів, порушення морфологічної структури ґрунтового профілю, змішування генетичних горизонтів (педотурбація), зростання ґрунтової неоднорідності, поява у ґрунті сторонніх включень (осколки, снаряди, міни, ракети, патрони тощо). Також це охоплює пошкодження ґрунтового покриву через вибухи мін та боєприпасів, утворення вирв, ям, ровів, а також повне руйнування ґрунтового родючого горизонту.

Фізична деградація ґрунтів: проявляється у погіршенні їх фізичних характеристик, значному ущільненні через пересування важкої військової техніки, втраті структурності внаслідок зниження кількості агрономічно цінних часток та інших негативних процесів у ґрунтовому середовищі.

Фізико-хімічна деградація ґрунтів: проявляється у зміні кислотно-лужного балансу, що призводить до їх підкислення або підлуження (табл. 1.1.).

Таблиця 1.1. – Мелітарні види деградації ґрунтів внаслідок воєнних дій

Види деградації	Основні прояви деградації
Механічна	Активізація ерозійних процесів, зсувів
	Механічні порушення морфологічної будови профілю ґрунту
	Перемішування генетичних горизонтів (педотурбація)
	Утворення вирв, ровів, ям
Фізична	Погіршення фізичних властивостей ґрунтів
	Стійкі зміни гранулометричного складу
	Стійкі зміни агрегатного складу (знеструктурення)
	Ущільнення
Хімічна	Погіршення гумусового стану ґрунтів
	Трофічне виснаження ґрунту
	Засолення
	Забруднення
Фізико-хімічна	Підкислення, підлуження
Біологічна	Зменшення (звуження) біорізноманіття
	Зменшення біологічної активності ґрунту
	Погіршення санітарного стану
	Токсичність ґрунту

Біологічна деградація ґрунтів: проявляється у зміні або зникненні агрономічно важливих угруповань ґрунтової біоти, зниженні біохімічної

активності ґрунтового середовища, зокрема ферментативної активності, погіршенні санітарного стану, зростанні токсичності та виникненні ознак хімічного забруднення, що підтверджується біоіндикацією [3, 48, 50].

Воєнні дії значно впливають на здатність ґрунтів протистояти забрудненню. Проте існуючі наукові дослідження в галузі моніторингу та еколого-геохімічної оцінки стану ґрунтів у зонах конфлікту є розрізненими і недостатньо систематизованими. Це актуалізує необхідність розробки комплексного підходу до геохімічного аналізу та оцінки екологічного стану територій, які зазнали впливу військових дій, з метою визначення масштабів забруднення та розробки ефективних заходів з реабілітації ґрунтів.

1.3. Технології реабілітації забруднених та порушених ґрунтів внаслідок воєнних дій

На сьогодні надзвичайно важливими є питання, пов'язані з забезпеченням охорони ґрунтів, підвищенням їх родючості, запобіганням поширенню деградаційних процесів, а також розробкою та реалізацією заходів щодо післявоєнного відновлення земель, які зазнали пошкоджень унаслідок бойових дій. Відновлення українських ґрунтів після війни – це комплексний і тривалий процес, який потребуватиме значних зусиль та ресурсів. Ключовими напрямками реабілітації є відновлення родючості ґрунтів, мінімізація ризику ерозійних процесів, поліпшення якості ґрунтових вод та відновлення біологічного різноманіття ґрунтових екосистем [10].

Для відновлення родючості пошкоджених ґрунтів та повернення їх до господарського використання недостатньо обмежитися лише проведенням розмінування або ліквідацією утворених вирв. Залежно від ступеня деградації земельної ділянки необхідно впроваджувати відповідні ефективні заходи відновлення. Хоча прискорення процесу рекультиваци є можливим, розробка та впровадження інноваційних біотехнологій потребують значного часу, наукових досліджень і фінансових інвестицій [12, 35].

Землі, що постраждали від наслідків воєнних дій, потребують

комплексного підходу до відновлення, який виходить за межі стандартних заходів із підвищення родючості ґрунтів. Доцільно застосовувати додаткові методи, зокрема біоремедіацію, спрямовану на зниження концентрації важких металів, відновлення мікробіологічної активності, усунення ущільнення та ліквідацію нафтових забруднень. Використання таких земель без відповідної оцінки та підготовки несе значні ризики та може призвести до екологічних і господарських наслідків. Для прискорення процесів відновлення ґрунтового покриву та зупинки його деградації зазвичай застосовують два основні підходи: рекультивацію та консервацію. Вибір конкретної технології залежить від типу й інтенсивності забруднення, цільового призначення території, а також економічної обґрунтованості запропонованих заходів [48].

Згідно з оцінками фахівців, для земельних ділянок, ступінь пошкодження яких перевищує 75%, оптимальним підходом до їх реабілітації є консервація. Цей метод передбачає тимчасове або постійне виведення таких територій із господарського використання на визначений період часу з метою природного відновлення екосистеми. Консервація може включати, зокрема, перетворення сільськогосподарських угідь на природні степові екосистеми, що сприяє поступовому відновленню родючості ґрунтів, біорізноманіття та екологічної рівноваги. Такий підхід дозволяє знизити навантаження на деградовані ґрунти, даючи їм можливість відновити свої фізико-хімічні та біологічні властивості природним шляхом. Наприклад, трансформація сільськогосподарських угідь у природні степові екосистеми [1, 50].

Необхідно впроваджувати системні підходи, які включають:

- проведення всебічного еколого-геохімічного аналізу ґрунтів у повоєнних ландшафтах для визначення пріоритетів відновлення та оцінки масштабу пошкоджень;
- лабораторне дослідження біологічної активності ґрунтових зразків з територій бойових дій, включно з тестуванням фітотоксичності, щоб встановити вплив забруднень на рослинність;
- створення адаптивних схем застосування мікробних біотехнологій, які враховують стан ґрунту, тип токсичних речовин та можливість проведення

обробки;

- розробку стратегій консервації для найсильніше пошкоджених територій, де відновлення економічно недоцільне, але природні процеси можуть сприяти поступовій рекультивації.

Рекультивація земель являє собою комплексний процес відновлення забруднених територій, спрямований на перетворення їх у функціонально придатні для подальшого використання площі. Вибір оптимальної технології рекультивації визначається характером і ступенем забруднення, призначенням відновлюваної території, а також ефективністю та економічною доцільністю доступних методів. Крім того, значну роль у виборі технологій відіграють фізико-хімічні властивості ґрунту та регіональні кліматичні умови, які впливають на динаміку відновлювальних процесів і можливість реалізації конкретних заходів [43, 48].

Вибір технологій очищення, спрямованих на ефективну нейтралізацію впливу забруднювачів на ґрунти, вимагає всебічного аналізу та врахування низки взаємопов'язаних чинників. Процес рекультивації забруднених і пошкоджених земель може здійснюватися за допомогою різноманітних методів, які базуються на використанні біологічних, хімічних і фізичних підходів. Кожен із цих методів має свої особливості, переваги та обмеження, що залежать від типу забруднення, ступеня деградації ґрунтів, кліматичних умов і цільового призначення території після її відновлення (рис. 1.7.)

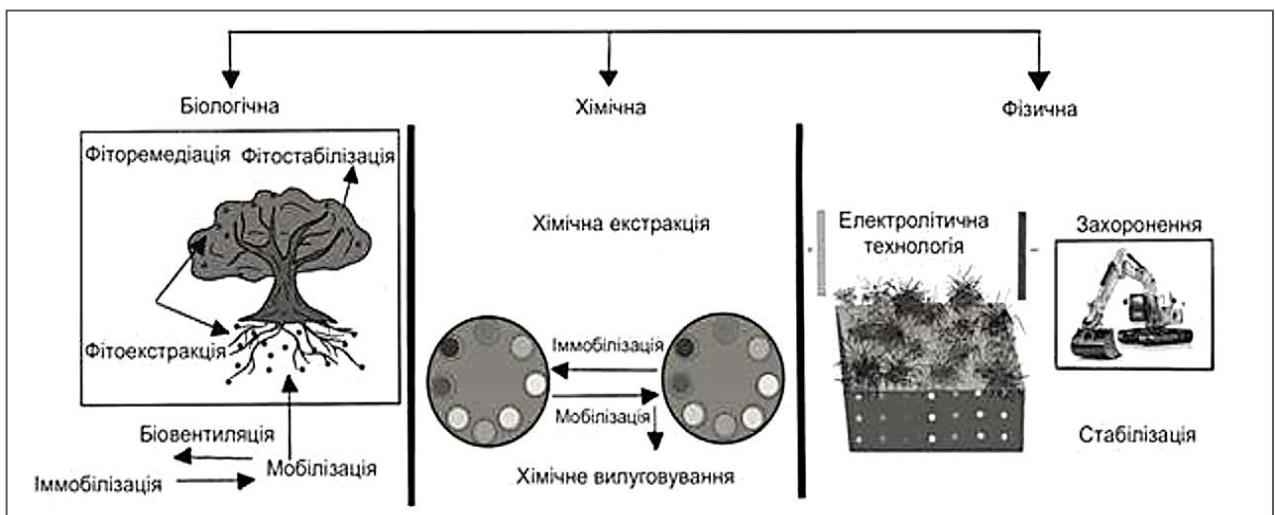


Рис. 1.7. Способи відновлення забруднених земель внаслідок воєнних дій

Ключовими факторами є такі: здатність технології ефективно вирішувати основну задачу — знижувати рівень забруднюючих речовин; витрати на її впровадження; доступність і готовність до використання; екологічна безпечність; тривалість виконання процесу; громадська думка; а також оцінка масштабів і вартості проєкту. Сьогодні до методів очищення забрудненого ґрунту відносять фізичну, хімічну та біологічну ремедіацію [31, 42].

Рекультивация передбачає реалізацію комплексу організаційних, технічних та біотехнологічних заходів, спрямованих на відновлення ґрунтового покриву, покращення стану та підвищення продуктивності деградованих земель. До таких заходів належать фітосанація, фітоекстракція, очищення території, а також агротехнічна меліорація [47, 48, 50].

Фітосанація — метод екологічної реабілітації забруднених територій, що базується на застосуванні рослин-концентраторів для видалення забруднювачів. Цей процес передбачає розщеплення шкідливих речовин кореневою системою рослин до менш токсичних елементів або їх накопичення в листі та стеблах.

Фітоекстракція — висаджування рослин із високою біомасою, які поглинають і акумулюють у своїх тканинах важкі метали, надлишок катіонів або поживних речовин. Після цього рослини збирають і утилізують екологічно безпечним способом.

Механічне очищення території — включає фізичне прибирання поверхні для підтримання санітарного стану.

Агротехнічна меліорація — комплекс заходів, спрямованих на зменшення поверхневого стоку води через його перенаправлення у внутрішньогрунтові шари, що сприяє покращенню водного режиму ґрунтів.

У разі тимчасового або повного вилучення земельної ділянки з господарського використання на визначений період часу з метою відновлення її екологічного стану застосовують метод консервації. Наприклад, це може включати повернення сільськогосподарських угідь до стану природного степу, луку, чи довготривалого перелогу.

Розділ 2

ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальна характеристика об'єкту та предмету досліджень

Об'єктом дослідження є процеси впливу бойових дій спричинених російською агресією на сільськогосподарські земельні ресурси України на прикладі Харківської області (рис. 2.1).

Для дослідження було обрано Харківську область, значна частина якої (близько 61 % території) зазнала впливу значних бойових дій. У вересні-жовтні 2022 року Збройні Сили України провели Харківську операцію, у результаті якої вдалося відкинути російські загарбницькі війська від міста Харкова до державного кордону України, а також від міст Ізюм, Балаклія та Чугуїв — до адміністративного кордону Харківської області з Луганською областю.

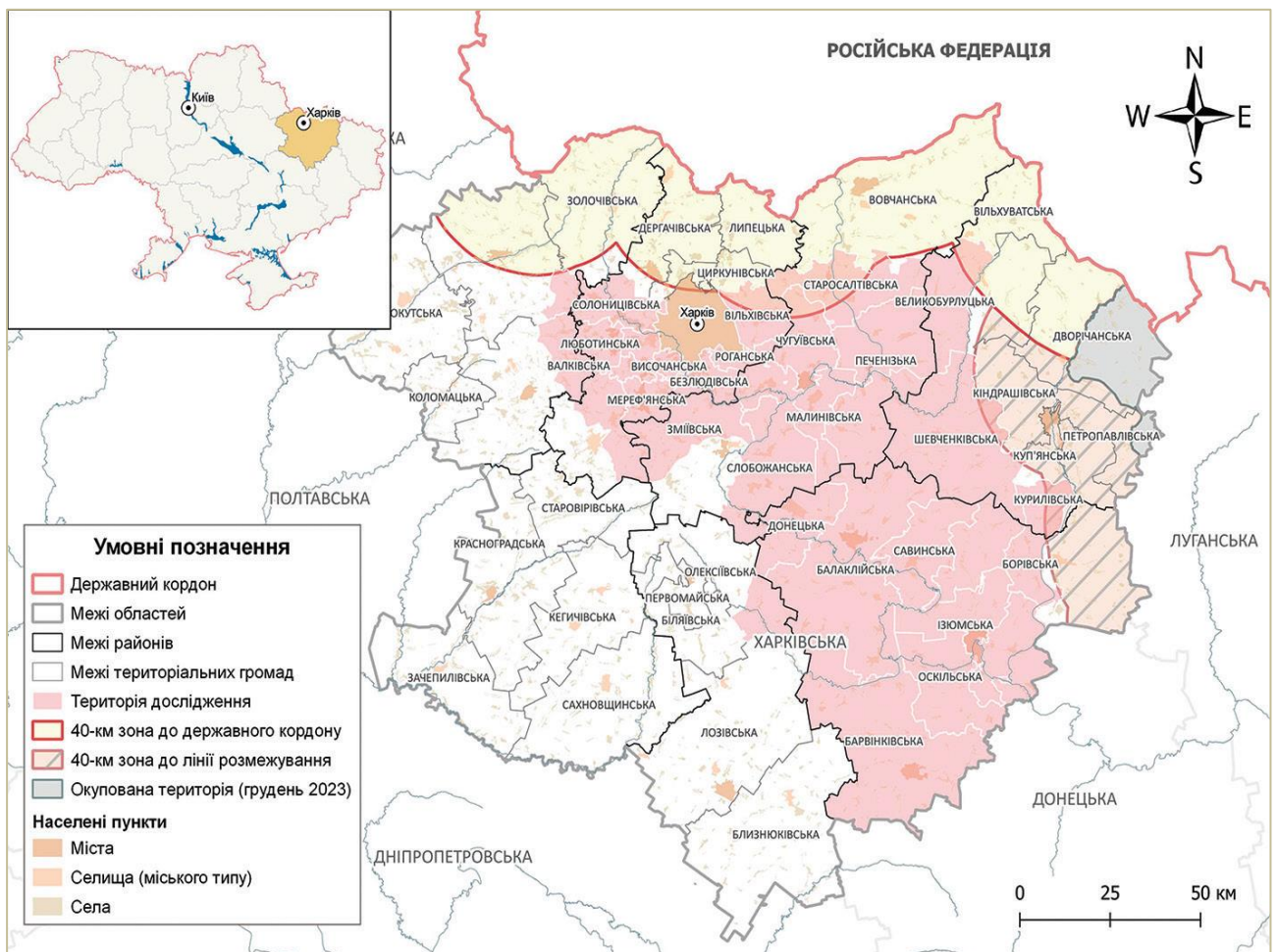


Рис. 2.1. Територія Харківської області, яка зазнала впливу бойових дій

Оскільки територія Харківщини продовжує піддаватися обстрілам з боку російської федерації та тимчасово окупованих територій, аналіз прикордонних зон у межах 40-кілометрової смуги лише частково доступності. Варто також зазначити, що на територіях уздовж лінії розмежування широкомасштабні дослідження доцільно здійснювати після завершення бойових дій.

Станом на початок 2023 року площа цих територій, включаючи тимчасово окуповані, складала приблизно 7,9 тис. км². Таким чином, із загальних 19,2 тис. км² потенційно забруднених земель Харківської області у 2023 році було досліджено близько 11,3 тис. км²

Предметом дослідження є всебічний аналіз сукупності чинників, які впливають на екологічний стан белігеративних ландшафтів України, зокрема на прикладі Харківської області, що зазнали деградації та пошкоджень унаслідок воєнних дій, а також розробка заходів, спрямованих на їх реабілітацію, відновлення та збереження екологічної рівноваги в пошкоджених війною агроекосистемах.

У процесі написання кваліфікаційної роботи було застосовано загальні наукові методи, зокрема: метод емпіричного дослідження — спостереження, яке дозволило зафіксувати зовнішні прояви збройної агресії щодо сільськогосподарських земель; метод порівняння, що сприяв виявленню ключових характеристик, за якими можна оцінити окремі земельні масиви за ступенем впливу бойових дій; а також метод абстрагування, завдяки якому вдалося ідентифікувати основні види пошкоджень сільськогосподарських угідь.

На думку експертів, приблизно 200 тисяч км², що становить близько 32 % території України, вважаються потенційно забрудненими. З аналізу функціонального використання цієї території випливає, що близько 60 % її площі активно використовується для сільськогосподарських потреб. Зокрема, це землі, які підлягають регулярному механічному обробітку, і їх можна розподілити на три основні категорії: орні поля, присадибні ділянки та дачні угіддя. Інші типи земель, такі як пасовища або луки, які потенційно можуть використовуватися для садівництва чи тваринництва, в цьому дослідженні не розглядалися [7, 8,].

Проблема впливу військових дій на земельні ресурси залишається

невирішеною ще з часів попередніх воєнних конфліктів, унаслідок яких було суттєво порушено якість та цілісність ґрунтового покриву. Тисячі тонн землі зазнали деградації через залишені боєприпаси, старі міни, що залишилися після саперних операцій, а також утворення воронки внаслідок вибухів снарядів. Додатковими факторами антропогенного впливу стали побудовані траншеї, рови та засмічені ділянки з залишками підбитої військової техніки. Значні площі земель втратили свою родючість через насичення токсичними речовинами, які потрапляють у ґрунт внаслідок вибухів боєприпасів. У деяких випадках такі території виявляються настільки деградованими, що не підлягають відновленню або подальшому використанню в сільськогосподарських чи екологічних цілях [39].

Жорстока широкомасштабна війна росії проти України створила нові екологічні виклики, які вимагають негайного реагування та вирішення. Завдяки координації зусиль науковців, екологів, урядових структур та громадськості можливо розробити ефективні стратегії для подолання низки актуальних екологічних проблем, що потребують термінового втручання та комплексного підходу.

2.2. Методичні підходи до оцінки еколого-економічних збитків земельних ресурсів, спричинених воєнними діями

Еколого-економічний аналіз сільськогосподарських земель базується на класифікації угідь відповідно до Стандартної статистичної класифікації землекористувань, розробленої Європейською економічною комісією (ЄЕК) спільно зі Статистичною комісією ООН, а також з урахуванням Класифікації видів економічної діяльності. У межах цієї системи класифікації земельні ресурси, що належать до адміністративно-територіальних одиниць, поділяються на такі категорії: сільськогосподарські угіддя; ліси та інші лісовкриті території; забудовані землі; відкриті заболочені площі; сухі відкриті ділянки зі специфічним рослинним покривом; відкриті землі з відсутнім або незначним рослинним покривом; водні об'єкти [47].

