

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Географічний факультет
Кафедра геодезії, картографії та землеустрою

На правах рукопису УДК: 631:618

РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ ПРОМИСЛОВОСТІ ПРИ ВІДБУДОВІ УКРАЇНИ

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)
Галузь знань 19 – «Архітектура та будівництво»
Спеціальність 193 – «Геодезія та землеустрій»
Освітня програма «Землеустрій та кадастр»

Кваліфікаційна робота магістра
студентки 2 курсу
освітнього рівня магістр
Самчук Олександри Ярославівни

Науковий керівник:
Тітова Світлана Вікторівна
Кандидат географічних наук, доцент

Допущено до захисту:

Протокол засідання кафедри No __ від «__» _____ 20__ року
Завідувач кафедри _____ проф. Даценко Л. М.

КИЇВ – 2026

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МІЖНАРОДНОГО ДОСВІДУ РОЗМІНУВАННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬ ПІСЛЯ ВОЄН ТА КОНФЛІКТІВ	9
1.1. Історичний досвід відновлення земель у країнах Європи	9
1.2. Особливості розмінування та рекультивації в країнах Азії та Близького Сходу.....	13
1.3. Мінне забруднення України	17
1.4. Комплексний вплив військових дій на ландшафти та екосистеми: хімічне забруднення та деградація лісів	22
Висновки до розділу 1:	28
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОНІТОРИНГ СТАНУ ПРОМИСЛОВИХ ЗЕМЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС ТА ДЗЗ	30
2.1. Застосування методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для ідентифікації пошкоджень та забруднень	30
2.2. Методологічні засади рекультивації порушених гірничими роботами земель у контексті війни та повоєнного відновлення (на прикладі кар'єру вогнетривких глин Донецького регіону).....	38
2.3. Застосування БПЛА для нетехнічного обстеження, картографування мінної небезпеки та моніторингу порушених земель	44
Висновки до розділу 2:	49
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ЗЕМЕЛЬ В УМОВАХ ПОВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ	51

3.1 Алгоритм першочергових заходів: від розмінування до технічної рекультивації.....	51
3.2 Біологічна рекультивація для демілітаризованих територій	57
3.3 Пропозиції щодо удосконалення землеустрою та зонування відновлених промислових територій	61
Висновки до розділу 3:	66
ВИСНОВКИ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:	69
ДОДАТКИ	78
ДОДАТОК А	78

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: «Рекультивація земель промисловості при відбудові України» містить: 78 сторінок, 8 рисунків, 5 таблиць, 1 додаток, 57 використаних джерел.

Актуальність теми зумовлена значними масштабами деградації земельних ресурсів України внаслідок повномасштабної війни. Замінування територій, утворення вирв від вибухів, фізичне руйнування ґрунтового профілю, а також хімічне забруднення порушили природні властивості ґрунтів і їх здатність до самовідновлення. Особливої уваги потребують землі промисловості, які зазнали подвійного впливу – довоєнного техногенного навантаження та воєнних руйнувань. У цих умовах розробка ефективних підходів до рекультивації та відновлення таких територій є важливою складовою повоєнної відбудови нашої держави.

У першому розділі роботи розглянуто теоретичні засади рекультивації земель, проаналізовано порушення ґрунтового покриву та наслідки впливу бойових дій на земельні ресурси. У межах дослідження проаналізовано повоєнний досвід відновлення земель Європи, зокрема Балканського півострова, а також досвід країн Азії щодо подолання наслідків масштабного хімічного та механічного забруднення ґрунтів. Окрему увагу приділено сучасному стану українських земель, що характеризується високим рівнем мінування та значними масштабами фізичного руйнування ґрунтового профілю.

У другому розділі роботи обґрунтовано методичні підходи до оцінки стану порушених промислових земель із використанням методів просторового аналізу та даних дистанційного зондування Землі. Проведено просторово-часовий аналіз кар'єру №1 ділянки 4 Вільного родовища вогнетривких глин у Донецькій області, що дозволило виявити зміни морфології об'єкта, порушення гідрологічного режиму та зростання рівня деградації внаслідок бойових дій.

Третій розділ роботи присвячено розробці практичних рекомендацій щодо рекультивації промислових земель у повоєнний період. Запропоновано алгоритм

першочергових заходів від розмінування до післяпроектного моніторингу, обґрунтовано підходи до біологічної рекультивації із застосування фіторе mediaції, а також розроблено концепцію зонування територій. Окрему увагу приділено можливості застосування ренатуралізації як стратегії відновлення для сильно порушених земель.

Ключові слова: рекультивація земель, порушені землі, землі промисловості, повоєнне відновлення, деградація ґрунтів, розмінування, фіторе mediaція, дистанційне зондування Землі, БПЛА, ренатуралізація.

ВСТУП

Актуальність теми. Повномасштабне вторгнення росії в Україну призвело до масштабної деградації земельного фонду та порушення екосистем. Механічне пошкодження ґрунтового покриву, а також мінне, хімічне та біологічне забруднення знизили здатність територій до природного самовідновлення. За даними ООН, Україна сьогодні належить до найбільш замінованих держав світу. Це перетворює процеси комплексного очищення та рекультивації земель на один із найскладніших довготривалих викликів повоєнної відбудови. Формування безпечного земельного фонду є базовою передумовою для просторової реінтеграції деокупованих територій та повноцінного відновлення економічної активності.

Особливої уваги в цьому контексті потребують землі промислового призначення, зокрема в Донецькому регіоні. Ця територія історично характеризується високим рівнем техногенного навантаження через інтенсивний видобуток корисних копалин та наявність великих індустріальних зон.

Внаслідок артилерійських обстрілів, руху важкої військової техніки та тривалої зупинки виробничих процесів, багато кар'єрів та промислових об'єктів зазнали комплексної руйнації. До екологічної шкоди попередньої експлуатації додалися наслідки воєнного впливу, що унеможлиблює використання цих земель за прямим призначенням.

З огляду на це, розробка ефективних механізмів рекультивації та відновлення таких промислових об'єктів є необхідним етапом загальної відбудови держави. Потреба у формуванні науково обґрунтованої стратегії очищення та повернення порушених територій у безпечний господарський обіг зумовлює актуальність обраної теми дослідження.

Мета кваліфікаційної роботи: обґрунтування теоретико-методичних підходів та розробка практичних рекомендацій щодо рекультивації промислових земель в умовах повоєнної відбудови України з урахуванням комплексного впливу техногенних і воєнних факторів.

Завдання:

1. Проаналізувати наслідки воєнного впливу на земельні ресурси України та визначити основні чинники деградації ґрунтів;
2. Дослідити особливості порушення промислових земель (кар'єрів, відвалів) унаслідок бойових дій;
3. Узагальнити міжнародний досвід відновлення земель, порушених унаслідок воєнних конфліктів та оцінити можливості його адаптації в Україні;
4. Обґрунтувати методичні підходи до оцінки стану порушених промислових земель із застосуванням просторового аналізу та даних дистанційного зондування Землі;
5. Провести просторово-часовий аналіз стану кар'єру №1 ділянки 4 Вільного родовища вогнетривких глин (Донецька область) до та після початку повномасштабних бойових дій;
6. Розробити алгоритм першочергових заходів від розмінування до технічної рекультивації промислових земель;
7. Обґрунтувати підходи до біологічної рекультивації демілітаризованих територій із використанням фіторе mediaційних технологій;
8. Запропонувати концепцію зонування промислових територій з урахуванням рівня їх ураження;
9. Сформулювати рекомендації щодо удосконалення землеустрою та нормативно-правового забезпечення земель.

Об'єкт дослідження: порушені землі промисловості, що зазнали деградації внаслідок поєднання техногенного навантаження та бойових дій (на прикладі експериментального майданчика кар'єру №1 ділянки 4 Вільного родовища вогнетривких глин у Донецькій області, із залученням території селища Білогорівка Луганської області для комплексного аналізу проблематики).

Предмет дослідження: теоретичні, методичні та практичні підходи до рекультивації промислових земель, включаючи алгоритми відновлення, біологічні методи рекультивації та механізми землеустрою в умовах повоєнної відбудови.

Методологічна основа:

Метод аналізу – використано для вивчення наслідків воєнного впливу на ґрунтовий покрив, визначення основних факторів деградації земель та оцінки сучасного стану промислових територій.

Метод синтезу – застосовано для узагальнення отриманих результатів і формування цілісного підходу до рекультивації земель у повоєнний період.

Метод порівняння – використано для аналізу довоєнних і сучасних підходів до рекультивації.

Метод просторового аналізу – застосовано для дослідження змін морфології промислових об'єктів шляхом порівняння їх стану до та після початку бойових дій.

Метод візуального аналізу даних дистанційного зондування Землі – використано для ідентифікації порушень рельєфу, зон затоплення, вирв та інших наслідків воєнного впливу.

Системний підхід – застосовано для розгляду процесу рекультивації як комплексної багаторівневої системи, що включає безпекові, екологічні та економічні аспекти.

Метод моделювання – використано при розробці авторського алгоритму прийняття рішень щодо відновлення промислових земель.

Структура кваліфікаційної роботи: 3 розділи, 8 рисунків, 5 таблиць, 1 додаток, 57 використаних джерел, 78 сторінок.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МІЖНАРОДНОГО ДОСВІДУ РОЗМІНУВАННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬ ПІСЛЯ ВОЄН ТА КОНФЛІКТІВ

1.1. Історичний досвід відновлення земель у країнах Європи

Світова спільнота неодноразово стикалася з необхідністю екологічної та господарської рекультивації територій, які постраждали від бойових дій. Проте, масштаби сучасного руйнування земель та ландшафтів України є великим викликом не лише для Європи, а й для всього світу, оскільки нинішня війна є наймасштабнішою з часів Другої світової.