Повномасштабна агресія рф спричиняє значне руйнування ґрунтових

ресурсів України, що супроводжується зниженням їх якості та активізацією деградаційних процесів. Учені ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського» запропонували нове поняття – деградація ґрунтів, викликана збройною агресією.

Відзначається необхідність створення уніфікованої класифікації видів деградації ґрунтів, що виникають унаслідок воєнних дій, як важливого кроку в цьому новому напрямі наукових досліджень. Цей напрямок включено до планів науково-дослідної діяльності та навчальних програм інституту. На поточному етапі, спираючись на відповідні стандарти [47, 50] та напрацювання науковців ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського», визначено основні аспекти негативного впливу збройної агресії на ґрунти, які потребують детального вивчення: механічна деградація; фізична деградація; хімічна деградація; фізико-хімічна деградація; біологічна деградація; інші напрями впливу на ґрунти та земельні ділянки.

Окреслені види негативного впливу збройної агресії на ґрунти тісно взаємопов'язані між собою. Усі аспекти деградації ґрунтів повинні бути враховані під час розробки методик оцінки шкоди та збитків, завданих земельним ресурсам і ґрунтам внаслідок агресії московитів.

Відповідно до Порядку визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії російської федерації, шкода та збитки, завдані землям і ґрунтам, оцінюються за такими напрямками [7, 46]:

1. *Втрати земельного фонду* – охоплюють втрати земельного фонду та пов'язану з ними упущену вигоду. Основні показники для оцінки:

- фактичні витрати на рекультивацію земель, пошкоджених унаслідок бойових дій, будівництва, облаштування й утримання інженерно-технічних та фортифікаційних споруд, огорож, прикордонних знаків, просік і комунікацій для облаштування державного кордону;
- збитки, завдані власникам або землекористувачам ділянок сільськогосподарського призначення;
- витрати на відновлення меліоративних систем і площ;
- витрати, пов'язані з розмінуванням територій.

2. *Шкода, завдана земельним ресурсам* – включає наслідки забруднення та засмічення земельних ресурсів. Основні показники для оцінки:

- шкода, завдана ґрунтам та земельним ділянкам через забруднення речовинами, що негативно впливають на родючість і корисні властивості ґрунтів;
- шкода, спричинена засміченням земельних ділянок сторонніми предметами, матеріалами, відходами чи іншими речовинами.

Ці критерії забезпечують комплексний підхід до оцінки впливу збройної агресії на земельні ресурси та формують основу для визначення розмірів компенсацій і відновлювальних заходів.

Також заслуговує уваги ідентифікація видів ушкодження землям (ґрунтам) сільськогосподарського призначення, які підлягають економіко-екологічному оцінюванню збиткам прямої дії (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. – Збитки, зумовлені факторами прямої дії

Засмічення і понівечення земель
1. Збитки від засмічення та псування масивів земель сільськогосподарського призначення:
<ul style="list-style-type: none"> • розмінування масивів земель сільськогосподарського призначення; • вилучення знищеної військової техніки; • утворення вирв та понівечення однорідності поверхні масивів земель сільськогосподарського призначення внаслідок обстрілів та вибухів на територіях екосистемних активів (полів, земельних ділянок).
2. Збитки від руйнування меліоративних споруд:
<ul style="list-style-type: none"> • руйнування об'єктів інженерної інфраструктури зрошувальних міжгосподарських та внутрішньогосподарських систем.
3. Збитки власникам землі та землекористувачам:
<ul style="list-style-type: none"> • вартість житлових будинків, виробничих та інших будівель і споруд, включаючи незавершене будівництво; • вартість плодючих та інших багаторічних насаджень; • вартість захисних лісосмуг; • вартість водних джерел (колодязів, ставків, водоймищ, свердловин тощо), зрошувальних і осушувальних систем, протиерозійних і протиселевих споруд; • понесені або необхідні витрати на поліпшення якості земель за період використання земельних ділянок з урахуванням економічних показників, на незавершене сільськогосподарське виробництво (оранка, внесення добрив, посів, інші види робіт), на розвідувальні та проектні роботи; • вартість вкраденої сільськогосподарської продукції та вивезеної з України; • інші збитки власників землі і землекористувачів, зокрема орендарів (вартість вкраденої сільськогосподарської техніки); • неодержані доходи (якщо вони обґрунтовані).

Для комплексного розуміння завданих пошкоджень ґрунтам України внаслідок російської агресії важливо врахувати збитки, зумовлені факторами не прямої дії (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. – Збитки, зумовлені факторами не прямої дії

Порушення і забруднення ґрунтів, які мають екологічні наслідки
1. Збитки від порушень ґрунтів:
• порушення структури ґрунтів (ущільнення) внаслідок проїзду важкої військової техніки, зокрема гусеничної.
2. Збитки від хімічного забруднення ґрунтів:
• витік (просочення) палива та паливно-мастильних матеріалів, пожежі від знищення техніки та забруднення на місцях її тимчасового базування.
3. Збитки ґрунтам від небезпечних викидів в атмосферу під час обстрілів:
• закислення ґрунтів кислотними дощами від дії вибухових боєприпасів під час бойових дій, вибухів на військових об'єктах (арсеналах, сховищах боєприпасів), руйнування об'єктів критичної інфраструктури після ураження із реактивних систем залпового вогню (паливні склади, підприємства хімічної промисловості).
4. Збитки об'єктам екологічної інфраструктури (несільськогосподарські угіддя):
• вирубування лісозахисних смуг із метою будівництва укріплень і траншей.
5. Збитки, завдані екосистемним активам (земельні ресурси):
• вартість екосистемних послуг.
6. Витрати на оцінювання збитку:
• визначити компонентну структуру витрат, ураховуючи витрати при розрахунку збитків за всіма елементами псування сільськогосподарських земель.

Розрахунок заподіяної шкоди від обстрілів та вибухів (Шов), що призвели до порушення однорідності поверхні та знищення родючого шару здійснюється за таким алгоритмом:

$$\text{Шов} = \sum_{k=1}^n \text{Зпл} \cdot \text{Пв} \cdot \text{Нв} \cdot \text{Кі} + \text{Врвг} + \text{Вгр},$$

де n – кількість масивів земель, які зазнали втрати родючого шару ґрунту.

Роз'яснення щодо методичних підходів до розрахунку репарацій за шкоду, заподіяну продуктивним сільськогосподарським землям у результаті збройної агресії наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. – Методичні підходи до розрахунку репарацій за шкоду, заподіяну продуктивним сільськогосподарським землям у результаті збройної агресії

Складники алгоритму розрахунку	Позначення
Загальна площа масиву земель сільськогосподарського призначення, яка зазнала ушкодження однорідності земельної поверхні	Зпл
Частка площі земель сільськогосподарського призначення, на якій виявлено порушення однорідності поверхні внаслідок утворення вирв, вигорання родючого шару ґрунту, будівництва фортифікаційних споруд, що зумовлюють втрату якісних та продуктивних показників земельної ділянки, га	Пв
Нормативні втрати від знищення ґрунтового покриву земельних ділянок (родючого шару ґрунту), грн/га	Нв
Коефіцієнт індексації нормативної грошової оцінки земель. Коефіцієнт індексації нормативної грошової оцінки земель застосовується кумулятивно залежно від дати проведення нормативної грошової оцінки земель, зазначеної в технічній документації з нормативної грошової оцінки земель та земельних ділянок	Кі Дорівнює добутку коефіцієнтів індексації нормативної грошової оцінки земель за 2020 та наступні роки, що розраховуються Держгеокадастром <i>(Відповідно до ст. 289 Податкового кодексу України. Редакції Закону від 30.11.2021 р. № 1914-IX)</i>
Витрати на проведення рекультиваційних робіт із відновлення ґрунту до початкового стану та якості, зафіксованих в агрохімічному паспорті земельної ділянки, вартісна одиниця виміру	Врвг Включає вартість обстеження ділянок, які потребують відновлення ґрунту, складання техніко-економічних обґрунтувань і технічних робочих проектів з рекультивації, витрати на поліпшення агрофізичних, агрохімічних, біохімічних властивостей ґрунту
Витрати на проведення додаткових геодезичних робіт на відновлення знищених межових знаків (у разі наявності таких пошкоджень), вартісна одиниця виміру	Вгр (у разі відсутності знищення межових знаків не враховується)

Розробка таких проектів здійснюється сертифікованим землевпорядником, який обов'язково визначає обсяги, технологію, послідовність виконання відновлювальних робіт з рекультивації, а також їхню кошторисну вартість.

Протокол, як офіційний документ, що засвідчує стан земельної ділянки, яка потребує відновлення, повинен включати такі дані: місце розташування земельної ділянки, її кадастровий номер, площу, цільове призначення, ступінь пошкоджень (зокрема площу і глибину вивв, окопів і траншей, товщину пошкодженого родючого шару та площу пошкодженої території), а також заходи та роботи, необхідні для рекультивації зруйнованих земель [49].

2.3. Методика визначення шкоди завданих ґрунтовому покриву внаслідок воєнних дій методом дистанційного зондування Землі

Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) – це потужний інструмент, який дозволяє досліджувати поверхню нашої планети, не виходячи безпосередньо на місце дослідження. Основними чинниками вибору базового джерела даних дистанційного зондування Землі є його просторове розрізнення, повнота охоплення досліджуваної території та своєчасне оновлення інформації.

Зображення з високою просторовою роздільною здатністю (менше 1 м/піксель) від компанії Maxar Technologies виявилися найбільш відповідними заданим критеріям [39]. Однак їх головним недоліком є обмежене глобальне покриття, зумовлене недостатньою кількістю супутників, що призводить до низької оперативності оновлення даних. Крім того, під час воєнних дій компанія обмежує доступ до таких знімків у відкритих джерелах. У зв'язку з цим для територій, які не охоплені знімками Maxar Technologies, використовували зображення середньої просторової роздільної здатності (3 м/піксель) від компанії Planet Labs (рис. 2.2).

Ці матеріали мають утричі вищу роздільну здатність у порівнянні із знімками Sentinel-2 та вдесятеро вищу порівняно зі знімками Landsat-8. Їх головною перевагою є можливість щоденного оновлення даних для всієї поверхні Землі, за винятком приполярних областей, що забезпечує якісний моніторинг і дозволяє відстежувати динаміку різних процесів і явищ у часі.

У межах ліцензії NextView, що дозволяє використовувати супутникові знімки високої просторової роздільної здатності від компанії Maxar, проведено

аналіз бази даних веб-каталогу G-EGD (Global Enhanced...). Одночасно, згідно з умовами ліцензії Education and Research Standard, яка забезпечує доступ до знімків середньої просторової роздільної здатності від компанії Planet Labs, із каталогу Planet Explorer (Planet...) було завантажено серію супутникових мозаїк для досліджуваної території [52].

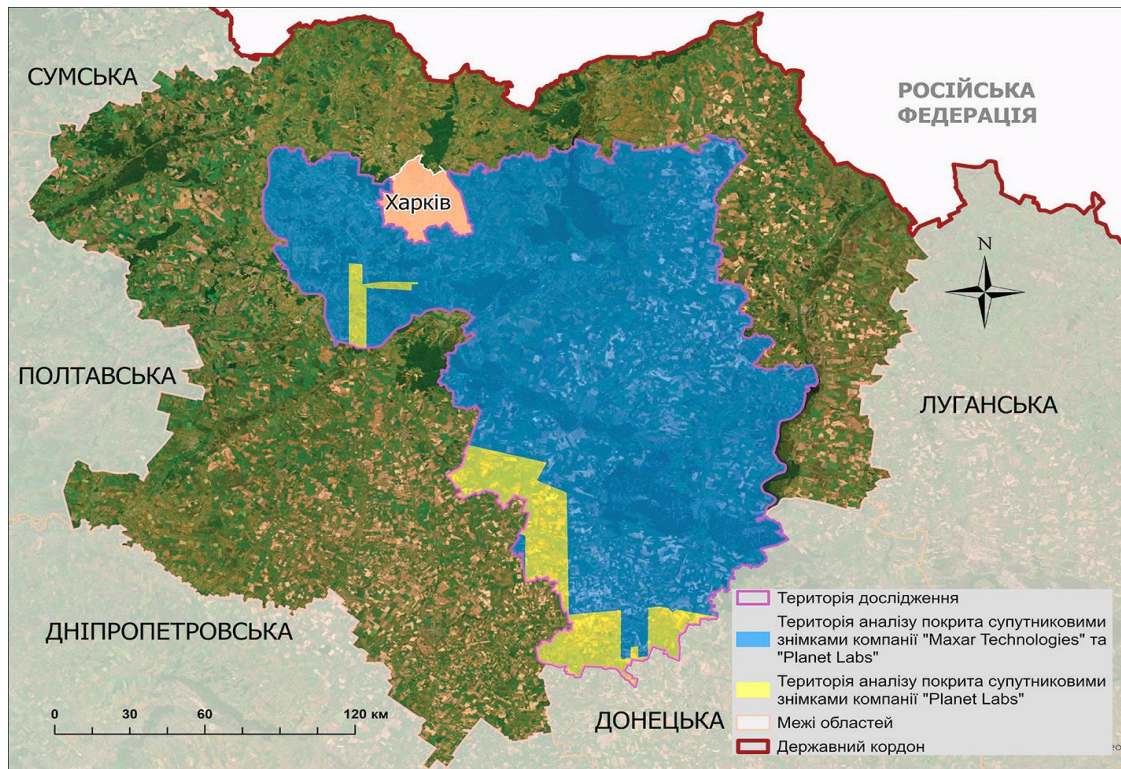


Рис. 2.2. Зона дослідження, покрита даними дистанційного зондування Землі

На наступному етапі виконано обробку завантажених мозаїк, що включала формування робочих наборів супутникових знімків із проведенням геометричної та спектральної корекції. Підібрані зображення досліджуваної території охоплюють три ключові часові періоди: період до початку повномасштабного вторгнення Росії (жовтень–листопад 2021 року), етап активних бойових дій (липень–листопад 2022 року) та період відновлення та активізації сільськогосподарської діяльності після деокупації (травень–жовтень 2023 року). Загальний алгоритм підготовки, обробки та аналізу даних дистанційного зондування Землі під час дешифрування супутникових знімків для оцінки пошкодження ґрунтового покриву включає шість основних етапів, представлених на рисунку 2.3.

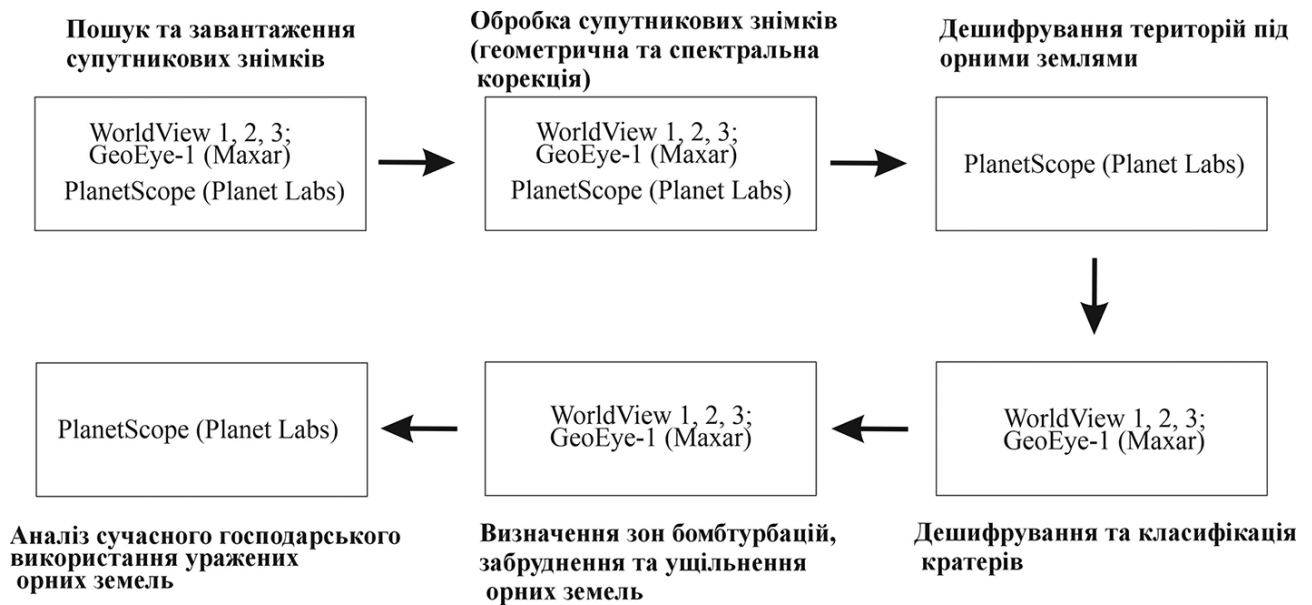


Рис. 2.3. Загальний алгоритм підготовки та обробки даних дистанційного зондування Землі

Утворення кратерів є найбільш поширеним явищем, що супроводжує бойові та інші військові дії. Виявлені кратери зазвичай мають округлу або овальну форму, яка залежить переважно від кута падіння боєприпасів чи бомб. Через обмеження просторової роздільної здатності супутникових знімків Maxar (менше 0,5 м) та Planet Labs (менше 3 м) кратери з діаметром менше зазначених значень не ідентифікувалися.

У кваліфікаційній роботі наведено результати дистанційного моніторингу ґрунтів на території Харківської області, яка зазнала активних бойових дій.

Інформаційною основою слугували супутникові знімки Planet Scope і Sentinel-2. Проєкт Planet об'єднує понад 200 малих супутників (4,7 кг, розміри 10×10×30 см), які здійснюють зйомку території раз на добу. Супутники Sentinel-2A і Sentinel-2 діють у межах програми Copernicus Європейського космічного агентства [52].

Обидва інформаційні джерела вирізняються можливістю безкоштовного доступу до супутникових знімків. Для перевірки результатів дешифрування використовувалися високороздільні знімки з сервісу BingMaps. Перегляд, завантаження та аналіз усіх даних здійснювали у безкоштовній геоінформаційній системі QGIS 3.12 з використанням додатка QGIS Plugin 2.0.

Розділ 3

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ ТА ЗАХОДИ З ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ

3.1. Руйнівний вплив бойових дій на ґрунти України: фізичні, хімічні та біологічні трансформації

Російська агресія проти України спричиняє масштабний екоцид, наслідки якого матимуть тривалий вплив на природні ресурси країни, вимагаючи десятиліть для їх відновлення. Загальна площа екологічно деградованих територій значно перевищує межі зон активних бойових дій, проте найзначніші руйнування екосистем зафіксовано саме в районі лінії фронту.

В Україні понад 5 мільйонів гектарів сільськогосподарських угідь стали непридатними для використання внаслідок воєнних дій. Це стосується територій, які зазнали замінування, забруднені вибухонебезпечними залишками боєприпасів, або тих, де тривають активні бойові дії (рис. 3.1). Зважаючи на замінування більше 30% території України проведення агровиробничих процесів на сільськогосподарських землях стає неможливим [21, 32].



Рис. 3.1. Території України, які зазнали воєнних дій

Воєнні дії на території України характеризуються застосуванням майже всього арсеналу озброєння, наявного у збройних силах країни-агресора. Ігноруючи норми міжнародного гуманітарного права, Росія веде війну, що супроводжується регулярними ударами далекобійними крилатими ракетами та безпілотниками по цивільній інфраструктурі, житлових будинках, медичних закладах, об'єктах культури, школах і дитячих садках. Останнім часом фіксується використання російськими військовими балістичних ракет середньої дальності для атак по українській території. Реакція міжнародних партнерів та союзників України на такі агресивні дії залишається недостатньо рішучою.

Воєнні дії спричинили значне техногенне навантаження на довкілля, особливо на ґрунтовий покрив, що призвело до зростання збитків у 7 разів за рік. Вибухи, горіння та детонація боєприпасів зумовлюють потрапляння в ґрунт токсичних забруднювачів, які поширюються ударною хвилею на значні відстані, а також руйнують структуру ґрунту. Ступінь пошкодження залежить від маси вибухової речовини в боєприпасах [16].

У сучасних умовах війни ґрунтові ресурси зазнають значних руйнувань, втрати якості та посилення деградаційних процесів. Провідні фахівці Національного наукового центру «Інституту ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» виокремлюють кілька основних типів деградації ґрунтів, спричинених воєнними діями:

Механічна деградація: порушення морфологічної структури ґрунтового профілю, перемішування генетичних горизонтів, поява нерівномірностей у структурі, включення сторонніх елементів (осколки, снаряди, міни, ракети тощо), утворення кратерів, ровів і траншей, руйнування ґрунтового покриву внаслідок вибухів і бойових дій.

Ерозійна деградація: прискорення водної та вітрової ерозії, провокація розвитку зсувів і ерозійних процесів на поверхні.

Фізична деградація: ущільнення ґрунту через рух важкої військової техніки, порушення структури через втрату агрономічно важливих фракцій.

Хімічна деградація: втрата органічного вуглецю, зниження вмісту поживних елементів, засолення через переміщення розчинних солей,

накопичення важких металів, нафтопродуктів та інших токсичних речовин, що утворюються внаслідок вибухів і руйнування техніки, а також перенесення забруднювачів із радіоактивних зон.

Фізико-хімічна деградація: зміна кислотно-лужного балансу, що призводить до підкислення або підлуження ґрунтів.

Біологічна деградація: порушення або втрата ґрунтової біоти, зменшення біохімічної активності, зміна складу агрономічно корисних угруповань та індикація забруднення хімічними речовинами [49, 50].

Такі негативні зміни значно ускладнюють подальше використання ґрунтових ресурсів і вимагають тривалих відновлювальних заходів з реабілітації.

На думку експертів зазначеної наукової установи, в умовах війни ґрунти піддаються чотирьом основним типам руйнування (рис. 3.2):

➤ *Механічне руйнування:* порушення структури ґрунтового покриву внаслідок риття траншей, окопів або інших земляних робіт, що спричиняє руйнування родючого горизонту чи його змішування з підстилаючими шарами. У результаті ґрунт втрачає здатність утримувати вологу, знижуються його родючі властивості, що ускладнює вирощування сільськогосподарських культур. Також до механічних пошкоджень належить ущільнення ґрунту під впливом руху важкої військової техніки, що робить його більш посушливим.

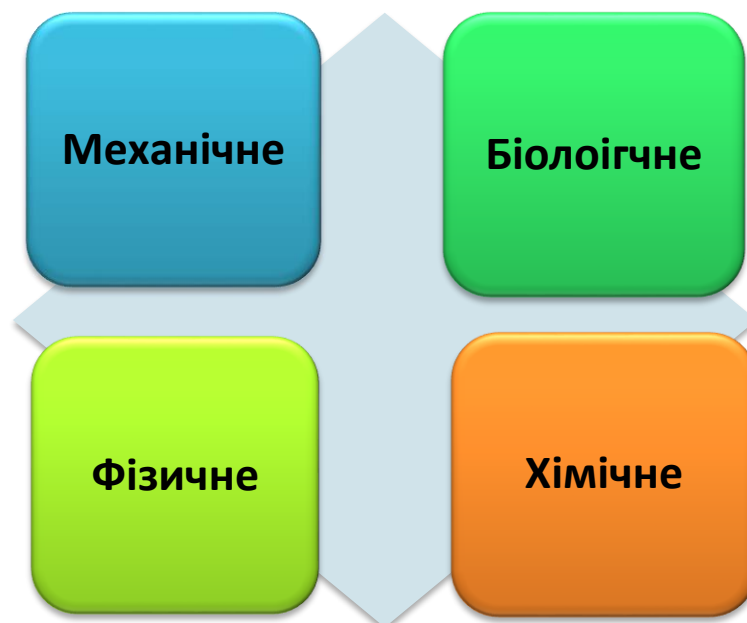


Рис. 3.2. Основні типи руйнування ґрунтів внаслідок воєнних дій

➤ *Фізичне пошкодження*: зміна фізичних властивостей ґрунту через вплив вібрацій від військової техніки, а також порушення температурного режиму внаслідок вибухів чи пожеж. Такі зміни негативно впливають на вологозабезпеченість рослин і зменшують продуктивність ґрунту.

➤ *Хімічне забруднення*: наслідок витоку палива, осадження продуктів горіння, токсичних речовин, що виділяються під час вибухів. Забруднення включає широкий спектр хімічних сполук – від відносно нешкідливих (наприклад, CO₂) до надзвичайно токсичних (тротил, продукти детонації боєприпасів), які можуть у високих концентраціях знищувати ґрунт та його біоту.

➤ *Біологічне руйнування*: загибель ґрунтових організмів, зокрема мікробіоти, яка є ключовою для підтримання здоров'я та родючості ґрунту. Біота гине внаслідок ущільнення ґрунту, термічних впливів, руйнування верхніх родючих шарів, а також через токсичний вплив вибухонебезпечних речовин [15].

Аналіз еколого-геохімічного стану територій, що зазнали воєнно-техногенного впливу, виявив, що всі основні типи такого навантаження є значними джерелами забруднення ґрунтового покриву і відповідають характеру впливів. Це зумовлено специфікою воєнних дій, яка включає застосування та експлуатацію різних видів озброєння та військової техніки (табл. 3.1).

Процес утворення кратерів є однією з найпоширеніших форм впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив. Для позначення цього явища, що включає утворення кратерів і перемішування ґрунтових шарів під впливом вибухів боєприпасів, деякі експерти запропонували термін "бомбтурбація". Цей процес є наслідком детонації різних типів боєприпасів, таких як авіаційні бомби, артилерійські снаряди та міни, які порушують природну структуру ґрунту, перемішують його шари і залишають нерівності, що впливають на його фізичні та хімічні властивості.

У контексті російсько-української війни найбільший внесок у бомбтурбацію здійснюють артилерійські снаряди, оскільки їх використання є наймасовішим у бойових діях. Вибухи не лише змінюють морфологічну структуру ґрунту, але й залишають у ньому небезпечні забруднювачі.

Таблиця 3.1. – Складові воєнно-техногенного навантаження від різних видів озброєння і військової техніки на ґрунтовий покрив

Вид забруднення	Фактори забруднення		Стрілецька зброя				Гранатомет	Ручні гранати	Артилерія				Реактивна сист. залп. воєнно	Протитанковий ракетний	Танки	БМП - подібні	Автомобільна техніка	
			Пістолет	Гвинтівка	Автомат	Кулемет			Гаубиці	Зенітні гармати	Польові гармати	Міномети						
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Механічне	Гільзи		+	+	+	+			+	+	+							
	Снаряди, осколки						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	Кулі, осколки куль		+	+	+	+												
	Пакувальні матеріали з-під боєприпасів		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Промаслене сміття		+	+	+	+	+		+	+	+	+		+	+	+	+	
	Ерозія ґрунту від вибуху						+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	
	Ерозія ґрунту від сховищ								+	+	+	+	+		+	+		
	Ерозія ґрунту від руху								+	+	+	+	+		+	+	+	
	Ущільнення ґрунту												+		+	+	+	
Кількість факторів механічного забруднення			4	4	4	4	4	2	7	6	7	6	6	4	7	7	3	
Фізичне	Теплове	згоряння порохового заряду	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		
		згоряння розривної речовини					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		робота двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ)												+		+	+	
	Акустичне	згоряння порохового заряду	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		згоряння розривної речовини					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		робота ДВЗ												+		+	+	
	Вібраційне	згоряння порохового заряду	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		згоряння розривної речовини					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		робота ДВЗ												+		+	+	
		рух транспортних засобів									+	+	+	+		+	+	
	Світлове	згоряння порохового заряду								+	+	+	+	+	+	+	+	
		згоряння розривної речовини								+		+	+	+	+	+	+	
Кількість факторів фізичного забруднення			3	3	3	3	6	3	8	8	9	9	12	8	12	12	4	
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Хімічне	Порохові гази від згоряння	порохового заряду	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		
		розривної речовини					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	Частки, які не згоріли	порохового заряду	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		розривної речовини					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Масильні матеріали		+	+	+	+	+		+	+	+	+			+	+	+	
	Вихлопні гази ДВЗ								+	+	+	+	+		+	+	+	
	Забруднення ґрунту нафтопродуктами								+	+	+	+	+		+	+	+	
	Забруднення води нафтопродуктами														+	+	+	
	Важкі метали		+	+	+	+												
Вольфрам, карбід вольфраму, важкий сплав															+			
Кількість факторів хімічного забруднення			4	4	4	4	5	2	7	7	7	7	6	4	9	8	4	
Загальна кількість факторів забруднення			11	11	11	11	15	7	22	21	23	22	24	16	28	27	11	

До супутніх явищ бомбтурбації можна віднести термічний вплив і ущільнення ґрунтів. Однак, на відміну від самого процесу бомбтурбації, ці ефекти обмежуються впливом на стінки кратерів, що утворюються внаслідок

вибухів. Крім того, детонація боєприпасів часто спричиняє вторинні явища, такі як займання рослинного покриву, яке може поширюватися на значні території, залежно від погодних умов і ландшафтних особливостей. Проте через відмінності у природі та масштабі впливу ці супутні процеси не слід включати до поняття "бомбтурбація" [9, 15].

Отже, можна виділити кілька основних морфологічних форм прояву бомбтурбації (рис. 3.3):

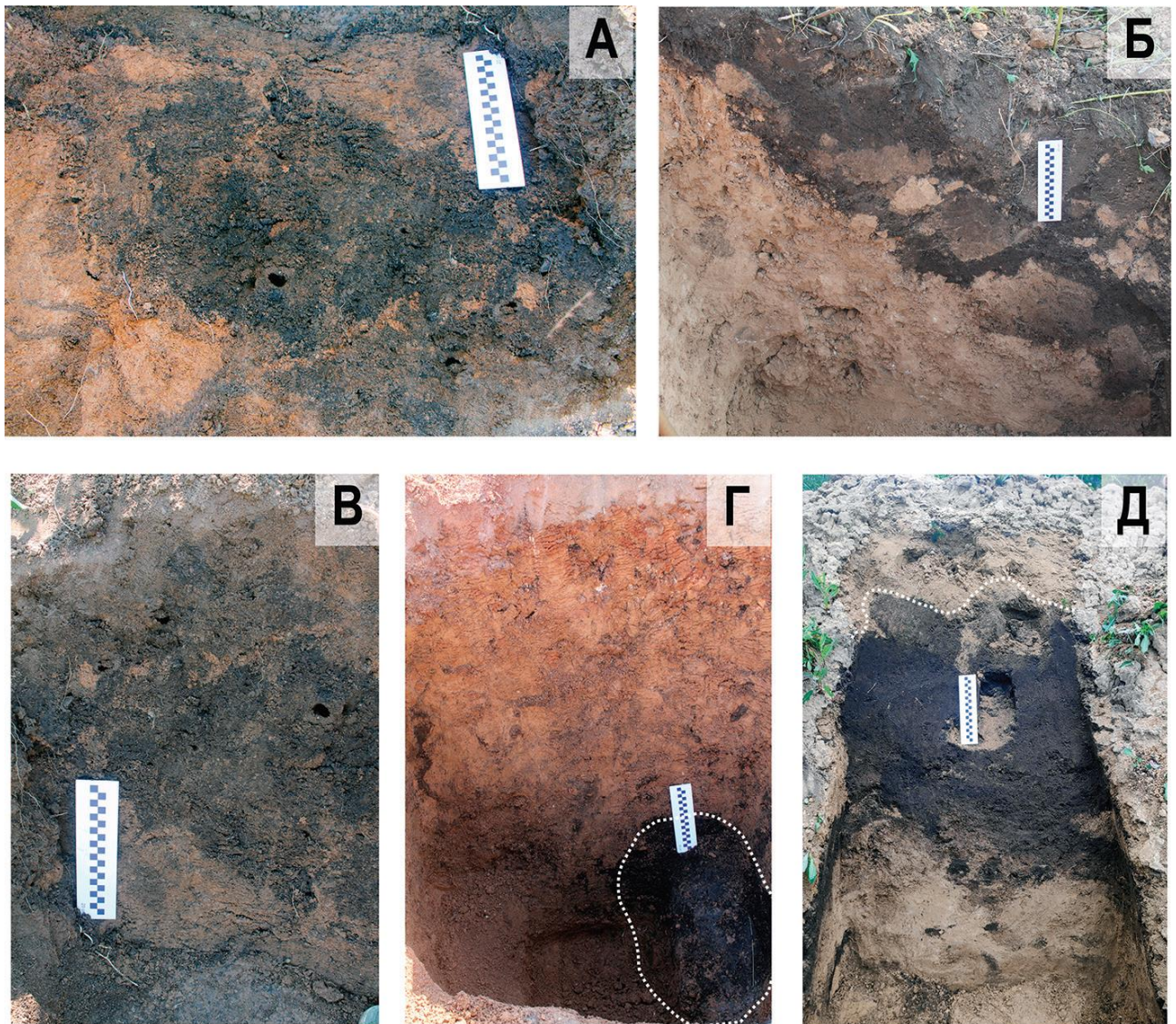


Рис. 3.3. Прояв морфологічних форм бомбтурбації:

А – суцільне руйнування генетичного профілю лучного поверхнево-слабосолонцюватого ґрунту кратером від авіабомби; Б – суцільна бомбтурбація чорнозему звичайного у кратері від авіабомби ; В – деформації генетичного профілю лучного поверхнево-слабосолонцюватого ґрунту поблизу кратера від авіабомби; Г – інтрузія ґрунтового матеріалу в материнську породу (лес) з боку кратера від боєприпасу калібру 152 мм; Д – чорнозем звичайний перекритий викинутим з кратера від авіабомби лесовим матеріалом.

- Повне перемішування ґрунту, що супроводжується руйнуванням генетичного профілю та порушенням послідовності залягання його горизонтів.
- Вертикальні та бокові деформації ґрунтового профілю, які виникають у зоні кратера.
- Інтрузії стороннього мінерального чи ґрунтового матеріалу без зміни послідовності залягання генетичних горизонтів.
- Перекриття ґрунтового профілю відкладеннями, які були викинуті з кратера.
- Проникнення у ґрунт сторонніх об'єктів (уламків боєприпасів, бомб, фрагментів техніки тощо), що призводить до порушення нормальної послідовності або залягання генетичних горизонтів.

Зі збільшенням розміру кратера зростає ймовірність одночасного прояву всіх морфологічних форм бомбтурбації. Зокрема, навколо кратерів, що досягають материнської породи (найчастіше лесових відкладів), спостерігається накриття ґрунту неґрунтовими відкладами, які утворюють вал, характерний для морфоскульптури кратерів. У таких випадках ґрунт доцільно класифікувати як похований або тимчасово похований.

Термін "похований ґрунт" нерідко помилково ототожнюють із поняттями "викопний ґрунт" або "палеоґрунт", що є некоректним. "Похований ґрунт" (*buried soil*) позначає ґрунт, який перекритий шаром відкладів завтовшки понад 50 см, або понад 30–50 см, якщо товщина покривних відкладів перевищує половину глибини ґрунтового профілю [2].

Більшість кратерів або не досягають материнської породи, або проникають у неї на незначну глибину. У таких випадках гумусовий горизонт ґрунту часто перекривається викинутим матеріалом із підповерхневих або перехідних горизонтів. Водночас у зоні контакту кратера з ґрунтом спостерігаються різні масштаби бомбтурбації: від повного перемішування ґрунтового матеріалу до локальних деформацій чи інтрузій алохтонного матеріалу. Таким чином, кратери можна розглядати як унікальні системи ґрунтоутворення, у межах яких протягом відносно короткого проміжку часу (кілька десятиліть) відбувається формування нових ґрунтів (рис. 3.4).

Зона бомбтурбації

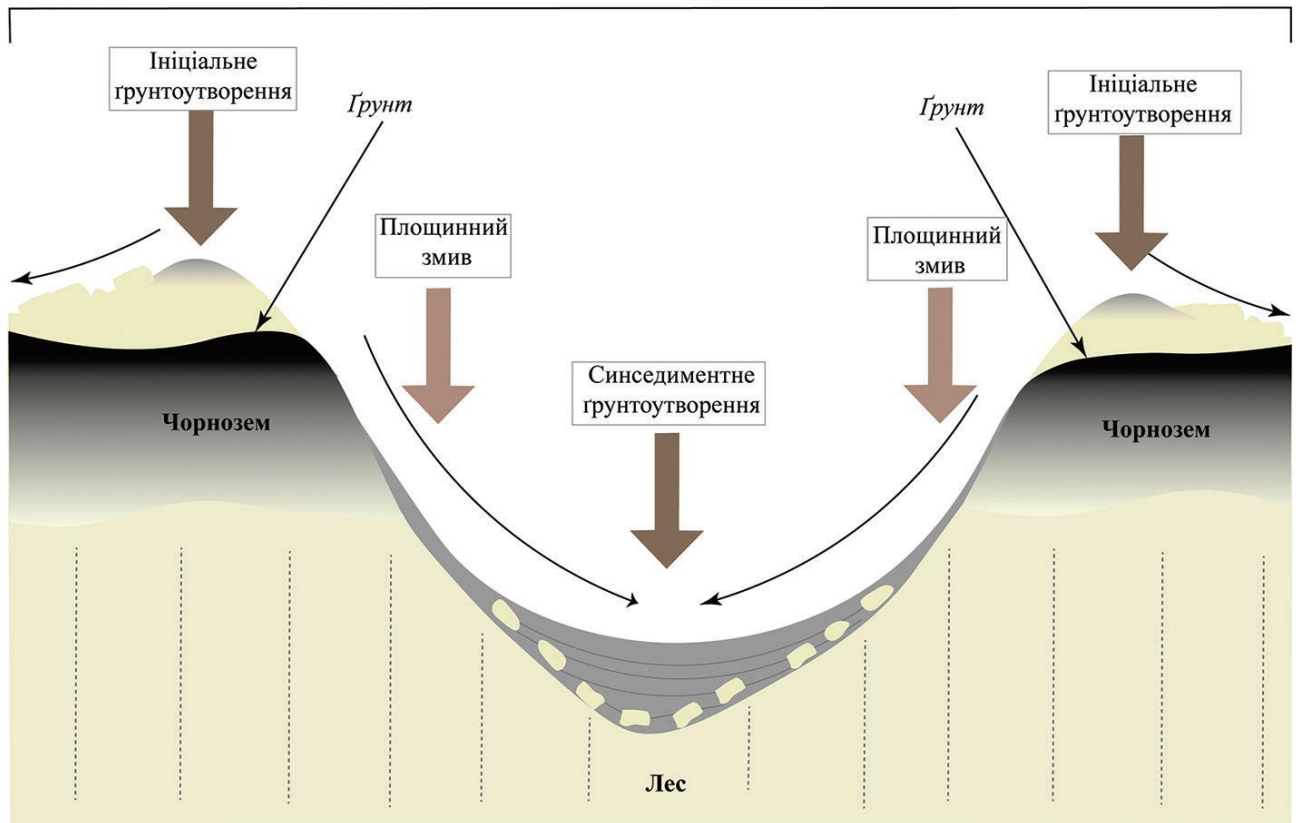


Рис. 3.4. Спрощена модель процесів ґрунтоутворення у кратері від авіабомби

У днищах кратерів інтенсивно накопичуються як ґрунтові, так і неґрунтові відклади. Такі відклади доцільно класифікувати як делювіальні або педоседименти. На схилах великих кратерів, ймовірно, переважатиме ерозійний тип ґрунтоутворення, тоді як у зоні бомбтурбації спостерігатиметься поступове відновлення структури генетичного профілю ґрунту [17, 49].