На наш погляд, складність ситуації полягає не лише у масштабах руйнувань, а й у часовому аспекті, адже якщо снаряди 80-річної давнини досі становлять загрозу в лісах та полях Європи, то сучасні типи озброєння, що використовуються на війні в Україні, значно сильніше забруднюють ґрунт хімічними та токсичними речовинами.

Важливим прикладом у дослідженні цієї проблеми є Велика Британія, де інтенсивні авіаудари та артилерійські обстріли під час Другої світової війни призвели до значного забруднення ґрунтів токсичними речовинами боєприпасів. [1, с. 64]

Британська модель відновлення базувалася на принципі відповідальності власника: саме на нього покладається обов'язок щодо рекультивації ділянки. Водночас держава не залишає власників наодинці з цією проблемою – місцева влада активно сприяє очищенню територій від забруднюючих речовин. [1, с. 64]

Як зазначають О. Домбровська та Є. Князєв: «Цей підхід показує важливість спільних зусиль та співпраці між різними сторонами для вирішення проблем забруднення земель». [1, с. 64]

Проте, аналізуючи цей підхід, варто зазначити, що він є ефективним за умови розвиненої системи страхування та державної підтримки. До прикладу, наша держава

не може прямо запозичити таку модель, адже багато власників земель наразі позбавлені фінансових ресурсів для самостійного відновлення.

Аналогічні виклики постали і перед Німеччиною після Другої світової війни. Специфікою німецького досвіду є наявність великої кількості колишніх військових полігонів, ступінь забруднення яких боєприпасами досі залишається не до кінця дослідженим. [2, с. 27]

У питанні власності діє правило – за державні землі відповідає федеральний уряд, проте у разі переходу ділянки у приватну власність, обов’язки щодо її очищення та рекультивациі повністю делегуються новому власнику. [2, с. 27]

Важливо, що із законодавчої точки зору німецький досвід показує важливість чіткого правового статусу землі, який є передумовою її відновлення. Без визначення відповідальності сторони процес рекультивациі може зупинитися на етапі погоджень або загалом не бути реалізованим.

Досвід Франції після Першої світової війни демонструє довготривалі наслідки хімічного та механічного впливу на ґрунти. «Ґрунти часто були забруднені важкими металами, як-от мідь (Cu) і свинець (Pb), а також боєприпасами, що не розірвалися», – зазначають експерти у аналізі впливу війни на українські ґрунти ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія» [2, с. 28]

Для ефективного управління процесом французькі території були розділені на три зони за рівнем ураження – зелена зона (з мінімальними ушкодженнями), жовта зона (середній рівень ураження), червона зона (руйнування, де відновлення вважалося майже неможливим або дуже складним і довготривалим). [2, с. 28-29]

Хоча через 10 років активного відновлення значна частина лісів та орних земель була повернута у використання, «червоні зони» часто підлягали консервації через економічну недоцільність, а також довготривалість відновлення. [2, с. 28-29]

Проблема залишається відкритою і сьогодні: за оцінками французької служби Securite Civile, «...за нинішніми темпами може знадобитися до 700 років, аби

повністю очистити всі залишки снарядів і гранат Першої світової війни зі земель Франції», – пише у своєму аналізі ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія» [2, с. 29]

Розглядаючи процеси рекультивації, доцільно звернути увагу на механізм «самовідновлення» територій. Згідно з дослідженням І. Устінової, цей процес полягає у природному відновленні, коли на пошкодженому ландшафті відбувається поступова заміна біоценозів [3, с. 664].

Водночас, світовий досвід показує, що існують екосистеми, де здатність до природної регенерації втрачена через масштаби та специфіку руйнувань. Найбільш показовим прикладом деградації ландшафтів внаслідок ведення бойових дій є французька «Червона зона», зокрема території поблизу Вердена. До початку Першої світової війни ці площі функціонували як сільськогосподарські угіддя [4]. Однак сьогодні, через більш ніж століття після завершення бойових дій, значна частина цих земель залишається абсолютно непридатною для проживання людей.

Відсутність процесу самовідновлення у Червоній зоні зумовлена кількома факторами. По-перше, це значний рівень хімічного забруднення, адже ґрунти перенасичені важкими металами, серед яких миш'як, ртуть, свинець, які потрапили туди через масове використання артилерійських снарядів тощо. По-друге, також була зруйнована фізична структура верхніх шарів ґрунтів, що спричинило масштабну ерозію. По-третє, земля залишається щільно забрудненою нерозірваними боєприпасами [3, 4].

Фактично, Червона зона є ландшафтом, який має настільки високий рівень ураження внаслідок бойових дій, що він не здатен відновитися самостійно попри сотні років.

Показовим є приклад країн Балканського півострова. Після бойових дій 1990х років їхні території зазнали масштабного забруднення мінами та нерозірваними боєприпасами, тому базовим етапом відновлення земель там стало саме гуманітарне розмінування [5, с. 7]. Як зазначає А. П. Лівак: «Організації, такі як HALO Trust і Консультативна група з питань розмінування (MAG), зіграли ключову роль у

знешкодженні наземних мін і вибухонебезпечних предметів, що сприяло поверненню переміщеного населення і відновленню засобів до існування, які базуються на сільському господарстві і природних ресурсах» [5, с. 7].

Успішним прикладом комплексної повоєнної рекультивації є Хорватія. Залучивши інвестиції європейських та світових інституцій, країна змогла відновити як свій економічний потенціал, так і земельний фонд. Значна частина коштів міжнародної допомоги спрямовувалася безпосередньо на очищення територій від вибухонебезпечних предметів, що стало фундаментом для подальших європейських програм із відбудови інфраструктури та підтримки регіонального розвитку [6, с. 46].

За даними міжнародної організації MAG (Mines Advisory Group), у березні 2026 року Хорватія офіційно підтвердила повне очищення своєї території від мін. Цей прецедент є показовим, адже підсумовує понад тридцятирічний процес подолання наслідків бойових дій. Тоді масштаби забруднення вибухонебезпечними предметами були значними – максимальна площа потенційно небезпечних земель свого часу оцінювалася у 13 тисяч квадратних кілометрів [7].

Системна робота з відновлення безпеки базувалася на положеннях Оттавської конвенції, яку держава підписала у 1997 році. У результаті багаторічних програм гуманітарного розмінування було вилучено та ліквідовано близько 107 тисяч наземних мін і 470 тисяч нерозірваних боєприпасів, що дозволило остаточно повернути постраждалі землі в господарський обіг [7].

Важливим аспектом повоєнного відновлення в Європі стала трансформація земельних відносин. Після 1945 року Велика Британія, Італія та Німеччина ініціювали реформи, спрямовані на підтримку дрібного та середнього фермерства. Метою було не лише збільшення обсягів продовольства, а й швидке освоєння порушених внаслідок бойових дій земель через впровадження нових технологій та селекції. Державна підтримка відігравала ключову роль – наприклад, у Франції була система пільгового кредитування фермерів та орендарів через банківський сектор. Світовий

банк виступав інвестором, надаючи позики на проєкти розбудови інфраструктури, меліорації та рекультивації у країнах Європи. [8, с. 160-161]

З огляду на унікальні ландшафтні та екологічні особливості, підходи до відновлення земель мають бути чітко диференційованими та адаптованими до конкретних умов [5].

Обираючи оптимальні стратегії розмінування для України, доцільно спиратися на європейський досвід. Він є близьким у соціокультурному та інституційному вимірах [9, с. 19].

Аналіз європейської практики відновлення територій свідчить про високий рівень інституційної впорядкованості та системності. Протягом довгого часу у Європі формувалася модель, де процес рекультивації є впорядкованим – від класифікації ступенів пошкодження ґрунту до створення спеціалізованих державних інституцій.

Така впорядкованість є фундаментом для залучення приватного сектору. Зрештою, досвід показує, що економічний інтерес є найкращою мотивацією відновлення. Якщо власник землі бачить перспективу прибутку – він стає партнером держави у процесі рекультивації.

1.2 Особливості розмінування та рекультивації в країнах Азії та Близького Сходу

Досвід країн Азії та Близького Сходу у сфері подолання наслідків збройних конфліктів є унікальним через поєднання кліматичних умов та техногенного навантаження на екосистеми. Специфіка деяких регіонів полягає в тому, що бойові дії там часто відбувалися в зонах видобутку або переробки нафти, тому крім замінування було поширене хімічне забруднення ґрунтів.

Особливістю відновлення земель у цих країнах є перехід від суто розмінування до екологічного менеджменту територій. Розмінування є першим етапом, який є

перехідним до процесу рекультивації. Через дефіцит водних ресурсів та ризики опустелювання, потрібні були технології, які одночасно очищують ґрунт від токсинів та відновлюють його здатність до саморегенерації.

За різними оцінками, на території Азії зосереджено близько 39 мільйонів протипіхотних мін, при цьому найбільш критична ситуація спостерігається в Іраку, Камбоджі та Афганістані [10, с. 112-113].

Рекультивація цих територій є умовою соціально-економічного виживання громад, оскільки від безпеки земельних ресурсів безпосередньо залежить продовольче забезпечення та здатність населення до господарської діяльності. Фізичне руйнування ґрунтового покриву – вирви від вибухів, воронки та залишки снарядів – створює перешкоди для господарського освоєння територій. Крім того, наявність вибухонебезпечних предметів створює постійну загрозу життю людей та погіршує екологічний стан територій.