Лінія фронту в Україні настільки виразна, що її можна побачити навіть із космосу. Це підтверджують дані системи FIRMS (Fire Information for Resource Management System), розробленої NASA для моніторингу великих пожеж і теплових аномалій. Завдяки супутниковим знімкам ця система зафіксувала численні «гарячі точки» вздовж фронту, які свідчать про активні бойові дії, вибухи боєприпасів та масштабні пожежі [51].

Такі дані не лише демонструють інтенсивність військових дій, але й надають важливу інформацію для оцінки впливу війни на довкілля, зокрема на ґрунтовий покрив, рослинність і якість повітря (рис. 3.5.).

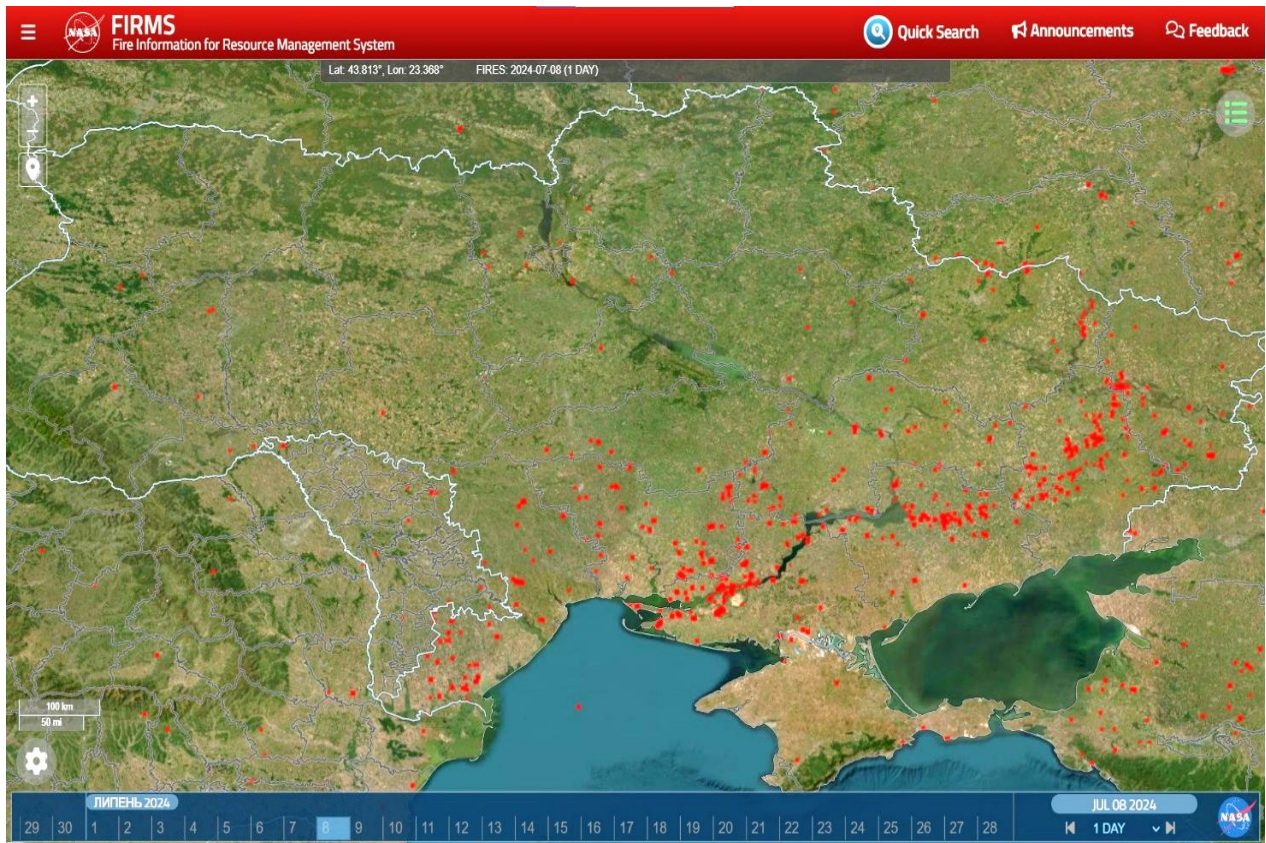


Рис. 3.5. Мапа пожеж на території України вздовж лінії фронту, які було помітно з космосу супутником за даними NASA (станом на 8 липня 2024 р.) [51]

Скалічена війною земля внаслідок артобстрілів та фосфорних бомб, КАБІВ, вирв від вибухів, зруйнованих міст та сіл, спалених лісів, переміщених великих об'ємів ґрунту через спорудження оборонних рубежів, окопів, бліндажів та інших фортифікаційних споруд, руху надважкої техніки сьогодні формують воєнні белігеративні ландшафти на території України.

Усі види воєнно-техногенного впливу призводять до значного забруднення атмосферного повітря та водних ресурсів, знищення флори і фауни, а також до масштабного руйнування ґрунтового покриву. Боєприпаси різних типів, що використовуються у військових діях (зокрема, фугасні, осколково-фугасні, бронебійні, кумулятивні снаряди та міни), створюють ударну хвилю і продукти детонації, які поширюються в навколишньому середовищі. Одним із головних наслідків цих процесів є багатовекторна деформація ґрунту, спричинена дією ударної хвилі, що змінює його структуру та властивості. Для відновлення верхнього гумусного горизонту знадобиться тисячі років [15, 44].

Хімічне забруднення ґрунтів небезпечними речовинами під час війни виникає не тільки внаслідок руйнації хімічних підприємств, нафтопереробних заводів, вугільних шахт, сховищ рідких відходів гірничо-видобувної та промислової діяльності. Безпосередніми джерелами забруднення земель сільськогосподарського призначення під час боїв і також боєприпаси різного калібру, які містять цілу низку токсичних сполук, горіння важкої техніки, розливи палива, технічних мастил та органічних розчинників (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Основні хімічні забруднювачі внаслідок бойових дій

Серед основних забруднювачів докiлля значну частку становлять важкі метали, які поширюються в атмосферному повітрі та накопичуються в ґрунті. Дослідження показали, що на територіях, де відбувалися військові дії, рівень важких металів є надзвичайно високим. У деяких зонах концентрація цих елементів перевищує природні фонові показники до 32 разів, що свідчить про критичний рівень токсичного навантаження на агроєкосистеми [49].

Варто підкреслити, що вплив воєнних дій на ґрунтовий покрив проявляється також у забрудненні хімічними речовинами, залишками зброї, порушенні структурної цілісності ґрунту та зниженні його родючості.

Забруднювачі, що утворюються внаслідок воєнних дій і потрапляють на поверхню ґрунту у вигляді різноманітних сполук, мають різний ступінь розчинності у воді. Це сприяє їхньому активному переміщенню як горизонтально, так і вертикально в глибші шари ґрунту. Однак завдяки сорбційним властивостям ґрунтового покриву швидкість поширення токсичних речовин у обох напрямках значно знижується [49].

Особливо небезпеку становлять зміни еколого-токсикологічного стану ґрунтового покриву, які відбуваються в зонах бойових дій і можуть мати довготривалі негативні наслідки для здоров'я населення, якості сільськогосподарської продукції та водних ресурсів, флори і фауни України.

Дослідження показали, що максимальна концентрація токсичних речовин спостерігається на глибині 15 см. Швидкість і характер переміщення цих речовин у ґрунті значною мірою залежать від тривалості їхнього перебування, типу ґрунту, властивостей забруднювачів та інших чинників.

Токсичні речовини здатні проникати у ґрунт разом з атмосферними опадами. Наприклад, сірка, яка входить до складу багатьох боєприпасів, при взаємодії з водою утворює в ґрунті сірчану кислоту, що становить серйозну загрозу для екосистеми. Оксиди сірки та азоту, потрапляючи в атмосферу, спричиняють формування кислотних дощів, які не лише змінюють рівень рН ґрунту, але й викликають хімічні опіки рослин, що значно знижує їхню стійкість до шкідників. Крім того, довготривалий вплив таких опадів може спричинити вимивання основних поживних елементів, таких як кальцій і магній, що погіршує родючість ґрунту та зменшує врожайність сільськогосподарських культур [44].

Значну загрозу становлять уламки боєприпасів, які утворюються під час вибухів. Наприклад, артилерійські снаряди калібру 120 мм і 152 мм утворюють відповідно від 1600 до 2350 та від 2700 до 3500 уламків масою від 1 грама. Найпоширенішим матеріалом для виготовлення оболонок боєприпасів є чавун із домішками сталі, до складу якого входять не лише залізо та вуглець, але й сірка, мідь та інші хімічні елементи. Ці речовини потрапляють у ґрунт, звідки можуть мігрувати до ґрунтових вод, а згодом — у харчові ланцюги, впливаючи на організми тварин і людей. Забруднений вибухами ґрунт може становити

довготривалу екологічну небезпеку для агроєкосистеми та здоров'я людей [45].

Під час горіння, вибухів і детонацій боєприпасів утворюється широкий спектр похідних речовин, більшість із яких представляють собою токсичні та небезпечні для довкілля забруднювачі (табл. 3.2).

Таблиця 3.2. – Забруднюючі речовини, що виникають в результаті воєнно-техногенного навантаження у системі повітря-грунт-вода [15]

Вид зброї, що використовується	Тип зброї, що використовується	Забруднюючі речовини, що виникають у результаті бойової діяльності
Стрілецька зброя	пістолети снайперські гвинтівки автомати кулемети ручні кулемети ротні	Повітря: CO, NO ₂ , SO ₂ , HF, Hg, C _n H _m , CH ₂ O, Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb
		Вода: Cu, Fe, Al, Mn, Zn, Pb, Sn, Mg
		Ґрунт: Cu, Fe, Al, Fe, Mn, Zn, Pb, Sn, Mg, P, Al, хлориди, нітрати
Гранатомети стрілецька зброя ручні гранати	автоматичні (підствольні) ручні станкові протитанкові	Повітря: C _n H _m , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , C ₂₀ H ₁₇ , Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb,
		Вода: Cu, Fe, Al, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr
		Ґрунт: Cu, Fe, Al, Fe, Mn, Zn, Pb; Sn, Mg, P, Al, Hg, Cd, Cr,
Озброєння БМП (БТР): стрілецька зброя ручні гранати	14,5 мм КВТ 73 мм П 30 мм П 14,5 мм ВС	Повітря: C _n H _m , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , CH ₄ , NH ₃ , SO ₂ , H ₂ S, HCl, Cl ₂ , HF, H ₂ SO ₄ , CH ₂ O, Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb,
		Вода: Cu, Fe, Al, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr, нафтопродукти
		Ґрунт: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr
Озброєння бойових машин піхоти (БМП, БТР), ручні гранати		Повітря: C, C _n H _m , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , CH ₄ , NH ₃ , SO ₂ , H ₂ S, HCl, Cl ₂ , HF, H ₂ SO ₄ , CH ₂ O, C ₂₀ H ₁₇ , Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb,
		Вода: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr, нафтопродукти
		Ґрунт: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr, нафтопродукти,
Озброєння бойових машин піхоти (БТР) ПТКР (на електронних тренажерах) ручні гранати		Повітря: C _n H _m , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , CH ₄ , NH ₃ , SO ₂ , H ₂ S, HCl HF, H ₂ SO ₄ , Cl ₂ , CH ₂ O, C ₂₀ H ₁₇ , Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb, нафтопродукти
		Ґрунт: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Pb, Hg, Zn, Cd, Cr, нафтопродукти
Озброєння танків, озброєння САУ стрілецька зброя ручні гранати	23 мм ВЯ 115 мм ТП 125 мм ТП	Повітря: C _n H _m , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , CH ₄ , NH ₃ , O ₂ , C, SO ₂ , H ₂ S, Cl ₂ , HF, HCL, CH ₂ O, H ₂ SO ₄ , C ₂₀ H ₁₇ ; Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb, нафтопродукти, пил
		Вода: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Zn, Hg, Pb, Cd, Cr, P, нафтопродукти
		Ґрунт: Cu, Fe, Mn, Sn, Mg, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr, P, нафтопродукти
Озброєння танків зенітний кулемет танка ручні гранати		Повітря: C _n H _m , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , CH ₄ , NH ₃ , SO ₂ , H ₂ S, HCl, Cl ₂ , HF, HCL, H ₂ SO ₄ , CH ₂ O, C ₂₀ H ₁₇ , Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb,
		Ґрунт: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Hg, Pb, Zn, Cd, Cr, нафтопродукти
Ствольна артилерія, міномети	76 мм П ЗІС-3; 85 мм П Д-44; 100 мм ПТП МТ-12; 122 мм ГД-30,; 152 мм ПГ Д-20; 152 мм СГ 2С5; 152 мм СГ 2С19; 203,2 мм П 2С7 82 мм БМ-38, 2Б9; 120 мм ПМ; 120 мм М 2С9, 2С12; 240 мм М2С4	Повітря: C _n H _m , CO, CO ₂ , NO, NO ₂ , CH ₄ , NH ₃ , C, SO ₂ , H ₂ S, HCl, Cl ₂ , HF, H ₂ SO ₄ , C ₂₀ H ₁₇ , CH ₂ O, Cu, Mn, Al, Mg, Fe C, Pb,
		Вода: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Zn, Hg, Pb, Cd, Cr, нафтопродукти
		Ґрунт: Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr нафтопродукти

Таким чином основним джерелом забруднення при проведенні вогневих стрільб є продукти вибуху, що представляють собою дрібнодисперсні часточки та іони важких металів, які проникають у ґрунт разом з водою, та уламки боєприпасів. Характер розповсюдження та вплив боєприпасів на довкілля залежить від швидкості вибухового перетворення та маси речовини снаряду.

Ґрунт виступає початковим резервуаром для накопичення забруднювачів, які згодом перерозподіляються як у межах самого ґрунту, так і мігрують у суміжні середовища — поверхневі й підземні води, рослинність, а також поширюються через трофічний ланцюг "ґрунт-рослина-людина". Процес моделювання міграції забруднювальних речовин у ґрунтовій системі є надзвичайно складним, оскільки вимагає врахування численних динамічних факторів, зокрема часово-просторових змін, фізико-хімічних властивостей ґрунту, умов довкілля та форм, у яких забруднювачі перебувають у ґрунтовій матриці [23].

Міграція забруднювальних речовин у ґрунтовому середовищі та їх проникнення у рослини залежать від фізико-хімічних характеристик ґрунту, таких як гранулометричний і мінералогічний склад, вміст гумусу, ємність катіонного обміну, а також окисно-відновні та кислотно-лужні умови. Інтенсивність переміщення цих речовин додатково визначається наявністю ландшафтно-геохімічних бар'єрів. Особливості поведінки сполук, що утворюються внаслідок детонації боєприпасів під час воєнних дій, значною мірою залежать від взаємодії із зазначеними властивостями ґрунту (рис. 3.7.).

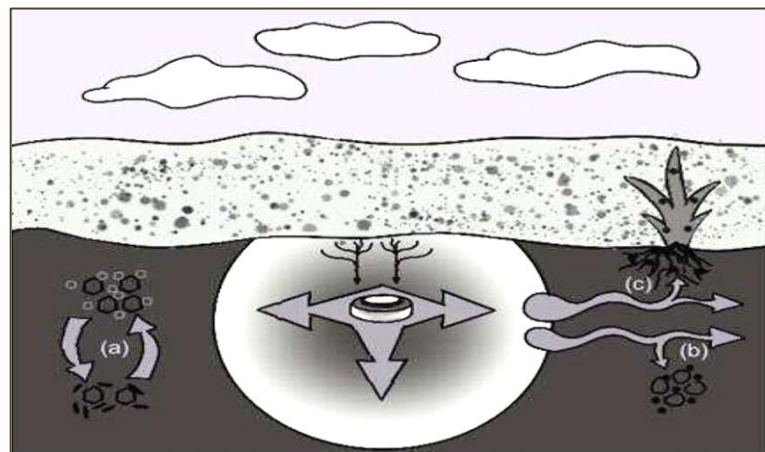


Рис. 3.7. Характер переміщення і трансформації сполук вибухових речовин у ґрунтовому середовищі

Більше ніж 80 тис км² території України потребують розмінування та очищення від вибухонебезпечних залишків війни. За даними ООН, Україна входить до числа найбільш замінованих країн світу, займаючи місце поруч із такими державами, як Афганістан, Сирія та Боснія і Герцеговина. Масштаби мінної небезпеки створюють значний ризик для населення, ускладнюють відновлення інфраструктури та розвиток сільського господарства, а також становлять серйозний виклик для екологічної безпеки країни [7, 9].

Біологічне забруднення ґрунту внаслідок воєнних дій є важливою екологічною проблемою, яка має значний вплив на природні екосистеми, аграрну продуктивність і здоров'я населення. Одним із основних джерел біологічного забруднення ґрунту є залишки органічного походження, які утворюються внаслідок загибелі тварин, людей або пошкодження рослинності. Через стихійні поховання вбитих окупантів фронтові території «перетворюється на один великий могильник». У процесі розкладу цих залишків у ґрунті накопичуються хвороботворні патогенні мікроорганізми, які можуть спричиняти розповсюдження інфекцій. Вирощувати сільськогосподарські культури на такій землі буде в подальшому суворо заборонено [5, 35].

Руйнування інфраструктури, зокрема каналізаційних систем, призводить до потрапляння неочищених стоків у ґрунт. Це стає джерелом фекального забруднення, що створює умови для поширення патогенних бактерій, вірусів та паразитів. Крім того, війна сприяє поширенню інвазивних видів, які можуть потрапляти в ґрунт разом із військовою технікою або матеріалами. Це призводить до порушення природного мікробіологічного балансу ґрунту.