Значну загрозу довкіллю становлять хімічні чинники, зумовлені потраплянням продуктів горіння боєприпасів у екосистеми. Як зазначає М. П. Требін, це перетворюється у війну «проти природи іншої країни» [10, с. 113]. Це проявляється у знищенні рослинного покриву хімічними речовинами та пошкодженні родючого шару ґрунту внаслідок авіаційних ударів, що робить землі непридатними для землеробства. Додатковими факторами деградації природного середовища є кислотні дощі, спричинені розпиленням хімікатів, вогняні бурі та руйнування гідротехнічних споруд. За таких умов воєнні дії трансформуються також у війну проти природних ресурсів іншої держави [10, с. 113].

Саме такі специфічні форми забруднення територій наразі спостерігаються в країнах Азії.

Війна в Індокитаї (1960-70-ті роки) завдала катастрофічної шкоди місцевим екосистемам. Дослідник М. П. Требін, узагальнюючи дані щодо операції «Ranch Hand», наводить статистику: збройні сили США застосували близько 15 різних видів хімікатів для знищення джунглів та сільськогосподарських угідь. Відповідне рішення,

санкціоноване президентом Дж. Кеннеді у 1961 році, мало на меті позбавити партизанів природного маскування [10, с. 114].

За підрахунками фахівців, протягом десятиліття на території Південного В'єтнаму було вилито понад 72 мільйони літрів токсичних речовин. Абсолютна більшість із них розпорошувалася військовою авіацією. Найактивніше використовувалися чотири токсичні суміші на основі небезпечних кислот, серед яких «помаранчева» застосовувалася для того, щоб листя опадало з дерев у лісах, а «блакитна» – для знищення посівів. Такі дії призвели до масштабного руйнування середовища існування та довготривалого спустошення територій [10, с. 114].

Вплив хімічних речовин на екосистему регіону мав руйнівний характер. Масове скидання хімікатів призвело до знищення верхнього ярусу тропічних лісів. Відсутність рослинного покриву призвела до інтенсивної ерозії ґрунтів та вимивання родючого шару тропічними зливами, що спричинило в деяких місцях обміління, а в деяких - повені.

Сучасний етап відновлення цих територій охоплює складний комплекс заходів із розмінування та рекультивації. Частина земель забруднена нерозірваними боєприпасами, що потребує гуманітарного розмінування, паралельно з цим проводиться хімічне очищення земель.

В'єтнам залишається однією з найбільш постраждалих країн Південно-Східної Азії. Найвищий ступінь забруднення вибухонебезпечними предметами зафіксовано вздовж північного кордону з Китаєм та у південних провінціях. [11, с. 204].

Досвід Камбоджі показує довготривалу руйнівну дію мінного забруднення на соціально-економічний розвиток аграрних регіонів. Десятиліття збройних конфліктів призвели до того, що значні масиви родючих земель опинилися поза господарським обігом, поглиблюючи рівень бідності місцевих громад. Масштабне мінування територій різними сторонами конфліктів (зокрема «червоними кхмерами», в'єтнамськими та тайськими військами) створило проблему очищення та

рекультивації земель, що ускладняється браком точних даних моніторингу, дефіцитом фінансування та важкодоступністю ділянок [11, с. 204].

У контексті сталого розвитку територій Камбоджі та М'янми особливого значення набуває практика спільного управління лісовими ресурсами. Це дозволяє нівелювати конфлікт інтересів між різними групами населення та стимулювати раціональне використання ресурсів. Така стратегія є основним елементом сталого землекористування, мінімізує темпи вирубки лісів та забезпечує збереження локального біорізноманіття. [5, с.7].

Аналогічна ситуація спостерігається в Лаосі, де наслідки війни в Індокитаї проявляються у надзвичайно високій щільності нерозірваних касетних боєприпасів. Зростання попиту на сільськогосподарські угіддя з боку сільського населення змушує людей самостійно освоювати потенційно небезпечні ділянки, що призводить до високих показників травматизму та смертності серед цивільних [11, с. 204].

Зокрема, в Іраку бойові дії призвели до масштабного забруднення ґрунтів і водних ресурсів нафтопродуктами та важкими металами. Оскільки традиційні механічні методи очищення на великих площах були як економічно, так і технічно не вигідними, одним із основних підходів там стала біоре mediaція та фіторе mediaція [12, с. 476].

Суть цього біологічного підходу полягає у використанні специфічних мікроорганізмів, здатних розщеплювати токсичні речовини безпосередньо в ураженому середовищі. Цей метод довів свою результативність на практиці – в Іраку лише за два роки застосування біоре mediaції рівень забруднення нафтопродуктами ґрунту вдалося знизити на 50-70%, а в Афганістані технології фіторе mediaції застосовували для очищення водних ресурсів. [12, с. 475-476]

Специфіка протимінної діяльності в країнах Азійського регіону безпосередньо пов'язана з унікальними ландшафтними та кліматичними характеристиками територій, що постраждали від збройних конфліктів. Зокрема, одним із головним суб'єктів підтримки в цьому секторі наразі є США. Фінансування спрямоване на

гуманітарне розмінування та подальше використання земель у господарських потребах [11].

Одним із чинників складності очищення забруднених земель є геоморфологічна будова та рослинний покрив у регіонах. Значна частина забруднених територій припадає на важкодоступні місця, густі тропічні ліси. Такі ландшафти ускладнюють використання інженерної техніки для розмінування та обстеження територій. Це не лише сповільнює темпи рекультивації, а й робить логістику операцій дорогою.

Крім того, рельєф у країнах Азії перебуває під постійним впливом кліматичних явищ. Сезонні зливи спричиняють ерозію ґрунтів, селі та зсуви. Вибухо-небезпечні предмети, таким чином, можуть переміщуватися або навпаки заглиблюватися.

Аналіз азійського досвіду відновлення постраждалих від збройних конфліктів земель показує наявність спільних підходів до реабілітації земель. Як зазначає А. П. Лівак, такі країни, як Афганістан, Камбоджа, Ірак, Сирія, Ємен застосовували комплексні заходи – від гуманітарного розмінування та заліснення з метою відновлення ґрунтового покриву до агротехнічної рекультивації та фітомеліорації. При цьому, зазначені держави залучали до процесів відновлення інноваційні технології та підтримку міжнародних інституцій [5, с. 6]. Водночас варто зазначити, що практична реалізація цих методів не є уніфікованою і зумовлюється як природно-географічною специфікою регіону, так і фінансово-економічними можливостями.

Окремим викликом у цьому контексті є тривала політична нестабільність на території країн Близького Сходу.

1.3 Мінне забруднення України

Повномасштабне вторгнення росії в Україну зумовило комплексний негативний вплив на стан навколишнього природного середовища в межах усієї держави. Постійні ракетно-бомбові удари сформували передумови для масштабних

інфраструктурних та екологічних руйнувань у кожному регіоні. Найбільшого впливу зазнали десять областей – Донецька, Луганська, Харківська, Запорізька, Херсонська, Сумська, Чернігівська, Київська, Миколаївська та Житомирська, де безпосередньо розгорталися або тривають активні бойові дії. Варто акцентувати увагу на тому, що значна частина як Донецької, так і Луганської областей нині перебуває під окупацією, а екологічна деградація природних комплексів Донеччини та Луганщини розпочалася ще у 2014 році. Відповідно, багаторічний акумулятивний ефект від мінування та бойових зіткнень призвів не лише до виснаження, а й до деградації природно-ресурсного потенціалу цих регіонів.

Аналіз поточного стану забруднення територій дає підстави стверджувати про специфічність мінного забруднення України в межах світової практики. По-перше, це зумовлено різноманітністю застосованих засобів – від протипіхотних та протитанкових мін до сучасних систем дистанційного мінування, що залишають по собі значну кількість нерозірваних боєприпасів. По-друге, катастрофічною є висока щільність забруднення саме в аграрних регіонах та об'єктах природно-заповідного фонду, що створює виклики для екологічної та продовольчої безпеки.

Окрему увагу в контексті мінного забруднення слід приділити землям промисловості, що є характерним для індустріально розвинених регіонів, зокрема Донеччини. Наявність розгалуженої мережі об'єктів видобутку корисних копалин – шахт, кар'єрів, териконів, створює специфічні умови деградації територій. Мінне забруднення в межах промислових зон створює ефект «подвійної» деградації, оскільки до існуючого техногенного навантаження додається фактор ураження ґрунтів та вод через активне ведення бойових дій. Наближення лінії фронту до кар'єрів та промислових майданчиків не лише зупиняє виробничі процеси, а й унеможливорює проведення обов'язкових заходів із рекультивації та консервації таких об'єктів. Це, в свою чергу, веде до неконтрольованих ерозійних процесів, просідання ґрунтів та потенційного затоплення шахт токсичними водами, оскільки проведення розмінування на об'єктах із складним рельєфом є технологічно складним.

Особливу загрозу цей фактор становить і для об'єктів природно-заповідного фонду, земельних та водних ресурсів. Яскравим прикладом екологічної деградації внаслідок російської військової агресії є ситуація навколо острова Джарилгач, який розташований в акваторії Чорного моря та входить до складу Національного природного парку «Джарилгацький». Як зазначає В. Гетьман: «Територія національного парку є частиною одного з найбільших водно-болотних угідь міжнародного значення – «Каркінітська та Джарилгацька затоки» [13, с. 52].

За даними Генерального штабу Збройних Сил України, у травні 2023 року російські окупаційні війська штучно з'єднали острів Джарилгач з материковою частиною Херсонської області шляхом засипання переправи піском, а на території національного парку облаштували військовий полігон [14]. З наукової точки зору, подібне втручання провокує порушення гідрологічного режиму, що може призвести до замулення акваторії та докорінної зміни місцевої екосистеми. Окрім того, функціонування військового полігону передбачає інтенсивне пересування важкої техніки, що спричиняє механічне пошкодження і перемішування ґрунтових горизонтів з іншими породами. Додатковим фактором екологічного ризику є потенційне хімічне забруднення ґрунтів токсичними речовинами від детонації та зберігання боєприпасів, а також суцільне замінування території. Варто зазначити, що об'єкт має статус природно-заповідного фонду загальнодержавного значення. Втрата його екосистеми негативно вплине на збереження біорізноманіття півдня України.