Наслідки біологічного забруднення ґрунту проявляються у зниженні його родючості, знищенні корисної мікрофлори та накопиченні токсичних органічних речовин. Забруднені ґрунти стають джерелом розповсюдження інфекційних захворювань, таких як холера, сальмонельоз, кишкові інфекції тощо. Також порушення структури ґрунту і втрата його здатності до самоочищення призводять до деградації екосистем. У підземні води потрапляють небезпечні патогени, що загрожує якістю питної води [38].

Такі зміни мають довгостроковий вплив на сільське господарство, зокрема

позначаються на зниженні врожайності та якості продукції. Тому реабілітація ґрунтів повинна включати ефективні біотехнології, санітарні методи та постійний моніторинг для забезпечення сталого розвитку постраждалих територій.

3.2. Екологічна оцінка пошкодженого ґрунтового покриву спричиненого воєнними діями на прикладі Харківської області

Результати досліджень дистанційного зондування Землі показали, що бойові дії значно впливають на ландшафти. Цей вплив пов'язаний із переміщенням військових підрозділів, рухом важкої техніки, будівництвом та руйнуванням оборонних споруд, мінуванням територій, виникненням пожеж, хімічним і фізичним забрудненням, а також прямими наслідками бойових зіткнень на полях битв.

Найбільший вплив на ландшафти спричиняють обстріли та бомбардування, які завдають шкоди як через безпосередні вибухи боєприпасів, так і внаслідок руйнування промислових об'єктів. Особливо інтенсивні бойові дії у Харківській області призвели до суттєвого пошкодження окремих складових ландшафту, зокрема цінного ґрунтового покриву (рис. 3.8.).

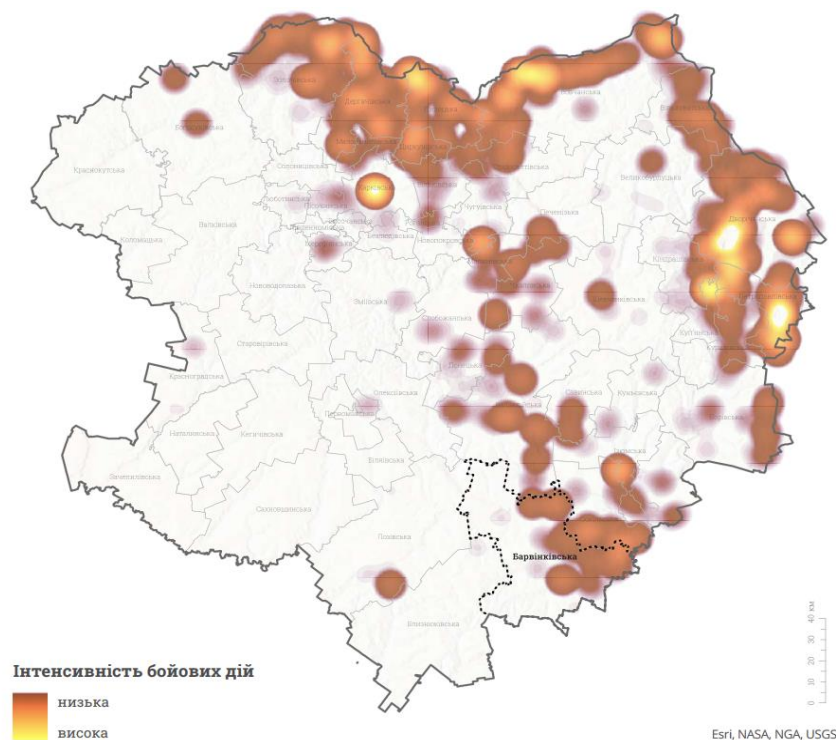


Рис. 3.8. Інтенсивність бойових дій на території Харківської області в період 2022 – 2024 рр.

Висока інтенсивність проведених бойових дій спричинила утворення бомботурбованих, докорінно змінених через обстріли, белігеративних форм ландшафту. Такі докорінні зміни пошкоджених ландшафтів мають бути враховані під час планування відновлення та розвитку територій (дод. Б).

У межах досліджуваної території Харківської області було ідентифіковано 420 615 кратерів, із середньою щільністю 66 вирв на 1 км² орних земель. Найвищу концентрацію кратерів зафіксовано в межах Оскільської (187 170), Барвінківської (60 370) та Балаклійської (52 312) територіальних громад (рис. 3.9). Таким чином, найбільша щільність вирв спостерігається у південних районах області, зокрема вздовж колишньої лінії розмежування. Діаметр виявлених кратерів варіюється від 0,5 до 26,1 м (табл. 3.3).

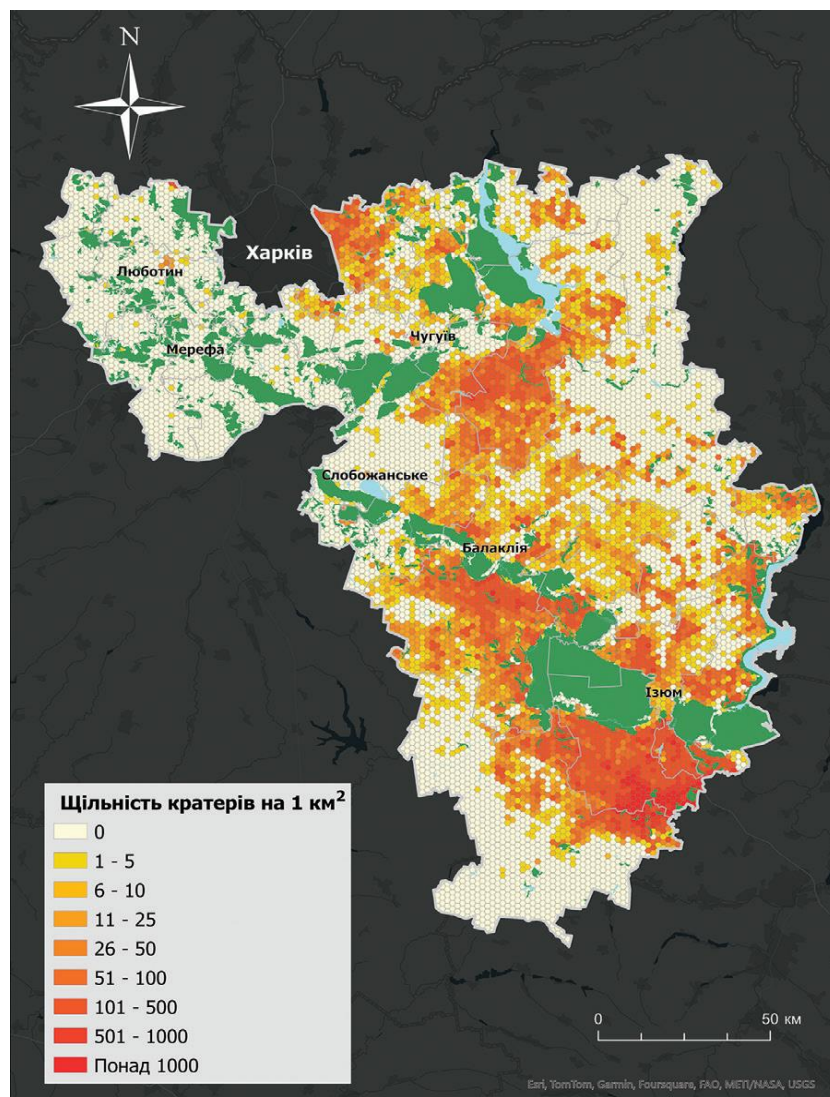


Рис. 3.9. Щільність кратерів на території найбільш пошкоджених територіальних громад Харківської області на 1 км²

Таблиця 3.3. – Кількість дешифрованих вирв у розрізі територіальних громад Харківської області

Район	Територіальна громада	Кількість кратерів	Щільність кратерів на 1 км ²	Оціночний об'єм переміщеного ґрунту, м ³
Богодухівський	Богодухівська	8	0,2	114
Богодухівський	Валківська	5	0,0	4
Ізюмський	Балаклійська	52 312	64,7	138 703
Ізюмський	Барвінківська	60 370	63,8	363 641
Ізюмський	Борівська	5 822	68,0	4 040
Ізюмський	Донецька	2 616	15,6	27 323
Ізюмський	Ізюмська	30 614	166,1	109 342
Ізюмський	Куньєвська	5 637	25,2	12 835
Ізюмський	Оскільська	187 170	534,1	321 857
Ізюмський	Савинська	8 982	35,4	48 147
Куп'янський	Великобурлуцька	196	0,7	2 099
Куп'янський	Курилівська	2 764	30,6	1 535
Куп'янський	Шевченківська	4 511	6,5	9 711
Чугуївський	Зміївська	9	0,0	49
Чугуївський	Малинівська	7 887	62,0	37 702
Чугуївський	Новопокровська	760	9,8	481
Чугуївський	Печенізька	4 852	19,9	8 835
Чугуївський	Слобожанська	951	3,6	10 463
Чугуївський	Старосалтівська	2 911	12,0	8 141
Чугуївський	Чкаловська	30 465	99,6	125 079
Чугуївський	Чугуївська	2 221	20,1	4 605
Харківський	Безлюдівська	26	0,6	76
Харківський	Височанська	4	0,3	1
Харківський	Вільхівська	11 445	77,4	99 440
Харківський	Люботинська	97	2,0	254
Харківський	Мереф'янська	2	0,1	87
Харківський	Нововодолазька	5	0,0	32
Харківський	Південноміська	2	0,1	39
Харківський	Пісочинська	7	0,2	4
Харківський	Роганська	1 118	25,2	1 318
Харківський	Солоницівська	235	2,8	880
Усього		420 615	66,0	1 336 840

Загальний обсяг ґрунту, переміщеного внаслідок детонації боєприпасів на досліджуваній території, оцінюється в 1 336 840,9 м³ (208,3 м³/км²) на основі

глибини утворених кратерів та 1 297 275,0 м³ (202,1 м³/км²) на основі маси бойових частин вибухових пристроїв.

Площа ґрунтів, що зазнали бомбтурбації, становить 4 212,6 га, що відповідає 0,7 % від загальної площі орних земель досліджуваної території (табл. 3.4).

Таблиця 3.4. – Площа бомбтурбованих і потенційно забруднених (засмічених) ґрунтів територіальних громад Харківської області

Район	Територіальна громада	Площа бомбтурбованих ґрунтів, га	Частка бомбтурбованих ґрунтів, %	Площа потенційно забруднених ґрунтів, га	Частка потенційно забруднених ґрунтів, %
Богодухівський	Богодухівська	0,1	0,0	1,6	0,03
Богодухівський	Валківська	0,02	0,0	0,3	0,0
Ізюмський	Балаклійська	381,3	0,5	3 496,9	4,33
Ізюмський	Барвінківська	646,9	0,7	4 327,8	4,5
Ізюмський	Борівська	28,1	0,3	257,5	3,0
Ізюмський	Донецька	40,3	0,2	430,1	2,6
Ізюмський	Ізюмська	611,2	3,3	2 071,8	11,2
Ізюмський	Куньєвська	36,9	0,2	318,7	1,4
Ізюмський	Оскільська	1 651,2	4,7	9 702,3	27,7
Ізюмський	Савинська	98,4	0,4	919,9	3,6
Куп'янський	Великобурлуцька	2,9	0,01	36,3	0,1
Куп'янський	Курилівська	13,5	0,1	125,2	1,4
Куп'янський	Шевченківська	34,9	0,1	326,5	0,5
Харківський	Безлюдівська	0,2	0,0	2,1	0,1
Харківський	Височанська	0,02	0,0	0,2	0,02
Харківський	Вільхівська	147,7	1,0	1 369,9	9,3
Харківський	Люботинська	0,7	0,01	8,6	0,2
Харківський	Мереф'янська	0,2	0,01	3,3	0,1
Харківський	Нововодолазька	0,1	0,0	0,5	0,0
Харківський	Південноміська	0,01	0,0	0,1	0,0
Харківський	Пісочинська	0,03	0,0	0,9	0,03
Харківський	Роганська	6,9	0,2	52,6	1,2
Харківський	Солоницівська	1,6	0,02	10,8	0,1
Чугуївський	Зміївська	0,1	0,0	0,7	0,0
Чугуївський	Малинівська	119,2	0,9	801,8	6,3
Чугуївський	Новопокровська	3,8	0,1	29,4	0,4
Чугуївський	Печенізька	39,7	0,2	376,2	1,5
Чугуївський	Слобожанська	16,3	0,1	161,7	0,6
Чугуївський	Старосалтівська	20,3	0,1	205,7	0,8
Чугуївський	Чкаловська	297,9	1,0	3 100,6	10,1
Чугуївський	Чугуївська	12,3	0,1	128,1	1,2
Усього		4 212,6	0,7	28 268,2	4,4

У той же час площа ґрунтів, потенційно забруднених внаслідок бойових дій, оцінюється у 28 268,2 га, або 4,4 % від площі орних земель. Найвищий рівень бомбтурбації зафіксовано у територіальних громадах з максимальною концентрацією кратерів: Оскільській (4,7 % площі орних земель), Ізюмській (3,3 %) та Вільхівській (1,0 %) громадах.

Варто зазначити, що зображення кратерів на супутникових знімках може варіюватися залежно від типу використаної зброї. Наприклад, на рис. 3.10 б продемонстровані наслідки, ймовірно, обстрілів великокаліберними снарядами чи ракетами. Ці об'єкти вирізняються значно більшими розмірами порівняно з іншими дешифрованими кратерами. Крім того, вони мають характерні кольорові особливості: у центрі видно темно-сіру ділянку, обрамлену світлим ореолом. Такий контраст у забарвленні вказує на глибину кратера: темний відтінок у центрі є тінню, а світле обрамлення — це схили вирви, утворені підґрунтовими породами світлого кольору.



Рис. 3.10. Приклади візуального дешифрування пошкоджених ґрунтів:

a – знімок Planet від 02.09.2022 р.; *б* – знімок Planet від 17.09.2022 р.

Найбільший вплив бойових дій на ландшафти території Барвінківської громади спричинений обстрілами та бомбардуваннями, які призвели до утворення численних кратерів. Їх ідентифікація здійснювалася методом візуального дешифрування. Для аналізу було використано супутникові дані Sentinel-2 (роздільна здатність 10 м) і PlanetScope (4,5 м), що забезпечують повне охоплення території

громади. У дослідженні враховували всі безхмарні знімки, отримані протягом 2022 року – періоду найінтенсивніших обстрілів. Додаткова верифікація проводилася за допомогою окремих сцен супутникових знімків Махаг та Astraea (рис. 3.11).

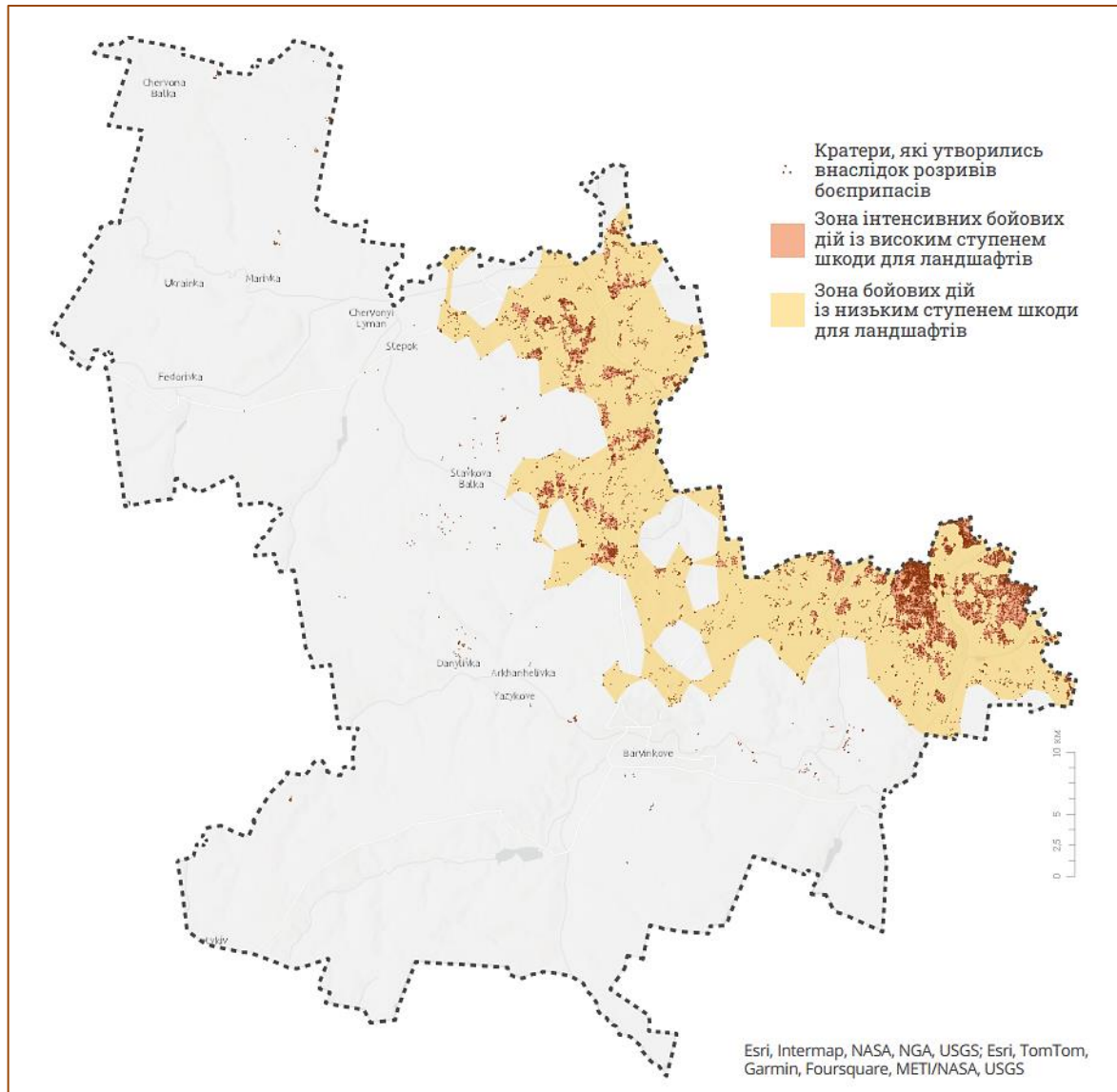


Рис. 3.11. Зони бойових дій та утворення кратерів на території Барвінківської громади Харківської області впродовж 2022 року

На основі щільності кратерів і ступеня шкоди для ландшафтів територія громади була поділена на дві зони:

– *зона інтенсивних бойових дій*, де зафіксовано найзначніший вплив на ландшафти, включаючи зміни біорізноманіття, забруднення, зміну рельєфу, замінування та залишення територій без догляду.

– *зона менш інтенсивних бойових дій*, яка характеризується значно меншим

впливом на ландшафти, переважно через засмічення уламками боєприпасів і локальні трансформації.

Руйнації ґрунтового покриву спричинені російською агресією потребують відповідної екологічної оцінки яка б диференціювала такі території по категоріям та рівням пошкодження. Для цього у кваліфікаційній роботі було розроблено та запропоновано підходи та критерії, що дозволяють оцінити ступінь деградації та пошкодження земель внаслідок воєнних дій з подальшим їх використанням та необхідними проведеними заходим . Така екологічна оцінка дає змогу визначити ступінь пошкодження ґрунтового покриву та розробити дієві стратегії його відновлення. При цьому особливий акцент зроблено на агрохімічному аналізі ґрунтів, забруднених важкими металами та вибуховими речовинами (табл. 3.5).

Для більш точного оцінювання та візуалізації рівня пошкодження ґрунтового покриву внаслідок воєнних дій нами використано метод порівняння супутникових знімків, отриманих за допомогою технологій компанії Maxar Technologies з відповідною шкалою рівня пошкоджень від мінімального – П1 до максимального – П5. Такий підхід дозволяє проаналізувати зміни, що сталися на конкретній території, шляхом порівняння зображень до та після бойових дій. До того ж така шкала відповідає рівню пошкодження ґрунту запропонованому в табл. 3.5. Завдяки високій просторовій роздільній здатності супутників Maxar можна виявити деталі руйнувань, такі як утворення кратерів, порушення структури ґрунту та інші наслідки, що впливають на екологічний стан земель. Це значно полегшує інтерпретацію даних та допомагає формувати стратегії відновлення пошкоджених територій (рис. 3.12.).



Рис. 3.12. Візуальна оцінка ступеня деградації земель Барвінківської громади Харківської області, спричиненої бойовими діями різних масивів
(фото зроблені супутниками компанії Maxar Technologies)

Таблиця 3.5. – Ступень пошкодження земель внаслідок воєнного впливу [41, 52]

Рівень пошкодження (% площі ділянки)	Категорії придатності земель	Характеристика забруднення ґрунтів	Ємність буферизації, фільтрації та розкладання	Зменшення потужності ґрунтового профілю (%)	pH ґрунту	P, K вміст поживних речовин	Проникність ґрунту	Зменшення запасів гумусу, % від вихідних значень	Рівень ґрунтових вод (гідроморфність)	Глибина промийної поверхні, см	Площа «викинутої» ґрунтової породи, % від загальної площі	Використання	Необхідні заходи
Пошкодження дуже низького рівня до 10% площі ділянки	Безумовно придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунті знаходиться в межах фонових значень	Висока буферність	<3	Слабкисла (pH 4-4,5)	Оптимальний вміст поживних речовин	Швидка і дуже швидка проникність (>15 см/год)	<10	Негідроморфні	<20	0-2	Ведення сільськогосподарської діяльності. Вирощування будь-яких культур.	Не потрібні
Пошкодження низького рівня 10-25% площі ділянки	Придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунті перевищує фонове значення, але не вище ГДК	Середня /висока буферність	3-25	(pH 3,5-4) або (pH 4,5-5)	Достатній вміст поживних речовин	Помірно швидка проникність (5-15 см/год)	10-20	Низька гідроморфність	20-40	3-5	Використання під будь-які культури за умови контролю за якістю сільськогосподарської продукції	Проведення агротехнічних заходів по зменшенню надходження металів у продукцію (вапнування, застосування органічних і мінеральних добрив)
Пошкодження середнього рівня 25-50% площі ділянки	Мало придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунтах перевищує ГДК при лімітуючому транслокаційному показнику.	Середня буферність	26-50	(pH 3-3,5) або (pH 5-5,5)	Середній вміст поживних речовин	Помірна проникність (1,5-5 см/год)	21-40	Гідроморфний	41-100	6-10	Використання під технічні культури без отримання на них продуктів харчування та кормів; Використання під сінокоси і пасовища з нормованим випасом	Фіторемедіація, підбір сільськогосподарських культур, що не накопичують забруднюючі речовини. Проведення агротехнічних заходів.

Продовження таблиці 3.5.

Рівень пошкодження (% площі ділянки)	Категорії придатності земель	Характеристика забруднення ґрунтів	Ємність буферизації, фільтрації та розкладання	Зменшення потужності ґрунтового профілю (%)	pH ґрунту	P, K вміст поживних речовин	Проникність ґрунту	Зменшення запасів гумусу, % від вихідних значень	Рівень ґрунтових вод (гідроморфність)	Глибина промоїн відносно поверхні, см	Площа «викинутої» ґрунтової породи, % від загальної площі	Використання	Необхідні заходи
Пошкодження високого рівня 50-75% площі ділянки	Умовно придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунтах перевищує ГДК по більшості дослужуваних забруднюючих речовинах	Низька буферність	51-75	(pH < 3) або (pH 5,5–6)	Низький вміст поживних речовин	Повільна і помірно повільна проникність (0,15–<1,5 см/год)	41-80	Середні гідроморфні	101-200	11-25	Використання під культурні пасовища; вирощування ефіроолійних культур	Протиерозійні, гідротехнічні, фізичні та хімічні рекультивациі. Виключити вирощування культур для продовольчих цілей.
Пошкодження катастрофічного рівня 75-100% площі ділянки	Не придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунтах перевищує ГДК по всім показникам	Дуже низька буферність	>75	(pH > 6,5)	Дуже низький вміст поживних речовин	Непроникний; дуже повільна проникність (<0,15 см/год)	>80	Дуже гідроморфний	>200	>25	Вилучення із сільськогосподарського використання. Консервація	Природне відновлення

Окрім зроблених супутникових знімків методом порівняння, можна також оцінити ступень деградації земель, спричинено бойовими діями зроблених FPV дронами. Яскравим прикладом є фото з архіву ЗСУ на якому зображено пошкоджені та забруднені поля Барвінської громади Харківської області внаслідок воєнних дій, які можна віднести до категорії П-4 (рис. 3.13.).



Рис. 3.13. Знищені поля Барвінківської громади внаслідок воєнних дій, які віднесені до категорія П-4 (фото з архіву ЗСУ зроблене FPV дронами)

Війна спричиняє значні деградаційні зміни у ґрунтовому покриві, які проявляються втратою гумусу та поживних речовин, розвитком водної та повітряної ерозії, замулюванням і утворенням ґрунтової кірки, переущільненням структури, забрудненням нафтопродуктами, пестицидами, радіонуклідами та важкими металами. До негативних наслідків також належать підкислення, заболочення та, найважливіше, скорочення біорізноманіття. Ґрунтова екосистема є однією з найбільш постраждалих складових довкілля під час війни. Чим довше тривають бойові дії, тим масштабнішими стають ці руйнівні наслідки. За таких умов здійснення екологічної оцінки методом ДЗЗ є важливим заходом до відновлення та реабілітації пошкодженого ґрунтового покриву.

3.3. Заходи з рекультивації та відновлення земель сільськогосподарського призначення пошкоджених воєнними діями

Відновлення родючості пошкоджених ґрунтів і їх повернення до використання неможливе без комплексного підходу. Розмінування або засипання вирв є лише початковими кроками. Для кожної ділянки, залежно від ступеня руйнування, необхідно обирати оптимальні методи реабілітації. Прискорення процесу можливе, однак це вимагає значних ресурсів і зусиль. Використання сучасних біотехнологій передбачає не лише значний часовий резерв, але й вагомні фінансові вкладення у дослідження. Інвестиції в інноваційні технології можуть гарантувати стійкий розвиток та екологічну безпеку регіону [41, 42].

Усі землі, пошкоджені внаслідок війни, потребують комплексного відновлення та рекультивації. Це передбачає впровадження заходів, спрямованих на відновлення природної родючості, регенерацію ґрунтового покриву та повернення їх до стану, придатного для господарської діяльності.

Відновлення сільськогосподарських земель має здійснюватися після повного завершення воєнних дій та проведення розмінування території, у суворій відповідності до проектів землеустрою, спрямованих на рекультивацію пошкоджених ділянок. Для цього необхідно використовувати картографічні матеріали, отримані шляхом аналізу космічних знімків, з метою точного визначення площ постраждалих територій. Це дозволить провести детальне ґрунтово-агрохімічне обстеження, розробити відповідні технологічні заходи з рекультивації, визначити майбутнє використання земель та обсяг необхідних охоронних робіт. Вибір методів рекультивації та напрямків подальшого використання територій базується на характері пошкоджень, агрохімічних і фізичних властивостях ґрунту, а також на особливостях рельєфу [10, 45].

Вибір оптимального підходу до відновлення територій відіграє ключову роль у визначенні відповідних технологій реабілітації. Залежно від типу та характеру пошкоджень, обираються конкретні методи відновлення, що передбачають оцінку орієнтовної вартості робіт і пошук найбільш ефективних рішень. Раціональний підхід дозволяє підібрати технології, які забезпечать

максимально результативне та економічно обґрунтоване відновлення. Такий підхід є критично важливим для підтримання стійкого розвитку та збереження екологічної безпеки регіону (рис. 3.14).

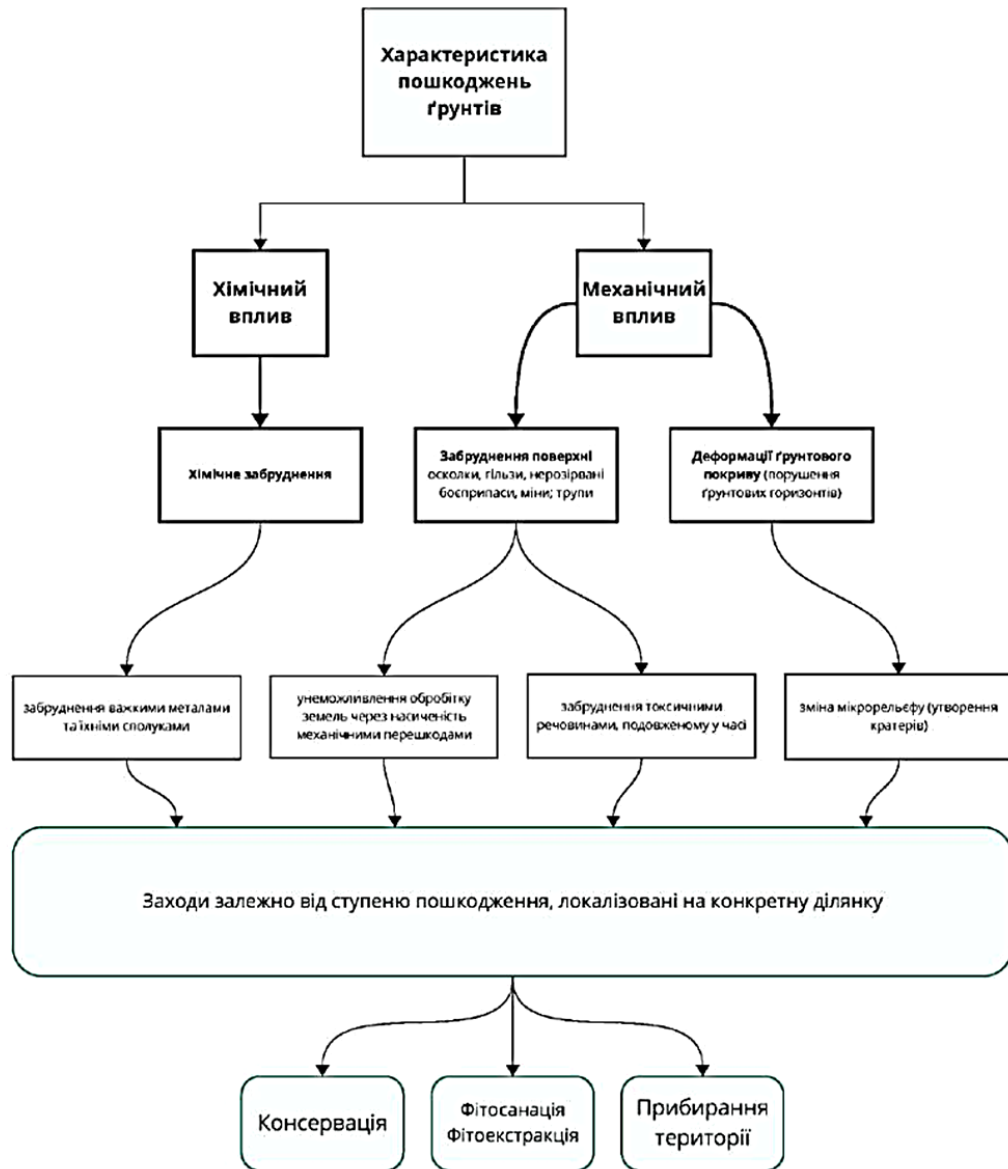


Рис. 3.14. Технології відновлення сільськогосподарських земель залежно від типу пошкоджень

Процес рекультивації земель, пошкоджених внаслідок військової агресії росії, після завершення розмінування території та отримання необхідного дозволу, включає чотири ключові етапи, кожен з яких має важливе значення для повного відновлення ґрунтів і їхнього повернення до сільськогосподарського використання (табл. 3.6).

Таблиця 3.6. – Основні етапи та види робіт, пов'язані з рекультивацією земель, пошкоджених унаслідок військової агресії росії

Етап	Види робіт
Підготовчий	Обстеження порушених земель (дистанційні та наземні методи), складання техніко-економічних обґрунтувань і технічних робочих проектів із рекультивації.
Технічний	Для вирв глибше 1 м – засипання піском (для уникнення <u>просадкових</u> явищ до глибини 1 м від поверхні землі), потім ґрунтотворною породою до глибини 40–60 см від поверхні, далі ґрунтовою масою із цієї земельної ділянки (край поля, лісосмуга тощо).
	Для вирв завглибшки менше 1 м (залежно від об'єму вивернутої породи й ґрунту) – прошарок піску, ґрунтова маса та/або порода, що вивернута на поверхню, за можливості ґрунтова маса із цієї земельної ділянки (край поля, лісосмуга тощо).
Біологічний (у разі використання земель у сільськогосподарському виробництві)	Включає комплекс агротехнічних і <u>фітомеліоративних</u> заходів, спрямованих на поліпшення агрофізичних, агрохімічних, мікробіологічних, біохімічних та інших властивостей ґрунтів земельної ділянки.
Консервація	Припинення господарського використання на визначений термін та залуження або залісення деградованих і малопродуктивних земель, господарське використання яких є екологічно та економічно неефективним, а також техногенно забруднених земельних ділянок, на яких не можна одержувати екологічно безпечну продукцію

Для відновлення земель, пошкоджених унаслідок військової агресії Росії, необхідно здійснити їх інвентаризацію, забезпечити методологічну та інституційну підтримку заходів з рекультивації та консервації, а також розробити й реалізувати відповідні пілотні проекти з очищення та реабілітації територій.

Для відновлення земель, що постраждали від війни, традиційні методи підвищення родючості ґрунтів необхідно доповнювати інноваційними підходами, такими як біоремедіація. Ця технологія спрямована на зменшення концентрації важких металів, стимулювання відновлення мікробіологічних процесів, зменшення ущільнення ґрунту та усунення наслідків нафтового забруднення. Використання забруднених земель без відповідної обробки є недоцільним, оскільки воно несе значні ризики для навколишнього середовища та здоров'я.

Для ефективного відновлення ґрунтового покриву і запобігання подальшій

деградації застосовуються дві основні стратегії: рекультивація та консервація. Вибір найбільш підходящих методів залежить від характеру і рівня забруднення, передбачуваного способу використання землі, а також економічної доцільності та ефективності застосованих технологій. Пріоритетне визначення цих стратегій є критично важливим для забезпечення стійкого відновлення пошкоджених територій та підтримання екологічної безпеки в регіоні [48].

Експерти рекомендують застосовувати метод консервації для реабілітації земельних ділянок, ступінь пошкодження яких перевищує 75%. Цей підхід передбачає тимчасове або постійне виключення таких територій з господарського обігу, що створює умови для їх природного відновлення за мінімального антропогенного втручання. Тривалість періоду консервації визначається залежно від стану конкретної ділянки та поставлених цілей щодо її відновлення. Такий підхід є одним із найбільш ефективних засобів забезпечення довгострокової екологічної стабільності та відновлення ґрунтової родючості. Наприклад, повернення деградованих сільськогосподарських земель у природний стан степу може слугувати ефективною стратегією для збереження їх екосистемних функцій [50].

Загалом необхідно впроваджувати комплексний підхід до рекультивації земель, який включає такі ключові заходи:

- проведення всебічної еколого-геохімічної оцінки ґрунтів у повоєнних ландшафтах для детального аналізу їхнього стану та визначення пріоритетності заходів з відновлення;
- діагностику біологічної активності ґрунтових проб із зон бойових дій, а також визначення рівня фітотоксичності (здатності хімічних речовин чинити токсичний вплив на рослини) у лабораторних умовах;
- розроблення схем застосування комплексних мікробних біотехнологій, враховуючи стан ґрунту, наявність токсичних речовин і можливості проведення обробки;
- створення планів консервації найбільш пошкоджених земель, де економічна доцільність інших заходів низька, а відновлення природним шляхом

є найбільш ефективним підходом.

Метою рекультивації є відновлення ґрунтового середовища та зменшення хімічного впливу на флору, забезпечуючи придатність земель для подальшого використання. Вибір методів залежить від типу забруднення, призначення ділянки, властивостей ґрунту, кліматичних умов і доступності технологій. Рекультивація може включати біологічні, хімічні та фізичні методи, а правильний підхід є ключовим для екологічної стабільності [36].

Рекультивація відіграє ключову роль у відновленні ґрунтів та їхньої родючості. Однак перед її здійсненням необхідно оцінити економічну та екологічну ефективність заходів. У деяких випадках може бути доцільніше залишити пошкоджені землі для природної регенерації, відмовившись від їх подальшого використання в сільському господарстві. Методи рекультивації враховують наслідки фізичного та механічного впливу на ґрунти (табл. 3.7.).