Проблематика екологічних наслідків війни є предметом дослідження міжнародних інституцій. Зокрема, у січні 2024 року Обсерваторія конфлікту і довкілля (CEOBS) спільно з екологічною організацією «Zoї» опублікували звіт сьомого брифінгу, який був присвячений оцінці впливу російського вторгнення на довкілля України [15]. Результати аналізу підтверджують, що завдана шкода екосистемам характеризується як прямим, так і непрямим впливом, причому мінне забруднення та наявність вибухонебезпечних предметів формуватимуть екологічні ризики впродовж наступних десятиліть [15].

Зважаючи на те, що відповідно до конвенції про біологічне різноманіття та профілю України, держава володіє 35% біорізноманіття Європи [16], екологічні втрати мають великий масштаб. У згаданому звіті констатується, що до 2022 року екосистема України вже зазнавала негативного впливу через окупацію Автономної Республіки Крим та частини територій Донбасу, що суттєво послабило спроможність щодо захисту біорізноманіття. Наприклад, на території Донецької та Луганської областей пошкоджень від пожеж та безпосередніх бойових дій зазнали 78 природних заповідників, заказників та ландшафтних парків [15].

За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, внаслідок бойових дій уражено близько 20% усіх природоохоронних територій держави, при цьому частина національних парків досі залишається під окупацією [17].

Значна протяжність лінії фронту зумовлює пропорційні масштаби деградації земельних ресурсів. Фізичний вплив бойових дій на ґрунтовий покрив проявляється в утворенні вирв від вибухів боєприпасів та глибокому перемішуванню ґрунту. Наслідком цього є знищення рослинного покриву, зокрема видів, що перебувають під загрозою зникнення і потребують особливої охорони в межах заповідних зон. Крім того, пересування важкої військової техніки спричиняє ущільнення ґрунтів, що сприяє інтенсивним процесам ерозії [15]. Хімічний аспект деградації полягає в забрудненні земель токсичними сполуками від розривів боєприпасів. Ситуація ускладнюється тим, що щільне замінування територій не лише прямо шкодить земельним ресурсам, але й унеможливорює проведення оперативних польових досліджень для розробки заходів із рекультивації [15].

Оцінюючи перспективи відновлення уражених територій, слід враховувати часовий фактор. За оцінками міністерства економіки, довкілля та сільського господарства України, оприлюдненими у 2023 році, з огляду на наявні ресурси та масштаби забруднення, державі знадобиться близько 70 років для проведення повного розмінування [18]. У контексті тривалості цих процесів автори звіту SEOBS та організації «Zoï» акцентують увагу на важливому аспекті – через довгостроковість та

високу вартість розмінування сільськогосподарських угідь можуть використовуватися чагарникові та лугові екосистеми [15]. Водночас інтенсивне розорювання луків з метою їх перетворення на орні землі призводить до їх зникнення як природних екосистем. Вирубання чагарників негативно впливає на середовище існування тварин та біоценози, що може спричиняти зменшення біорізноманіття, а також деградацію земельних ресурсів.

Сам процес гуманітарного розмінування характеризується наявністю негативних наслідків для довкілля. Застосування важкої техніки для механічного очищення додатково пошкоджує ґрунтовий профіль та рослинність, що спричиняє дефляцію та ерозію. Процедура знищення мін шляхом підриву супроводжується неминучим розсіюванням токсичних речовин у навколишнє середовище. Однак ігнорування проблеми є ще більш небезпечним, оскільки тривале перебування вибухонебезпечних предметів у землі лише збільшує концентрацію шкідливих хімічних сполук через процеси корозії [15].

Нормативно-правове регулювання зазначеної сфери здійснюється на основі Закону України «Про протимінну діяльність в Україні», який визначає правові засади та особливості протимінної діяльності [19]. Відповідно до положень Закону: «протимінна діяльність – заходи, що проводяться з метою забезпечення національної безпеки та спрямовані на зменшення соціального, економічного та екологічного впливу вибухонебезпечних предметів на життя та діяльність населення» [19]. Цим актом закріплено правову основу, об'єкти та суб'єкти, національні інтереси та механізми державного регулювання. Однак, аналізуючи структуру Закону, можна дійти висновку, що його норми концептуально орієнтовані на подолання соціальних та економічних наслідків, тоді як екологічно аспект протимінної діяльності не відведено великого значення. Це вказує на необхідність подальшого вдосконалення екологічного законодавства в умовах повоєнного відновлення.

Попри масштабні виклики, на державному рівні фіксується поступова динаміка щодо очищення територій. За статистичними даними Кабінету Міністрів України,

станом на кінець 2025 року площа земель, що залишаються під впливом вибухонебезпечних предметів, становить 124 585 квадратних кілометрів. Порівнюючи з показниками кінця 2022 року (174 тисячі квадратних кілометрів), можна констатувати скорочення замінованих територій на майже 50 тисяч квадратних кілометрів [20]. Значним показником є повернення до господарського обігу близько 22 тисяч квадратних кілометрів земель протягом останнього року. Реалізація державної програми компенсації вартості розмінування сільськогосподарських земель дозволила встановити середню вартість таких робіт на рівні 59.4 тисячі гривень за 1 гектар [20].

Що стосується фінансового забезпечення макроекономічного рівня, то станом на 2025 рік загальна потреба у фінансуванні розмінування українських територій оцінювалася у майже 30 мільярдів доларів США. Відповідні дані наведено у звіті RDNA4, підготовленому Світовим банком у партнерстві з ЄС, ООН та Урядом України. Слід зазначити, що наведена сума є результатом коригування у бік зменшення порівняно з початковими розрахунками, оскільки методологія оцінки врахувала результати вже проведених робіт з очищення земель [21]. Очевидно, що ефективне розв'язання проблеми мінного забруднення потребує не лише залучення значних міжнародних інвестицій, але й комплексного наукового підходу до екологічної реабілітації та рекультивації порушених ландшафтів та земель.

1.4 Комплексний вплив військових дій на ландшафти та екосистеми: хімічне забруднення та деградація лісів

Оцінюючи вплив бойових дій на навколишнє природне середовище, необхідно розмежовувати його на прямий та непрямий (опосередкований). Прямий вплив зазвичай виникає внаслідок безпосередньо бойових дій – цілеспрямоване випалювання рослинного покриву для демаскування позицій противника, механічне

пошкодження ґрунтового покриву під час риття окопів або траншей, що призводить до змішування генетичних горизонтів ґрунту та знищення біогеоценозів на локальних ділянках. Непрямий вплив має відкладений у часі та просторі характер. Він проявляється через втрату ґрунтами пружності, зміну гідрології, вторинне засолення та інші трансформації, які складніше точно спрогнозувати, оскільки вони залежать від ландшафтно-екологічної унікальності кожного регіону [22, с. 7]. Варто додати, що непрямий вплив створює певною мірою ефект «доміно» в екосистемах – руйнування одного компонента призводить до деградації інших.

У світовій історії існує поняття тактики «випаленої землі» - методу ведення війни, що передбачає тотальне знищення будь-яких ресурсів, які можуть бути використані противником, що призводить до деградації природних об'єктів.

До прикладу, масштабне застосування США хімічних речовин під час війни у В'єтнамі мало риси такої тактики, оскільки призвело до знищення мільйонів гектарів тропічних лісів [22, с. 8]. Однак, за своєю суттю, це була стратегія знищення природних об'єктів для усунення природних укриттів противника. Схожі підходи до впливу на природне середовище спостерігаються і під час сучасних воєнних дій російської армії.

Урбанізовані території та агломерації на сході України (Бахмут, Авдіївка, Сіверськодонецьк та інші населені пункти) фактично стерті внаслідок інтенсивних артилерійських та авіаційних ударів. Ці населені пункти перетворилися на пустки зі зруйнованою інфраструктурою. Не меншої шкоди зазнають ландшафти навколо міст.

Супутникові знімки фіксують зміни рельєфу – сільськогосподарські поля перетворені на суцільні поля вирв від обстрілів. Показовим прикладом є селище Білогорівка Луганської області, знімок якого ми можемо побачити на ресурсі Google Earth (*рис. 1.1*) [23]

До повномасштабного вторгнення цей регіон вирізнявся поєднанням степових ландшафтів, крейдяного кар'єру, гідрологічних об'єктів (річка Сіверський Донець) та лісових масивів (заказник місцевого значення «Білогорівський», близькість до НПП

«Святі гори»). Ця територія зазнавала локального впливу ще з 2014 року, проте знімки станом на червень 2022 року демонструють катастрофічну щільність кратерів від розривів снарядів. Хоча наразі бракує супутникових даних високої роздільної здатності для оцінки змін за останні роки, можемо припустити, що морфологія ландшафтів тут змінена незворотно. Подібні зміни призводять до зміни поверхневого стоку вод, посилення ерозійних процесів та повного знищення родючого шару чорноземів, які зосереджені саме у степовій зоні сходу та півдня України.