Таблиця 3.7. – Технології рекультивації ґрунтів внаслідок фізичного та механічного впливу

Технологія	Зміст	Переваги	Обмеження	Тип забруднення	Сценарії використання ділянок
Осушувальна меліорація	Дренажні роботи для відведення ґрунтових вод з наступним очищенням	Низька вартість, мінімальне порушення ґрунту	Роботи мають враховувати ландшафтно-геохімічні умови території та глибину залягання ґрунтових вод	Просідання; підтоплення	Вирощування багаторічних трав, кормових культур; поєднання переривчастого борознування й лункування разом із щільюванням та кротуванням; мульчування (гноєм, соломою, лісовою підстилкою, торфом, стернею та післяжнивними рештками)
Зрошувальна меліорація	Вологозберігаючі заходи та гідротехнічні прийоми подачі води і перетворення її в ґрунтову вологу	Активізація діяльності мікроорганізмів; підвищення розчинності	Вторинне засолення; змитість; осідання,	Висушування; ущільнення	Чергування культур у сівозімінах; регулярне внесення гною, компостів, солом, інших органічних добрив, відкритих прототів, рихлення і полив
Агротехнічна меліорація	Послаблення поверхневого стоку і переведення його у внутрішньо-ґрунтовий	Регулювання водно-повітряного, поживного, температурного режимів, підвищення акумулюючої і водопоглинаючої здатності ґрунтів; інтенсифікація педогенезу	Засолення, осідання; необхідний моніторинг за станом кисло-лужної реакції	Водна ерозія, вторинне засолення, осолонцювання і зліттизація; виснаження і порушення органопрофілю (кратери вибуху); забруднення продуктами пролізу	Відновлення природним шляхом або залісення. При неглибоких кратерах до 0,5-1 м заасипання ґрунтовою масою, близькою до природних горизонтів. Внесення гіпсу, застосування фізіологічно кислих і сірковмісних добрив, введення в сівозімну багаторічних трав. Терасування, контурна оранка, вибір сільськогосподарських культур, правильний сільськогосподарський обробіток під час оранки
Лісотехнічна меліорація	Зменшення швидкості вітру в приземному шарі, повернення в ґрунт втрачених поживних елементів	Покращення кліматичних умов; зниження дефіциту вологи; скорочення витрат на випаровування; вагомий протиерозійний ефект	Трудомісткість виконання меліоративних робіт	Вітрова дефляція і вивування	Задерніння, ґрунтозахисні сівозіміни в різноглибинному обробітку (просапні культури і посіви багаторічних трав); обробіток ґрунту плоскорізами і сівба зернових культур спеціальними стерньовими сівалками
Прибирання території	Механічне очищення поверхні, підтримання санітарного стану	Швидке видалення відходів бойової діяльності	Загроза геохімічного забруднення та створення сміттєзвалищ	Засмічення (захарщення)	Заходи з очищення токсичних відходів; використання під будь-які культури за умови контролю якості сільськогосподарської продукції

Українськими фахівцями визначили орієнтовну вартість впровадження різних технологій відновлення ґрунтів, залежно від їхньої складності, обсягу обробки та умов застосування. У таблиці 3.8. наведені основні методи, такі як землеустрій, стабілізація, фітосанація, компостування та інші, разом із вартісними оцінками кожної технології. Ця інформація є важливою для планування відновлювальних заходів і врахування економічної доцільності кожного з методів.

Таблиця 3.8. – Орієнтовна вартість використання технологій відновлення ґрунтів

№	Технологія	Орієнтовна вартість
1	Землеробство	Лабораторні дослідження від 20 000 USD (1 м ³), пілотні дослідження від 100 000 USD; Обробка 1 м ³ ґрунту до 100 USD
2	Стабілізація	Вартість технології з реагентами складає (за 1 м ³) від 50 USD до 120 USD – для поверхневих забруднень, від 200 USD для глибинних. Окремо закладається вартість на обладнання від 200000 USD залежно від особливостей території, вартості електроенергії
3	Фітосанація	Вартість 1 га потужністю 0,5 м ґрунту складає від 150 USD до 250000 USD
4	Компостування	Вартість технології залежить від кількості обробленого ґрунту, доступності добавок, типу забруднюючих речовин і складає 200 USD за 1 м ³ при обробці 20000 м ³ ґрунту
5	Хімічне вилуговування (промивання)	Вартість технології складає від 30 USD до 300 USD за 1 м ³ ґрунту з урахуванням типу та концентрації речовин, що входять в склад розчину
6	Термічна десорбція	Вартість обробки складає від 10 до 70 USD за 1 м ³ ґрунту. Пілотні дослідження сягають затрат від 10000 USD. Концентрація забруднень, ландшафтно-геохімічні умови визначають верхню межу вартості
7	Хімічна екстракція	Вартість технології оцінюється від 150 USD до 500 USD за 1 м ³ ґрунту
8	Хімічне окислення/відновлення	Вартість всього процесу оцінюється в межах від 200 до 500 USD за тону обробленого ґрунту без врахування затрат на аналітичні дослідження
9	Захоронення	Вартість 1 т складає від 1000000 USD

Одним із дієвих методів очищення є фітореMediaція, яка передбачає видалення токсикантів із ґрунтів за допомогою рослинної біомаси (вегетативної маси, насіння) (рис. 3.15). Завдяки низькому рівню накопичення забруднювачів у нектарі та пилку, що слугують кормом для медоносних бджіл і сировиною для продукції бджільництва, доцільним є використання цього методу на забруднених територіях. Зокрема, перспективним є вирощування на таких ґрунтах нектаропилконосних та енергетичних культур із подальшим видаленням і утилізацією їхньої вегетативної маси [10, 29].

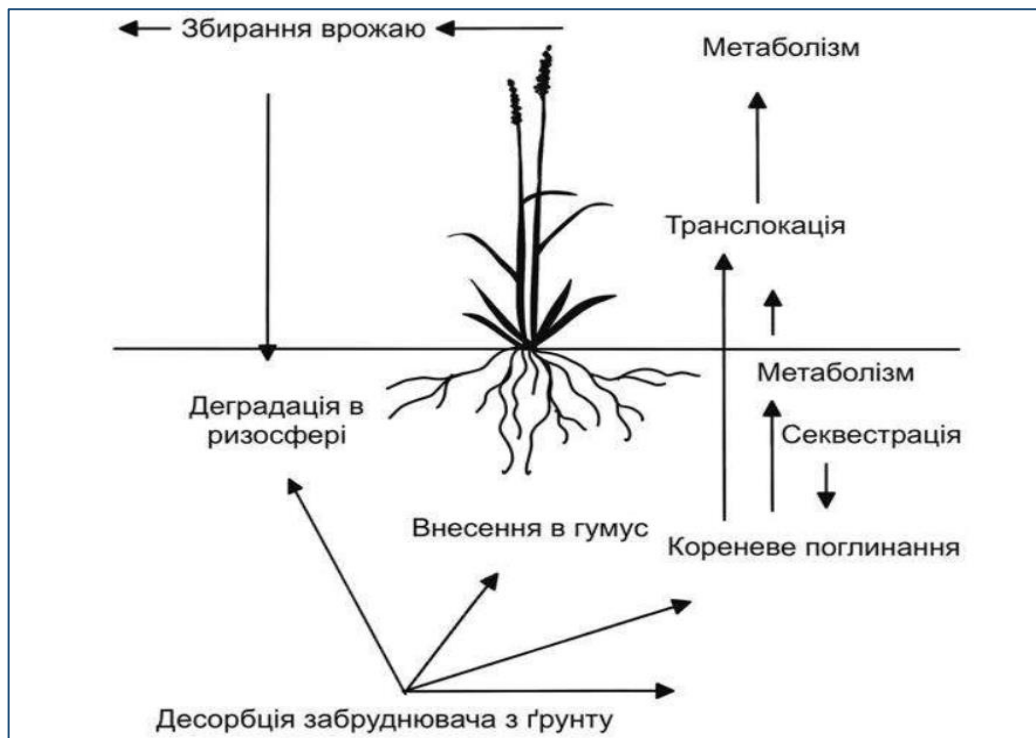


Рис. 3.15. Схема видалення забруднювачів із ґрунту методом фітореємедіації

З огляду на вибагливість нектаропилконосних рослин до природно-кліматичних умов досліджуваного регіону, найперспективнішою виявилася культура буркуну білого. Ця рослина вирізняється низькою потребою у вологості, що є важливою перевагою для степових умов, а також високою нектаропродуктивністю, яка становить інтерес для бджільництва.

У ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії» імені О.Н. Соколовського НАН України розроблено методи фітореємедіації та відновлення деградованих ґрунтів через вирощування енергетичних культур, зокрема Міскантусу (*Miscanthus Giganteus*) [30]. Ця культура, яка добре пристосована до посушливих умов Степу, не потребує щорічної оранки протягом 24-27 років, не вимагає використання засобів захисту рослин і добрив, а вже на третій рік здатна забезпечувати до 16,5-24,8 тонн сухої біомаси з гектара. Це робить її ефективним джерелом доступної біоенергії, що сприяє енергетичній незалежності територіальних громад і розвитку зеленої енергетики в Україні (рис. 3.16).

Крім цього міскантус ефективно поглинає та фіксує важкі метали, радіонукліди, видаляє органічні забруднювачі, сприяє накопиченню вуглецю,

покращує фізико-хімічні властивості ґрунту та запобігає його ерозії. Особливу екологічну та економічну цінність має його використання для рекультивації ґрунтів, забруднених токсичними важкими металами після воєнних дій [27].



Рис. 3.16. Міскантус – багаторічна енергетична рослина, що вирізняється посухостійкістю та здатністю до відновлення деградованих ґрунтів

Ще однією перевагою Міскантуту є те, що він сприяє формуванню органічного горизонту в ґрунті:, оскільки він є багаторічною травою то під ним буде позитивний баланс по гумусу. Одного разу висаджений міскантус залишається на ділянці щонайменше 20 років. Він не створює конкуренції іншим рослинам і не поширюється на сусідні території, оскільки розмножується не насінням, а кореневищами (ризомами).

Застосування методу фіторемедіації з використанням міскантусу для реабілітації та відновлення пошкоджених воєнними діями ґрунтів є надзвичайно перспективним та доступним заходом в наших реаліях, що може стати добрим поштовхом для розвитку пост окупованих регіонів України.

Розділ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Безпека праці під час воєнного стану

Згідно з Законом України «Про Охорону Праці» такі положення як умови праці на робочому місці, стан засобів індивідуального та колективного захисту, санітарно-побутові умови, безпека механізмів, процесів та засобів виробництва, що застосовуються працівником, повинні відповідати усім нормам діючого законодавства [24].

Проте під час воєнного стану в Україні діють спеціальні нормативно-правові акти, що регулюють трудові відносини та охорону праці. Основним документом є Закон України «Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану» від 15 березня 2022 року № 2136-IX. Цей закон визначає особливості трудових відносин на період дії воєнного стану, включаючи питання безпеки праці.

Згідно з цим законом, роботодавці зобов'язані забезпечувати безпечні умови праці, навіть в умовах воєнного стану. Це включає проведення інструктажів щодо дій під час повітряної тривоги, навчання надання першої домедичної допомоги та забезпечення засобами індивідуального захисту.

Для уникнення чи мінімізації наслідків небезпек під час воєнного стану та забезпечення конституційних прав працівників законодавство зобов'язує роботодавця забезпечувати виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються [25].

Основними заходами щодо запобігання нещасним випадкам, що стались внаслідок ведення бойових дій під час виконання працівниками трудових (посадових) обов'язків, є:

- проведення інструктажів для працівників щодо заходів безпеки під час повітряної тривоги;
- забезпечення дієвого контролю за неухильним виконанням працівниками заходів, передбачених у разі отримання сигналу «Повітряна тривога»;

- проведення навчання щодо надання першої домедичної допомоги потерпілим внаслідок ведення бойових дій.

Водночас з метою необхідності правового врегулювання та удосконалення процедури розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві на період дії в Україні режиму воєнного (надзвичайного) стану, Держпраці внесено пропозиції до проєкту постанови Кабінету Міністрів України «Про внесення змін до Порядку розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві», який для внесення зауважень і пропозицій оприлюднено на офіційному вебсайті Держпраці.

Забезпечення засобами індивідуального захисту (далі — ЗІЗ) працівників, як у воєнний стан, так і в мирні часи, роботодавець виконує відповідно до Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці, затверджених наказом Міністерства соціальної політики України від 29.11.2018 № 1804, (далі – Мінімальні вимоги) на роботах зі шкідливими та небезпечними умовами праці, а також роботах, що пов'язані із забрудненням, або тих, що здійснюються в несприятливих метеорологічних умовах, працівникам видаються безоплатно спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту за встановленими нормами, які для роботодавця є обов'язковим мінімумом безоплатної видачі ЗІЗ, з визначенням захисних властивостей ЗІЗ та строків їх використання. Вибір ЗІЗ за характером виконуваних робіт роботодавець здійснює з урахуванням класифікації ЗІЗ відповідно до чинних в Україні національних стандартів [24].

Також роботодавець, враховуючи реальність можливих ризиків для працівників, може додатково, понад встановлені норми, видавати певні засоби індивідуального захисту, зокрема, бронежилети, захисні каски, протигази тощо.

Доцільно враховувати, що в умовах порушення логістичних ланцюжків постачання ЗІЗ, роботодавець може подбати про створення додаткового фонду спецодягу та ЗІЗ заздалегідь.

4.2. Захист населення в умовах надзвичайних ситуацій

Надзвичайні ситуації – це порушення нормальних умов життя і діяльності на об'єкті або території спричинюване аварією, катастрофою, стихійним лихом, великою пожежею, застосуванням засобів ураження що призвели або можуть призвести до великих людських втрат і матеріальних збитків.

Згідно Закону України «Про цивільну оборону України» та «Положення про цивільну оборону України» кожен громадянин держави має право на захист свого життя і здоров'я від наслідків аварій, катастроф, пожеж, стихійного лиха та на вимогу гарантій забезпечення реалізації цього права від Кабінету Міністрів України, міністерств та інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, керівництва підприємства, установ і організацій незалежно від форми власності і підпорядкування [53].

На всіх об'єктах підприємства Цивільна оборона організовується з метою завчасної підготовки їх до захисту від наслідків надзвичайних ситуацій, зниження втрат, створення умов для підвищення стійкості роботи об'єктів та своєчасного проведення рятувальних та інших невідкладних робіт. Відповідальність за організацію і стан цивільної оборони, постійну готовність її сил і засобів до проведення рятувальних та інших невідкладних робіт несе керівник.

Через з повномасштабним воєнним вторгненням росії в Україну дії населення в умовах надзвичайних ситуацій воєнного характеру є пріоритетними. Перш за все потрібно не нехтувати повідомленнями про повітряну тривогу і обов'язково перебувати в укриттях для збереження життя!

За умови розгортання воєнних дій на вашій території при першій можливості покиньте разом із сім'єю небезпечну зону. У разі неможливості виїхати особисто, відправити дітей і родичів похилого віку до родичів, знайомих. Необхідно взяти із собою всі документи, коштовні речі та цінні папери [54].

Підготовку до можливого перебування у зоні надзвичайної ситуації доцільно починати завчасно. Необхідно підготувати «екстрену валізку» з

речами, які можуть знадобитись при знаходженні у зоні НС або при евакуації у безпечні райони. Включіть всі доступні вам засоби зв'язку (радіо, телефон, ТВ, інтернет). Зберігайте спокій. Підготуйтеся до тривалого перебування в укритті із запасом їжі, питної води, медикаментів, автономним опаленням та елементами живлення (акумулятором чи генератором).

Кластерний захист населення під час війни. Упродовж вже трьох років повномасштабної війни росії проти України відбувається спустошення і руйнування нашої держави. Тисячі дорослих та дітей загинули або отримали поранення. Пошкодження цивільної інфраструктури призводили до знищення засобів існування та порушення необхідних соціальних послуг. У поєднанні з тривалим переміщенням це спричинило глибоку гуманітарну кризу та кризу у сфері захисту населення.

За останній рік ситуація в країні ще більше загострилась. Через знищення сіл та міст поблизу лінії фронту гуманітарні потреби в цих районах наразі сягають катастрофічних рівнів. І ця ситуація не покращиться, якщо війна не припиниться. Щодня через удари зазнають руйнувань цілі громади поблизу лінії фронту, унаслідок чого мільйони людей майже не спроможні давати собі ради та залежать від гуманітарної допомоги [54].

У 2024 році завдяки заходам Кластера з питань захисту та його субкластерів планується надати допомогу близько 6,5 мільйона людей в Україні, які потребують допомоги, включаючи 2,2 мільйона внутрішньо переміщених людей, 1,3 мільйона людей, які повернулися до місць постійного проживання, та 2,9 мільйона непереміщених постраждалих від війни людей (55 % жінок, 25 % дітей, 23 % людей похилого віку та 15 % людей з інвалідністю) по всій країні.

Цілі кластера є Забезпечення рівного доступу до основних послуг, реалізації законних прав і прав людини для внутрішньо переміщених людей, непереміщених людей та людей, які повернулися до місць постійного проживання, завдяки заходам у сфері захисту, спрямованим на зміцнення національних систем захисту та спроможностей постачальників послуг і самих громад [54].

ВИСНОВКИ

1. Завдані воєнні дії внаслідок російської агресії чинять непоправну шкоду навколишньому середовищу України. Агресор знищує ліси, степи, забруднює водойми, атмосферу, ґрунти та руйнує цілі екосистеми, що є осередком унікальних видів флори і фауни. Особливо критичною є проблема втрати верхнього родючого горизонту ґрунту, який формувався тисячоліттями. Українські чорноземи пошкоджуються вибухами ракет, артилерійських снарядів, фугасних бомб, КАБІВ, ударів дронів та іншого озброєння, що призводить до створення деградованих белігеративних ландшафтів.

2. Ґрунтовий покрив України здебільшого представлений чорноземами, які займають площу близько 24 млн га. Українські чорноземи становлять приблизно 30% європейських та 9% світових запасів цього типу ґрунту. Найбільші площі земель, які зазнали пошкоджень унаслідок воєнних дій, припадають на чорноземи звичайні (5,0 млн га), південні (2,1 млн га), типові та опідзолені (1,9 млн га), а також лучні та лучно-чорноземні (0,2 млн га). Найбільші площі деградованих ґрунтів, спричинених бойовими діями, характерні для Донецької, Харківської, Луганської, Запорізької та Херсонської областей.

3. У зонах активних бойових дій ґрунти піддалися різним типам деградації, зокрема механічній, фізичній, фізико-хімічній, хімічній та біологічній, а в окремих випадках їхній покрив був повністю знищений. Крім того, через замінування та наявність нерозірваних боєприпасів на 30% території України сільськогосподарські роботи наразі є небезпечними.

4. Запропоновано методика оцінки розміру шкоди, завданої воєнними діями окупаційних військ росії, яка спрямована на прискорення процесів відшкодування та відновлення природного середовища, зокрема цінного ґрунтового покриву. Застосування цієї методики сприятиме не лише оперативному та ефективному відновленню природних об'єктів, але й удосконаленню систем моніторингу стану белігеративних ландшафтів.

5. Надано екологічна оцінку пошкодженого ґрунтового покриву спричиненого воєнними діями на прикладі Харківської області з використанням методу дистанційного зондування Землі. За результатами досліджень встановлено, що найвищу концентрацію кратерів від вибухів снарядів різного калібру було зафіксовано в межах Оскільської (187170), Барвінківської (60370) та Балаклійської (52312) територіальних громад Харківщини. Площа ґрунтів, що зазнали бомбтурбації в цілому по області, становить 4 212,6 га, що відповідає 0,7 % від загальної площі орних земель досліджуваної території.

6. Для проведення ефективної рекультивації доцільно застосувати комплекс організаційних, технічних та біотехнологічних заходів, спрямованих на відновлення ґрунтового покриву, поліпшення стану й продуктивності пошкоджених сільськогосподарських земель. До таких основних методів належать фітосанація, фітоекстракція, фіторемедіація, очищення території, а також агротехнічна меліорація.

7. Представлено основні підходи до реабілітації та відновлення ґрунтів, пошкоджених унаслідок бойових дій. Як перспективний захід з очищення ґрунтів, забруднених хімічними речовинами, радіонуклідами та важкими металами, запропоновано використовувати метод фіторемедіації із застосуванням медоноса буркуну білого та енергетичної культури міскантусу.