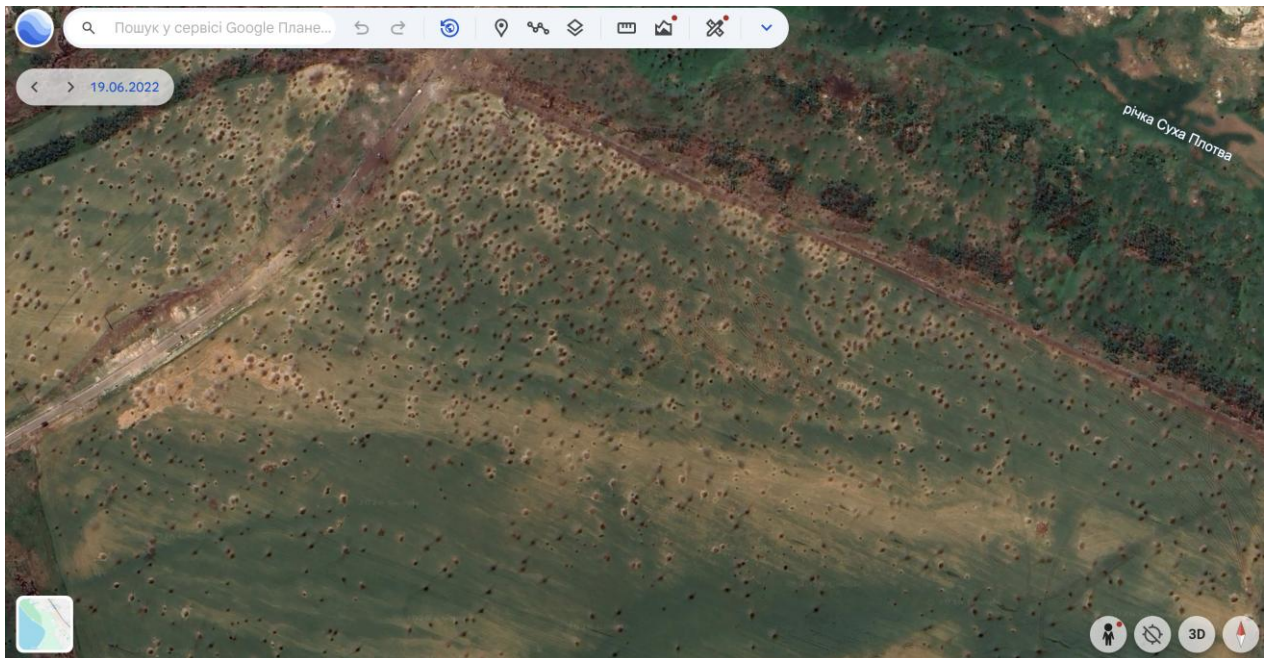


Рис. 1.1 Космічний знімок селища Білогорівка Луганської області, червень 2022 (Джерело: Google Earth [23])

Окремим і надзвичайно складним викликом є деградація лісових екосистем. Ліси страждають як від прямих влучань і спричинених ними пожеж, так і від замінування. Значних втрат зазнав Серебрянський ліс на Луганщині – об’єкт природно-заповідного фонду, який перетворився на суцільне згарище. За словами С. Замотаєва та О. Шуста, станом на 2024 рік розмінування потребували близько пів мільйона гектарів лісу на підконтрольних Україні територіях та понад 0.8 мільйонів гектара – на тимчасово окупованих. Автори зазначають: «Лісові ділянки відповідно до існуючою черги розмінування належать до третьої категорії, а отже ці процеси

розпочнуться не швидко й потребуватимуть досить багато часу» [24, с. 293]. З наукової точки зору це означає, що заміновані лісові масиви будуть відокремленими від лісогосподарських та природоохоронних заходів на десятиліття. Без втручання фахівців на цих територіях може відбуватися неконтрольована сукцесія, розмноження шкідників та накопичення засохлих дерев, що загрожує ризику вторинних пожеж.

Ще одним прикладом екоциду став підриг росіянами дамби Каховської ГЕС у червні 2023 року. Як зазначають У. І. Борняк та Є. М. Кривохижа, серед головних екологічних наслідків цієї катастрофи є масштабна втрата біорізноманіття та загроза зникнення значної частини об'єктів природно-заповідного фонду. Дослідники констатують: «Затопило також території, де раніше зберігалися типові та рідкісні угруповання заплавних лісів, боліт, лук, піщаних степів, степових схилів Дніпра та балок, відслонень гірських порід», - зазначають у статті дослідники [25, с. 32]. Тобто відбулася не просто тимчасова зміна ландшафту, а його докорінна трансформація.

Катастрофа мала і прямий економічний вплив – було затоплено до 40 тисяч гектарів сільськогосподарських угідь на Херсонщині, а через руйнування зрошувальних систем великі площі земель в сусідніх областях залишилися без водопостачання [25, с. 32]. Прогнозується, що колишнє дно водосховища змінюватиметься, заростаючи чагарниками та формуючи нові природні комплекси, адаптовані до умов регіону [25, с. 33]. Цей процес порушує важливе наукове питання про доцільність відновлення ГЕС у її попередньому вигляді.

Відновлення екосистем вимагає часу та індивідуального комплексного підходу, що враховує специфіку кожного регіону [12, с. 474]. А. Клипа у своєму дослідженні пропонує фіторе mediaцію як один із дієвих методів очищення ґрунтів від токсинів та важких металів. Дослідник наголошує: «В Україні, на забруднених територіях Донбасу, застосовуються соняшник і гірчиця для вилучення свинцю та кадмію з ґрунту» [12, с. 474]. Проте варто додати, що цей метод породжує іншу проблему – безпечну утилізацію самої фітомаси, яка акумулює токсини з ґрунтів.

Іншим напрямком є рекультивація. Для відновлення лісів на Харківщині, наприклад, застосовують плантажну оранку та меліоративне розпушування, що дозволяє відновити фізико-хімічні властивості ґрунтів [12, с. 474-475]. Вибір методів безпосередньо залежить від типу ураження – наявність важких металів, знищення лісів чи забруднення вод вимагають комбінації заходів хімічної меліорації, фіторемедіації та заліснення. Однак, головним фактором залишається мінна небезпека, яка унеможлиблює швидке проведення рекультиваційних робіт [12, с. 474].

Процес хімічного забруднення ґрунтів є надзвичайно складним через їхню будову – токсичні речовини мігрують у ґрунтовому профілі. Значну роль у цьому відіграє утворення нових органічних сполук, що змінюють розчинність токсинів. Їхня поведінка визначається як фізико-хімічними процесами (гідроліз, розчинення), так і біологічною активністю, а міграційна здатність залежить від гранулометричного складу та наявності бар'єрів [22, с. 24-25].

Затримка у проведенні рекультивації перетворює первинні порушення (механічні руйнування структури ґрунту) на вторинну деградацію екосистем [22, с. 24-25]. Це означає, що з часом хімічне забруднення проникає у водоносні горизонти, перетворюючи це на екологічну загрозу для регіону.

В. Грушка, І. Суматохіна та О. Сизенко виокремлюють деградацію ґрунтів та втрату біорізноманіття як ключові наслідки війни, що створюють вторинні екологічні ризики [26]. Логічно стверджувати, що повоєнне відновлення порушених ландшафтів повинно базуватися на парадигмі сталого розвитку. Це означає не просто повернення територій до стану інтенсивного сільськогосподарського використання, а переосмислення їхньої ролі та призначення – частину найбільш деградованих земель доцільно вивести з господарського обіду під консервацію задля збереження балансу екосистеми та зважаючи на економічну доцільність. Слід пам'ятати, що зміна функціонування екосистем – це довгостроковий, опосередкований наслідок війни [27, с. 61].

З нормативно-правового аспекту важливим моментом стало затвердження у 2022 році «Методики визначення розміру шкоди, завданої землі, ґрунтам внаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій під час воєнного стану» [28]. Документ виділяє поняття «забруднення ґрунтів» та «засмічення земель». Алгоритм розрахунку базується на нормативно грошову оцінку ділянки, питомі витрати на ліквідацію наслідків, коефіцієнти небезпечності та природоохоронної цінності, а також вартість рекультивації [28]. Однак, аналізуючи цю Методику, варто вказати на прогалину. Документ фокусується виключено на прямому збитку, не враховуючи опосередкований вплив і втрату «екосистемних послуг» (здатність лісу очищувати повітря, економічні збитки в перспективі тощо). Відсутність механізму монетизації непрямих екологічних втрат суттєво занижує реальні масштаби шкоди.

Управління земельними ресурсами в умовах повоєнного відновлення потребуватиме створення принципово нових регуляторних механізмів. Як зазначає В. Шинкаренко, стратегія відновлення має будуватися на чіткій ієрархії цілей – розмінування, екологічна реабілітація, відновлення економічного потенціалу та модернізація системи управління [29, с. 312].

Враховуючи масштаб впливу військових дій на ландшафти України, можна констатувати наявність усіх ознак екоциду. Цей термін характеризує незворотні зміни в екосистемах – знищення сільськогосподарських угідь та лісових масивів, хімічне забруднення гідрологічної мережі та загальну деградацію середовища, що робить його непридатним для життя людини [30, с. 63]. Визнання цих процесів екоцидом на міжнародному рівні є не тільки питанням юридичної відповідальності росії, а й передумовою для залучення ресурсів, які необхідні для відновлення екосистем України.

Висновки до розділу 1:

1. Аналіз історичного досвіду європейських країн свідчить, що відновлення земель після воєнних конфліктів є довготривалим і системним процесом, який може тривати десятиліттями або навіть століттями, що обумовлює необхідність стратегічного планування рекультиваційних заходів.

2. Встановлено, що ефективність повоєнного відновлення значною мірою залежить від розмежування відповідальності між державою та власниками земель, що підтверджує досвід Великої Британії та Німеччини. Досвід Франції демонструє доцільність зонування територій за ступенем ураження, що дозволяє оптимізувати управління процесами рекультивації та визначати економічну доцільність відновлення окремих ділянок.

3. Практика країн Балканського регіону підтверджує, що гуманітарне розмінування є базовим і необхідним етапом відновлення земель, без якого неможливе подальше господарське використання територій. Успішний досвід Хорватії свідчить про ключову роль міжнародної фінансової підтримки та інституційної підтримки у забезпеченні розмінування та подальшої рекультивації земель.

4. Досвід країн Азії показує, що сучасні підходи до відновлення територій мають комплексний характер і поєднують гуманітарне розмінування з екологічним відновленням. Специфіка забруднення в азійському регіоні пов'язана з поєднанням мінної небезпеки та масштабного хімічного ураження, що ускладнює процеси рекультивації.

5. Виявлено, що природно-кліматичні та геоморфологічні особливості територій впливають на складність і тривалість розмінування. Хімічне забруднення ґрунтів унаслідок бойових дій має складний характер і супроводжується міграцією токсичних речовин у ґрунтовому профілі.

6. Аналіз стану земель України свідчить про унікальність мінного забруднення, що характеризується високою щільністю, різноманітністю вибухонебезпечних предметів та значним ураженням аграрних і природоохоронних

територій. Оцінка нормативно-правового забезпечення України свідчить про недостатню інтеграцію екологічної складової у сферу протимінної діяльності, що потребує подальшого вдосконалення законодавства.

7. Доведено, що військові дії спричиняють як прямий, так і непрямий вплив на екосистеми, формуючи довготривалі негативні наслідки, включаючи деградацію ґрунтів, зміну гідрологічного режиму та втрату біорізноманіття. Процес розмінування сам по собі може мати негативний вплив на довкілля, однак його відкладення створює ще більші екологічні ризики.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОНІТОРИНГ СТАНУ ПРОМИСЛОВИХ ЗЕМЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС ТА ДЗЗ

2.1 Застосування методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для ідентифікації пошкоджень та забруднень

Комплексне вирішення проблеми відновлення територій, що зазнали впливу інтенсивних бойових дій, неможливе без попереднього просторового аналізу. Першочерговим етапом, який передуює будь-яким наземним дослідженням (зокрема, розмінування та рекультивації), є дистанційна ідентифікація уражених зон. Інтеграція методів геоінформаційних систем із даними дистанційного зондування Землі та матеріалами аерозйомки дозволяє об'єднати розрізнену просторову інформацію, прив'язавши її до конкретних координат для подальшого аналізу [31, с. 151].

У цьому контексті ГІС виступає не просто інструментом візуалізації, а повноцінною системою підтримки прийняття рішень. Завдяки можливості багат шарового аналізу, ГІС дозволяє синтезувати дані супутникового моніторингу для оптимізації процесів гуманітарного розмінування. Прикладом застосування такого підходу в умовах недостатності ресурсів та даних є території Західної Сахари. У аналізі, який провели Р. Беспалько, Т. Гуцул, І. Казімір, К. Мирончук, визначено, що в умовах обмежених ресурсів було використано відкриті джерела інформації – глобальні карти ґрунтового покриття, демографічні, гідрологічні дані, а також інфраструктурні мережі з OpenStreetMap. На основі цих даних було згенеровано точкові масиви потенційних загроз та додатково взято дані з цифрової моделі рельєфу. Шляхом перекласифікації та присвоєння вагових коефіцієнтів кожному набору даних, дослідники у середовищі ArcGIS створили прогностичні моделі ризиків (від низького до високого рівня небезпеки). Цей досвід доводить, що навіть за умови використання відкритих (інколи навіть неоднорідних за якістю) даних, алгоритмічний просторовий

аналіз дозволяє приймати обґрунтовані рішення для планування гуманітарного розмінування та створює базис для масштабування таких систем у майбутньому [31, с. 151-152].

Процес очищення територій має чітку ієрархію. Як зазначають В. І. Зацерковний та І. Г. Ніколюк, розмінування поділяється на три ключові типи – оперативне (невідкладне знешкодження), військове (забезпечення прохідності стратегічних шляхів) та гуманітарне. Саме гуманітарне розмінування є найскладнішим, оскільки воно має плановий характер і має на меті повне очищення територій для безпечного повернення цивільного населення. Цей процес вимагає точності картографування, адже від нього залежить не лише фізична безпека людей, а й екологія, можливість відновлення інфраструктури та загальний соціально-економічний розвиток деокупованих територій [32, с. 330].

У системі гуманітарного розмінування, визнаній на рівні ООН, все більшої ваги набуває використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА). За алгоритмом В. І. Зацерковного та І. Г. Ніколюка, цей процес охоплює три етапи – збір початкової інформації та попереднє картографування; підготовчий етап (включає польові геодезичні вишукування та безпосередньо аерофотознімання); камеральний етап. Останній етап є дуже важливим, оскільки саме під час дешифрування знімків створюються ортофотоплани і топографічні карти високої точності, що дозволяють ідентифікувати зміни рельєфу, які можуть свідчити про наявність вибухонебезпечних предметів [32, с. 332].

З технологічної точки зору, використання БПЛА еволюціонувало від простої оптичної фіксації до комплексного зондування. На дрони встановлюються міношукачі, мультиспектральні камери (для пошуку мін через аналіз стресу рослинності, яка росте над ними) та інфрачервоні сенсори. Тепловізори дозволяють фіксувати різницю температур між металевим/пластиковим корпусом міни та навколишнім ґрунтом внаслідок їхньої різної теплоємності. Проте для охоплення

значних площ локального моніторингу БПЛА недостатньо, тому первинний аналіз базується на космічній зйомці [32, с. 333].

Космічні знімки високої та надвисокої роздільної здатності є безальтернативним інструментом для об'єктивної оцінки деградації земель внаслідок впливу бойових дій. У дослідженні Ю. В. Залавського та В. В. Лебеда наголошується, що оптичні дані дозволяють ідентифікувати прямі наслідки бойових дій – вирви від вибухів, зони масових пожеж, знищення рослинного покриву та порушення сівозміни. Важливим є використання спектральних індексів, які дають змогу математично розділити зміни ландшафту, спричинені природними кліматичними факторами (наприклад, посухою), від змін, що є прямим наслідком військового впливу [33, 50].

Одним із базових інструментів такого аналізу є нормалізований диференційний вегетаційний індекс (NDVI). Його розрахунок базується на відбивальній здатності хлорофілу в червоному та ближньому інфрачервоному діапазонах спектра. Значення NDVI варіюються від -1 до 1: від'ємні показники характерні для водних об'єктів; від -0,1 до 0,1 – для відкритих ґрунтів, піску, пошкоджених ділянок без рослинності; значення ближчі до 1 свідчать про густу, здорову біомасу (ліси, посіви) [34].

Аналіз відкритих супутникових даних системи Copernicus (включно зі знімками станом на 2026 рік) демонструє стійку тенденцію до різкого зниження показників NDVI на територіях інтенсивних бойових дій. Ділянки, які до початку війни мали показники 0,7-0,9 (що свідчить про високий рівень агрокультури або густий природний покрив), після уражень демонструють падіння до 0,1-0,3. Екологічно це означає не просто зникнення насаджень, а руйнування родючого шару, порушення гідрологічного режиму ґрунту [34].

Наочним підтвердженням цього є просторові знімки селища Білогорівка на Луганщині (рис. 2.1, 2.2). Супутникові дані фіксують стирання меж сільськогосподарських угідь. Кількісна та якісна деградація рослинності (зменшення яскравості зеленого кольору на індексних картах) свідчить про сильне порушення біологічних циклів на цих територіях [34].



Рис. 2.1 Космічний знімок селища Білогорівка, значення NDVI за 27.07.2021.

Джерело: Copernicus Browser [34]



Рис. 2.2 Космічний знімок селища Білогорівка, значення NDVI за 16.07.2024.

Джерело: Copernicus Browser [34]

Додатковим аналітичним інструментом є побудова зображень у хибних кольорах (False Color Composite), що комбінує ближній інфрачервоний, червоний та зелений канали. Цей метод дозволяє чіткіше візуалізувати стрес рослин та порушення ґрунтового покриття [34].

На прикладі тієї ж Білогорівки (рис. 2.4) синтезовані зображення виявляють масове збільшення «білих плям». З наукової точки зору, ці плями можуть свідчити про порушення ґрунтового профілю – знищення родючого шару і вхід на поверхню материнських ґрунтоутворюючих порід (пісків, глин, крейди), що характерно для цієї території. Відсутність яскраво-червоних відтінків на сільськогосподарських землях вказує припинення обробітку угідь, а також на пригнічення природного фітоценозу [34].