8. З метою створення безпечних умов для проведення рекультиваційних робіт першочерговим завданням є розмінування відповідних територій. Після цього, залежно від рівня пошкодження, необхідно приймати обґрунтовані й науково обґрунтовані рішення щодо їх реабілітації чи консервації. Такі заходи повинні мати системний характер та індивідуальний підхід для кожної конкретної земельної ділянки. Це дозволить у майбутньому запобігти деградаційним процесам, таким як ерозія, підтоплення, опустелювання, засолення, підкислення та утворення зсувів, а також зменшити ризики посилення хімічного забруднення, втрати біогенності ґрунтів і зниження їх родючості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балюк С. А. Рациональне використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів: організаційно-економічні, екологічні й нормативно-правові аспекти: колективна монографія / за ред. С. А. Балюка, А. В. Кучера. Харків: Смугаста типографія, 2015. 432 с.
2. Deepak Rawtani, Gunjan Gupta, Nitasha Khatri, Piyush K. Rao, Chaudhery Mustansar Hussain. Environmental damages due to war in Ukraine: A perspective. *Science of The Total Environment*. Volume 850, 2022. 157932. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157932>
3. Василюк О., Норенко К. Вплив військової діяльності на природу України: навч. посіб./ за заг. ред. О. Кравченко. Видавництво «Компанія "Манускрипт"» Львів, 2019. 68 с.
4. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. Київ, 2021. 514 с.
5. Environmental consequences of Russian war in Ukraine. URL: <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/cleanair.org.ua-environmental-consequences-of-russian-war-in-ukraine-war-damages-en-version.pdf>
6. Зацеркляний М, Зацеркляний О, Столевич Т. Процеси захисту навколишнього середовища: підручник. Київ: Фенікс, 2017. 454 с.
7. Maksym Solokha, Paulo Pereira, Lyudmyla Symochko, Nadiya Vynokurova, Olena Demyanyuk, Kateryna Sementsova, Miguel Inacio, Damia Barcelo. Russian-Ukrainian war impacts on the environment. Evidence from the field on soil properties and remote sensing. *Science of The Total Environment*. Volume 902, 2023. 166122. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166122>
8. Інтерактивна мапа війни в Україні. URL: <https://liveuamap.com/uk>
9. Paulo Pereira, Ferdo Bašić, Igor Bogunovic, Damia Barcelo. Russian-Ukrainian war impacts the total environment. *Science of The Total Environment*. Volume 837, 2022. 155865. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155865>
10. Разанов С., Дидів А., Качмар Н., Дацко Т., Іванків М. Екологічна оцінка

впливу війни на ґрунти та основні заходи з їх відновлення. *Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій*: матеріали XXIV Міжнародного науково-практичного форуму. (Львів, 4-6 жовтня 2023 р.). Львів: ЛНУП, 2023. С. 288-291.

11. Врятувати українську землю. Економічна правда. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/05/11/700021/>

12. Фатєєв А. І., Самохвалова В. Л. Детоксикація важких металів у ґрунтовій системі: методичні рекомендації. Харків: КП «Міськдрук», 2012. 70 с.

13. Хімічна меліорація ґрунтів (концепція інноваційного розвитку) / за ред. С. А. Балюка, Р. С. Трускавецького. Харків: «Міськдрук», 2012. 129 с.

14. Наукові дослідження з моніторингу та обстеження сільськогосподарських угідь України за результатами XI туру (2016–2020 рр.). за заг. ред І. П. Яцука. Київ: Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», 2023. 74 с.

15. Голубцов О., Сорокіна Л., Сплодитель А., Чумаченко С. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу. Київ: ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія». 2023. 32 с. URL: <http://surl.li/bfzhll>

16. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник. Київ: СІК ГРУП Україна, 2015. 376 с.

17. Лобойченко В.М., Пліско А.В. Оцінка екологічних наслідків від вибухів патронів та гранат на складах боєприпасів. *Збірник наукових робіт курсантів*. 2017. Випуск 15. С. 112-120.

18. Станкевич С.В. Техноекологія: навч. посібн. Харків. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. Харків: Видавництво Іванченка І. С., 2020. 338 с.

19. Паньків З. П. Земельні ресурси: навч. посіб. Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 272 с.

20. Греков В. О., Дацько Л. В. Охорона і відтворення родючості ґрунтів у зональних агроєкосистемах. *Агроєкологічний журнал*, 2009. №1. С. 43–45.

21. Інтерактивна мапа територій, які потенційно можуть бути забруднені вибухонебезпечними предметами. URL: <https://mine.dsns.gov.ua/>

22. Волошин Н. О. Загальна екологія та неоколонія: навч. посіб. Київ: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2015. 335 с.
23. Позняк С. П., Телегуз О. Г. Антропогенні ґрунти. навч. посіб. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 200 с.
24. Пістун І. П. Охорона праці (практикум): навч. посіб. Львів: «Тріада плюс», 2011. 436 с.
25. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Панчук О.П., Чорна О.Г. Безпека життєдіяльності та охорона праці (Практичний курс): навч. посіб. Кам'янець-Подільський: "Думка", 2010. 152 с.
26. Кучерявий В. П. Фітомеліорація: Навч. посібник. Львів: Світ, 2003. 540 с.
27. Грабак Н. Х., Будикіна Ю. І. Техногенно забруднені землі та шляхи їх безпечного використання в агропромисловому виробництві. *Наукові праці: наук.-метод. журнал. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили*, 2014. Т. 232. Вип. 220. Екологія. С. 83–87.
28. Борецька І. Ю., Джура Н. М., Романюк О. І. Фіторемедіація техногенно забруднених ґрунтів з використанням енергетичних культур. *Екологічні науки*. 2021, №6 (39). С. 72 – 76.
29. Ласло О.О. Відновлення порушених земель сільськогосподарського призначення за допомогою біоремедіації. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування: зб. наук. пр.* Рівне, 2014. С. 94–100.
30. Пацула О. І., Фецюх А. Б., Буньо Л. В. Використання *Salix viminalis* L. для фіторемедіації ґрунтів, забруднених важкими металами. *Екологічні науки*. 2018. Т. 2, № 20. С. 101–106.
31. Самохвалова В. Л. Біологічні методи ремедіації ґрунтів, забруднених важкими металами. *Біологічні студії*. 2014. С. 217–236
32. Матеріали слухань у комітеті Верховної Ради України з питань екологічної політики на тему: «Вплив воєнних дій на довкілля в Україні та його відновлення до природного стану» (10 листопада 2022 року). URL: <https://komekolog.rada.gov.ua/uploads/documents/37343.pdf>
33. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. За рік

сума збитків довкіллю зросла у 5 разів. URL: <https://mepr.gov.ua/za-rik-suma-zbytkiv-dovkillyu-zrosla-u-5-raziv/>

34. Надточій П. П., Мислива Т. М., Вольвач Ф.В. Екологія ґрунту: монографія. Житомир: Видавництво “ПП Рута”, 2010. 473 с.

35. Офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua>

36. Булигін С. Ю., Вітвіцький С. В. Охорона ґрунтів в агроландшафтах: навч. посіб. Київ: Видавництво, 2017. 442 с.

37. Шарий Г. І., Тимошевський В. В., Міщенко Р. А., Юрко І. А. . Управління земельними ресурсами: навч. посіб. Полтава: ПолтНТУ, 2019. 172 с.

38. Пекло на землі. Як росіяни вбивають українські чорноземи. Українська правда. URL: <https://www.pravda.com.ua/articles/2023/08/13/7415256/>

39. Американська аерокосмічна компанія Maxar Technologies, яка спеціалізується на спостереженні за Землею. URL: <https://maxar.com/>

40. Пилипенко О. І., Юхновський В. Ю., Ведмідь М. М. Системи захисту ґрунтів від ерозії. Київ: Златояр, 2004. 435 с.

41. Балюк С. А., Кучер А. В., Солоха М. О. та ін. Вплив збройної агресії та воєнних дій на сучасний стан ґрунтового покриву, оцінка шкоди та збитків, заходи з відновлення: наук. доп. Харків: фОП Бровін О. В., 2022. 102 с. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15740.41608>

42. Заришняк А. С., Балюк С. А., Кучер А. В., Солоха М. О. та ін. Стан і завдання наукового забезпечення управління ґрунтовими ресурсами на етапі збройної агресії та післявоєнного відновлення: монографія; за ред. С. А. Балюка, А. В. кучера. Київ: Аграрна наука, 2023. 168 с.

43. Екологічна реабілітація техногенно забруднених важкими металами ґрунтів. Методика; за ред. А. І. фатєєва, В. Л. Самохвалової. Харків: Смугаста типографія, 2016. 147 с.

44. Як війна впливає на родючість ґрунтів та якість їжі? ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія». URL: <http://surl.li/aascdu>

45. Дацко Т., Качмар Н., Іванків М., Дидів А. Белігеративний ландшафт на

мапі України: проблеми та перспективи. *Відновлення довкілля України внаслідок збройної агресії росії*: матеріали Круглого столу (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 17 березня 2023 року). Львів: ЛДУ БДЖ, 2023. С. 17-21.

46. Балюк С. А., Кучер А. В., Солоха М. О., Соловей В. Б. Оцінювання впливу збройної агресії РФ на ґрунтовий покрив України. *Український географічний журнал*. №1, 2024. С. 7–18. URL: <https://doi.org/1.15407/ugz2024.01.007>

47. Кучер А. В. Методологія оцінювання економічної ефективності меліорації ґрунтів і меліоративних інвестиційно-інноваційних проєктів. Київ: Аграрна наука, 2024. 70 с. URL: <https://doi.org/10.31073/978-966-540-579-5>

48. Концептуальні підходи до відновлення ґрунтів, що постраждали від збройної агресії: моногр.; за ред. С. А. Балюка, А. В. Кучера, І. В. Пліско. Київ: Аграрна наука, 2024. 216 с. URL: <https://doi.org/10.31073/978-966-540-604-4>

49. Ґрунтовий покрив України в умовах воєнних дій: стан, виклики, заходи з відновлення: моногр; за ред. С. А. Балюка, А. В. Кучера, М. І. Ромащенко. Київ: Аграрна наука, 2024. 340 с. URL: <https://doi.org/10.31073/978-966-540-612-9>

50. Кучер А. Методика оцінювання збитків, завданих збройною агресією земельному фонду та ґрунтам: проблеми та напрями вдосконалення. *Journal of Innovations and Sustainability*. 2022a. Vol. 6. No. 2. 10. URL: <https://doi.org/10.51599/is.2022.06.02.10>

51. Мапа пожеж на території України вздовж лінії фронту, які було помітно з космосу супутником за даними NASA (станом на 8 липня 2024 р.). URL: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#d:2024-07-08;@37.0,48.1,7.0z>

52. Компанія Planet Labs PBC, провідний постачальник щоденних даних і аналітики про Землю. URL: <https://www.planet.com/>

53. Як подбати про безпечну працю під час воєнного стану. *Охорона праці і пожежна безпека*. URL: <https://oppb.com.ua/articles/yak-podbaty-pro-bezpechnu-pratsyu-pid-chas-voennogo-stanu>

54. Управління ООН з координації гуманітарних справ. План гуманітарних потреб і реагування в Україні на 2024 р. URL: <http://surl.li/nzwfub>

ДОДАТКИ

Додаток А

Копія статті автора

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**



***СТУДЕНТСЬКА МОЛОДЬ
І НАУКОВИЙ ПРОФЕС***

**ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ
МІЖНАРОДНОГО СТУДЕНТСЬКОГО
НАУКОВОГО ФОРУМУ**

02–04 жовтня 2024 року

ЛЬВІВ 2024

Продовження дод. А

*Кушнір О., ст. 2-го курсу магістратури факультету агротехнологій і екології
Науковий керівник: к. с.-г. н., доцент Дидів А. І.
Львівський національний університет природокористування*

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ЗБИТКІВ, ЗАВДАНИХ ҐРУНТАМ УКРАЇНИ ВНАСЛІДОК ВІЙНИ, ТА ШЛЯХИ ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ

Війна, розв'язана росією проти України, обернулася жахливою трагедією не лише для людей, але й для довкілля. Окупанти свідомо знищують природні багатства України, завдаючи їм значної шкоди. Площа постраждалих від війни екосистем значно перевищує зону активних бойових дій. Найбільш руйнівні наслідки спостерігаються вздовж лінії фронту, де забруднені ґрунти, води, повітря, а також знищені ліси та інші природні середовища. Знищення агроекосистем в Україні несе за собою не лише екологічні, але й економічні та соціальні наслідки. Це загрожує продовольчій безпеці, погіршує умови життя людей, а також може призвести до незворотних змін у довкіллі.

Сільськогосподарські землі займають найбільшу частину українських земель – приблизно 70% усіх наявних земельних ресурсів (40378,2 тис. га). Наразі в Україні бойові дії відбуваються вздовж лінії фронту на тисячу кілометрів, охоплюючи значну частину сільськогосподарських угідь: поля, пасовища, полезахисні лісосмуги та присадибні ділянки.

Через жорстоку війну росії проти України більше 5 мільйонів гектарів колісних родючих сільськогосподарських земель стали непридатними для використання. Ці землі або заміновані, або забруднені вибухонебезпечними залишками бойових дій, або ж на них все ще ведуться активні бойові дії. Внаслідок замінування близько третини території України, а також присутність у землях сільськогосподарського призначення небезпечних боєприпасів унеможливають повноцінну посівну. Так, під урожай 2024 р. озимих зернових було засіяно 4,2 млн га проти близько 4,45 млн га роком раніше. Тоді як у 2022 році ці культури висівали на площі 7,7 млн га.

Війна в Україні спричинила серйозні проблеми для аграрного сектору: порушено ланцюги постачання, втрачено та пошкоджено агроугіддя, ґрунти забруднені мінами та хімікатами. Це призвело до зменшення виробництва, зростання цін на продукти харчування та загрози продовольчій безпеці. Для відновлення галузі необхідне очищення територій, відновлення інфраструктури, підтримка аграріїв та насадження нових полезахисних лісосмуг. Тільки спільними зусиллями можна подолати ці виклики та забезпечити продовольчу безпеку України та світу. За таких умов сьогодні необхідно здійснювати ряд заходів з відновлення та реабілітації пошкоджених війною земель сільськогосподарського призначення на деокупованих територіях. Для безпечного відновлення роботи на цих територіях, першочергово слід їх розмінувати. Далі, залежно від рівня руйнувань, ґрунтовні наукові дослідження допоможуть прийняти виважені рішення щодо їх рекультивації або консервації. Це дозволить запобігти деградаційним процесам у майбутньому, таким як ерозія, підтоплення, опустелювання, засолення, підкислення та утворення зсувів. Окрім того, це допоможе мінімізувати хімічне забруднення, яке може виникнути внаслідок втрати біогенності ґрунтів та їх родючості.

Продовження дод. А

ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОДОЗАБОРУ	22
<i>Костецький Д.</i> ТРАНСФОРМАЦІЯ СІРИХ ЛІСОВИХ ГРУНТІВ ЛЬВІВСЬКОГО ОПІЛЛЯ ПІД ВПЛИВОМ АГРОТЕХНІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ	23
<i>Наконечний Н.</i> ФІТОТЕРАПІЯ ЯК ЧИННИК ЕКОРЕКРЕАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	24
<i>Цюпа В.</i> АНІМАЛОТЕРАПІЯ ЯК ЧИННИК ЕКОРЕКРЕАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	25
<i>Кушнір О.</i> ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ЗБИТКІВ, ЗАВДАНИХ ГРУНТАМ УКРАЇНИ ВНАСЛІДОК ВІЙНИ, ТА ШЛЯХИ ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ	26
<i>Валін Р.</i> РОЗВИТОК ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ	27
<i>Рижук Р.</i> РОЛЬ ГРУНТУ В БОРОТБІ ЗІ ЗМІНАМИ КЛІМАТУ	28
<i>Маринювич Р.</i> РОЛЬ АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЇ У ПОМ'ЯКШЕННІ НАСЛІДКІВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН	29
<i>Цюпа В.</i> ОЦІНКА ВПЛИВУ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ВАТ «ДОЛИНСЬКИЙ ГАЗОПЕРЕРОБНИЙ ЗАВОД» НА СТАН АТМОСФЕРИ	30
<i>Куцах О.</i> ОЦІНКА ВПЛИВУ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПП ЛЬВІВСЬКА ВИРОБНИЧО-ТОРГІВЕЛЬНА МЕБЛЕВА ФІРМА «КАРПАТИ» НА СТАН ГІДРОСФЕРИ	31
<i>Соболевський С.</i> ЕКОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ВАТ «ДОСЛІДНО-МЕХАНІЧНИЙ ЗАВОД «КАРПАТИ» НА СТАН АТМОСФЕРИ	32
<i>Фірсапов М.-Д.</i> ІННОВАЦІЙНІ ПРИНЦИПИ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ НА ТЕРИТОРІЇ РАВА-РУСЬКОЇ МТГ	33
<i>Холодняк Р.</i> ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ГІДРОЕКОСИСТЕМ ЗАХІДНОГО БУГУ В ЗОНІ ДІЇ ШАХТ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО КАМ'ЯНО-ВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ	34
<i>Матвіїв О.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ АНТРОПОГЕНЕЗУ УРБОЕКОСИСТЕМ НА ПРИКЛАДІ АТ «ЛЬВІВСЬКИЙ ХІМІЧНИЙ ЗАВОД»	35
<i>Кушнір Р.</i> ЕКОЛОГІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОН ПРИКАРПАТТЯ НА ПРИКЛАДІ МРЦ МВС УКРАЇНИ «КРЕМІНЦІ» ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	36
<i>Гармадій Н.</i> ВПЛИВ ВИРОБНИЦТВА ДЕРЕВИННИХ ПЛИТ НА ЯКІСНИЙ СКЛАД АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ	37
<i>Вищур Н.</i> ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ РІЧОК СТРИПА ТА КОРОПЕЦЬ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ	38
<i>Поврозник А.</i> ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ПОШУКОВО-РОЗВІДУВАЛЬНИХ СВЕРДЛОВИН НА СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	39
<i>Сало Ю.</i> ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА СТАН ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ	40
<i>Смалюх М.</i> АНАЛІЗ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА АКУСТИЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ, ПРИЛЕГЛІЙ ДО АСФАЛЬТО-БЕТОННОГО ЗАВОДУ ШРБУ-88	41
<i>Ганевич М.</i> ОХОРОНА ЗЕМЕЛЬ – ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ	42
<i>Приймак Ю.</i> ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ГРУНТІВ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА	43
<i>Лотоцький Р., Міщенко Б.</i> ІНТЕНСИВНІСТЬ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ОВОЧАМИ В УМОВАХ ЗАКРИТИХ ГРУНТІВ	44
<i>Тесля Д.</i> ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ЗЕРНІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЇХ БОТАНІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ	45
<i>Баранецький М.</i> ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ГРУНТІВ, ЯКІ ЗАЗНАЛИ ВПЛИВУ ДІЙ, СПРИЧИНЕНИХ ВОЄННИМИ КОНФЛІКТАМИ	46
<i>Войцеховський О.</i> БІОКОНВЕРСІЯ ВІДХОДІВ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА. ВИРОБНИЦТВО КОРМОВОГО БІЛКА	47
<i>Гайденко А.</i> ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ	48

Додаток Б
Вплив воєнних дій на ґрунтовий покрив Харківського району Харківської області
(станом на вересень 2022 р.)
ННЦ «Інституту ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського».