Рис. 2.3 Космічний знімок селища Білогорівка, індекс фальшивого композиту за 27.07.2021. Джерело: Copernicus Browser [34]

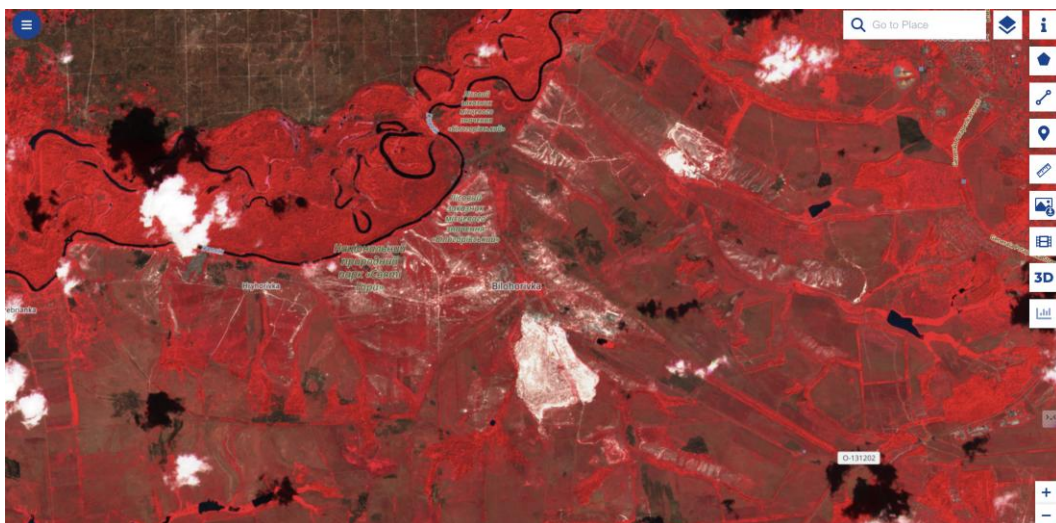


Рис. 2.4 Космічний знімок селища Білогорівка, індекс фальшивого композиту за 16.07.2024. Джерело: Copernicus Browser [34]

Масштаби проблеми ілюструє карта ґрунтів України, що постраждали внаслідок бойових дій, розроблена науковцями НААН у 2022 році. Аналіз масиву даних показує значний вплив на найцінніший природний ресурс України – звичайні чорноземи (зона ураження становить понад 50 390 кв. км). Дернові та дерново-підзолисті ґрунти зазнали впливу на площі понад 29 438 кв. км, а південні та типові чорноземи разом – близько 37 000 кв. км [35]. Втрата родючості таких масштабів переводить питання моніторингу у площину розробки стратегій національної продовольчої та екологічної безпеки.

З просуванням процесів деокупації та отриманням доступу до територій, національний рівень картографування доповнюється регіональними дослідженнями високої роздільної здатності.

Ю. В. Залавський та В. В. Лебедь зазначають, що на рівні окремих громад Харківської області номенклатура досліджуваних показників була значно розширена. Окрім механічних пошкоджень (щільності вирв, площ окопів та фортифікацій), до аналізу було додано просторовий розподіл хімічного забруднення важкими металами (свинцем, цинком тощо), а також зони ущільнення ґрунту важкою технікою [33, с. 56-57]. Наслідком такої деталізації став поділ територій на ґрунтово-екологічні райони з виділенням моніторингових ділянок для тестування методик відновлення [33, с. 58].

Таким чином, формується багаторівнева архітектура даних: від глобального рівня (супутники Sentinel, дані ДСНС, DeepState) до локального (БПЛА, польові хімічні проби, детальні агрохімічні паспорти полів тощо) [33, с. 59, 61]

У своєму дослідженні, присвяченому моніторингу сільськогосподарських земель, Н. М. Романова визначає ключові типи пошкоджень, які можуть бути виявлені за допомогою методів дистанційного зондування Землі. До них належать воронки, що характеризуються повним руйнуванням ґрунтового покриву та утворення заглиблень; фортифікаційні споруди та окопи, які змінюють структуру ґрунтів; території, уражені пожежами; ділянки з ущільненим ґрунтом внаслідок використання важкої техніки; а

також забруднені землі. Зазначені типи пошкоджень піддаються аналізу та ідентифікації за допомогою методів ДЗЗ [36, с. 66]

Всі вищезазначені дані ДЗЗ та ГІС-аналізує не просто засобом встановлення збитків, а базою для проектування рекультиваційних заходів. Саме від просторового аналізу типології ушкоджень залежить майбутній вибір методів відновлення.

Рекультивація таких територій повинна відбуватися у два обов'язкових етапи – технічний та біологічний.

Дані радарної зйомки та цифрових моделей рельєфу, які ідентифікують вирви та траншеї, безпосередньо використовуються для розрахунку обсягів земляних робіт під час технічного етапу рекультивації – засипання вирв, вирівнювання поверхні, демонтаж фортифікацій тощо).

З іншого боку, спектральні індекси та карти хімічного забруднення є основою для планування біологічної рекультивації земель.

На ділянках з підтвердженим забрудненням важкими металами (свинець від боєприпасів, залишки ракетного палива тощо) звичайне сільськогосподарське використання стає неможливим. Для таких територій ГІС-системи допомагають зонувати площі фіторе mediaцію – висадку спеціальних технічних культур, здатних витягувати токсини з ґрунту.

Важливо усвідомлювати, що не всі пошкоджені землі підлягають швидкому відновленню. Аналіз ситуації показує, що на територіях, де знімки фіксують повне знищення гумусового горизонту (вихід материнської породи) та значне хімічне забруднення, рекультивація може бути економічно недоцільною та екологічно неефективною.

У таких випадках просторові дані слугують обґрунтуванням для прийняття рішень щодо консервації земель – виведення їх з обігу, заліснення або залишення під природне самозростання на десятки років.

Узагальнену модель взаємозв'язку між методами дистанційного зондування та алгоритмами подальшого відновлення земель наведено у таблиці 2.1.

Таблиця № 2.1

Застосування методів ДЗЗ для ідентифікації деградації земель внаслідок впливу бойових дій та проєктування заходів рекультивації (авторська розробка)

Тип ураження / деградації	Пріоритетні джерела просторових даних	Ключові індекси та індикатори ідентифікації	Рекомендований етап та методи рекультивації
Механічні пошкодження (вирви від вибухів, траншеї, фортифікаційні споруди)	Радарна зйомка, БПЛА (ортофотоплани), супутникові знімки високої роздільної здатності	Цифрова модель рельєфу, порушення мікрорельєфу, «білі плями» (вихід материнської породи)	<i>Технічна рекультивація:</i> засипання вирв, демонтаж споруд, вирівнювання поверхні. При сильних руйнуваннях – консервація
Знищення рослинного покриву та пожежі (вигорілі площі, порушення сівозміни)	Супутникові знімки високої роздільної здатності, мультиспектральна зйомка, БПЛА	NDVI (різке падіння показників до 0,1-0,3), False Color Composite (відсутність червоних відтінків або їх суттєве послаблення)	<i>Біологічна рекультивація:</i> відновлення фітоценозу, посів зелених добрив для відновлення гумусу, природна ренатуралізація
Хімічне забруднення (важкі метали, залишки ракетного палива, вибухові речовини)	Мультиспектральна зйомка, інтеграція польових хімічних проб у ГІС	Аномалії спектрального відбиття, маркування стресу рослин-індикаторів у інфрачервоному діапазоні	<i>Фіторе mediaція:</i> висадка рослин-аккумуляторів токсичних речовин. Тимчасове виведення з сільськогосподарського обігу
Фізичне ущільнення ґрунту (внаслідок руху важкої військової техніки)	Радарні дані, тепловізійна зйомка з БПЛА, дані відкритого ґрунту	Зміна коефіцієнта відбиття поверхні, локальні температурні зміни	<i>Агротехнічна меліорація:</i> глибоке механічне розпушування, інтенсивна біологічна меліорація
Мінне забруднення (наявність вибухонебезпечних предметів на поверхні або у верхніх шарах)	БПЛА з тепловізорами, магнітометрами, мультиспектральними датчиками	Теплові контрасти, стрес рослинності, датчики	<i>Гуманітарне розмінування:</i> першочерговий етап до початку будь-яких рекультиваційних чи сільськогосподарських робіт

Як видно у *табл. 2.1*, ефективність післявоєнного відновлення земель прямо залежить від точності первинного моніторингу, зокрема дистанційного. Жоден з етапів рекультивації не може бути реалізований ізольовано – виявлені через NDVI зони знищеної рослинності часто накладаються на дані щодо наявності вирв та тепловізійні індикатори мінної небезпеки.

Також варто зазначити, що управління просторовими даними в умовах післявоєнного відновлення створює дилему між потребою у безпеці та необхідністю прозорого управління земельними ресурсами. О. Р. Крамаренко пропонує вирішення цієї проблеми через створення багаторівневого геопорталу для органів місцевого самоврядування. Архітектура такого ресурсу передбачає три рівні доступу: публічний (загальна інформація для громадян), управлінський (для місцевої влади та фахівців ДЗК з доступом до полігонів на кадастровій карті); спеціалізований (для центрів протимінної діяльності та операторів розмінування з повним доступом до точних векторних даних). Це дозволяє зберегти чутливу безпекову інформацію, одночасно надаючи громадам інструмент для планування відновлення [37, с. 322]

2.2 Методологічні засади рекультивації порушених гірничими роботами земель у контексті війни та повоєнного відновлення (на прикладі кар'єру вогнетривких глин Донецького регіону)

Основою для визначення статусу порушених територій є чинне земельне законодавство. Згідно зі статтею 66 Земельного кодексу України, землі промисловості – це території, надані для розміщення та експлуатації основних, підсобних і допоміжних будівель та споруд промислових, гірничодобувних підприємств, їхніх інженерних мереж і під'їзних шляхів [38]. У регіонах з високим рівнем індустріалізації, до яких історично належить Донбас, саме ці території формують основний фонд об'єктів, що потребують екологічного відновлення.

Специфіка Донецького регіону, як центру видобутку, зумовлює формування особливого типу техногенного ландшафту. Оскільки поклади вогнетривких та тугоплавких глин залягають на відносно невеликих глибинах, їхня розробка здійснюється відкритим способом, що призводить до деградації ґрунтового покриву на значних площах.

Відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України №86 «Про затвердження Правил розроблення робочих проектів землеустрою», порушені відкритими гірничими роботами землі класифікуються за формою рельєфу на низку категорій, серед яких переважають котлованоподібні, терасовані, траншейно-грядові виїмки, а також зовнішні та внутрішні відвали [39].

Для глиняних кар'єрів найхарактерніші є глибокі котлованоподібні та терасовані виїмки зі стрімкими укосами. Така морфологія пояснюється пошаровим зняттям розкривних порід, що формує ступінчасту структуру бортів. З методологічної точки зору, наявність крутих укосів є важливим фактором – вони часто можуть бути нестійкими, що робить виположування та терасування першим кроком технічного етапу рекультивації. Паралельно формуються відвали розкривних порід.

Класично у землеустрої процес рекультивації базується на послідовності таких етапів – гірничо-технічного та біологічного [40].

Однак, сучасні реалії вимагають перегляду цієї методології. Донецький регіон є місцем інтенсивних бойових дій, що перетворює землі промисловості на об'єкти вторинної зміни природного середовища внаслідок війни.

Під час бойових дій промислові землі, зокрема кар'єри, страждають від артилерійських обстрілів – руйнуються уже сформовані під час технічного етапу тераси та відвали. Утворюються нові форми рельєфу – вирви, що провокують вітрову та водну ерозію. Рух важкої техніки спричиняє ущільнення ґрунтів, руйнуючи їхню структуру. Внаслідок детонації боєприпасів до ґрунту та порід потрапляє значна кількість важких металів та залишків вибухових речовин. Це фактично нівелює попередні агрохімічні паспорти ділянок і вимагає проведення нових досліджень.

З огляду на це, методологія повоєнної рекультивації повинна включати обов'язковий «нульовий» етап – гуманітарне та екологічне розмінування, а також первинне очищення території. Без інтеграції цього етапу в робочі проекти землеустрою перехід до технічної, а тим більше біологічної рекультивації неможливий.

Методологічні підходи до вибору напрямку рекультивації доцільно розглянути на конкретному прикладі. У межах попереднього дослідження (кваліфікаційної роботи бакалавра) було розроблено проект землеустрою для кар'єру №1 ділянки 4 Вільного родовища вогнетривких та тугоплавких глин (Шахівська сільська рада, Покровський район, Донецька область). Тоді основний фокус був зосереджений на технічних аспектах збереження та нанесення родючого шару. У даному магістерському дослідженні цей об'єкт потрібен для поглибленого методичного аналізу вибору стратегії відновлення з урахуванням сучасних ризиків. [Додаток А]

Досліджувана ділянка знаходиться в межах Степової Лівобережної провінції та характеризується наявністю чорноземів звичайних слабозмитих, легкоглинистих [41, с. 96-97]

Згідно з класифікацією Постанови КМУ №86 для таких територій пріоритетним традиційно вважається сільськогосподарський напрям. Лісогосподарським напрям тут не виправданий через дефіцит вологи в степовій зоні [39].

Повернення цих земель до сільськогосподарського обігу виглядає логічним, адже до початку видобутку вони функціонували як рілля. Проте війна внесла корективи у це рішення. Результати сільськогосподарської рекультивації залежать від наявності буртів зі знятим родючим шаром. В умовах війни ці бурти можуть, наприклад, бути знищеними вибухами, що призводить до втрати найціннішого ресурсу – гумусу.

Для глибшого розуміння масштабу та специфіки порушень, які виникають на землях промисловості під час воєнних дій, було проведено порівняльний аналіз супутникових знімків одного й того самого кар'єру з видобутку вогнетривких глин

(кар'єр №1 ділянки 4 Вільного родовища), зроблених у два різні періоди: до повномасштабного вторгнення та під час нього. Цей аналіз є методологічно важливим, оскільки наземні обстеження на цій території наразі дуже ускладнені через близькість до лінії фронту.

Супутниковий знімок за серпень 2021 року (рис. 2.5) демонструє кар'єр в активній фазі видобутку. На зображенні чітко простежується котлованоподібна виїмка з регулярною геометрією. Найпомітнішим елементом є світлі, білясті оголення порід, що відповідають корисній копалині – вогнетривким та тугоплавким глинам. Вибойни кар'єру мають ступінчасту, терасовану структуру, що свідчить про дотримання технології пошарового зняття порід. Стійкість бортів забезпечується регулярним виположуванням. Також на знімку можна ідентифікувати сліди роботи техніки.

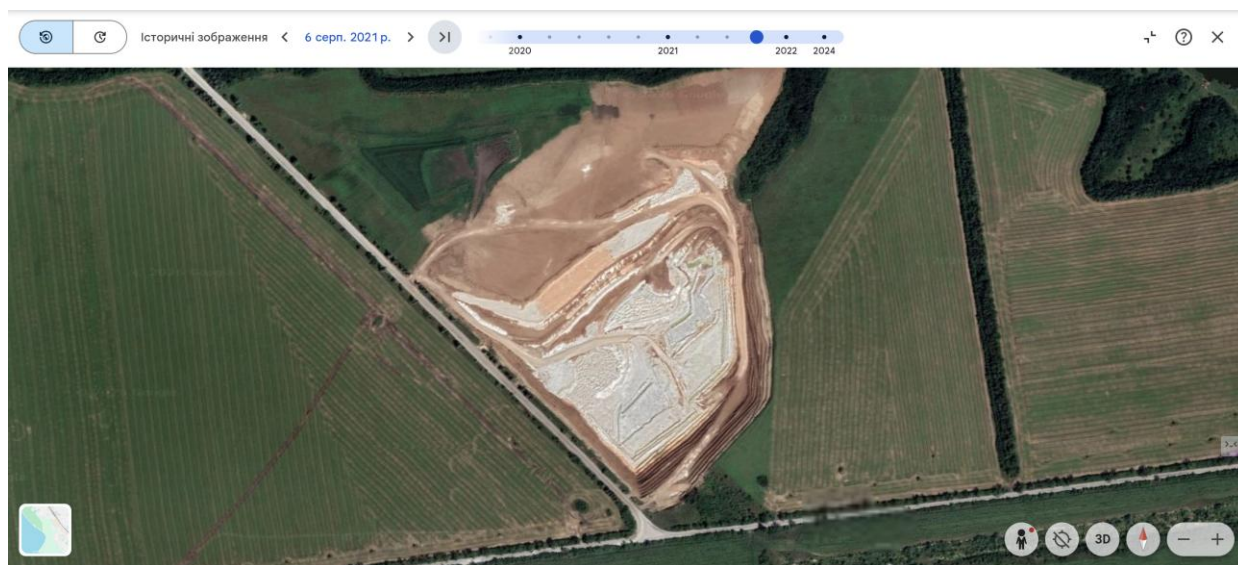


Рис. 2.5 Космічний знімок кар'єру №1 ділянки 4 Вільного родовища за 06.08.2021. Джерело: Google Earth [23]

Навколо кар'єру бачимо інтенсивно оброблювальні поля, що підтверджує сільськогосподарський потенціал регіону. Техногенний ландшафт має контрольований, регулярний та планомірний характер, що відповідає нормам чинного законодавства щодо гірничих робіт [39].

Супутниковий знімок за березень 2024 року (рис. 2.6), зроблений весною, але під час активних бойових дій у Донецькій області демонструє кардинальні зміни, які можна класифікувати як вторинна деградація внаслідок війни. На зображенні кар'єр має занедбаний вигляд. Найпомітнішою аномалією є поява великої водойми бірозово-зеленого кольору, що затопила нижню частину виїмки. Це є прямим наслідком припинення водовідведення, що, ймовірно, було спричинено руйнуванням енергетичної інфраструктури та неможливістю доступу фахівців внаслідок бойових дій. Світлі оголення глини у верхній частині бортів, які були чіткими у 2021 році, тепер еродовані та замулені. Ступінчаста структура бортів порушена, що вказує на припинення технічного етапу рекультивації.

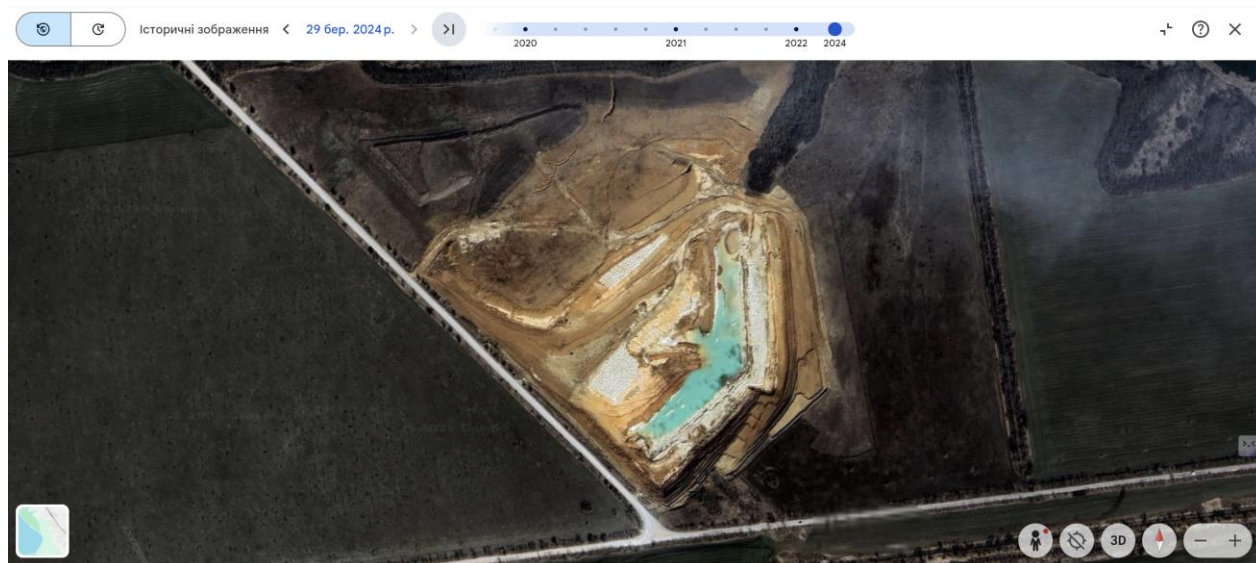


Рис. 2.6 Космічний знімок кар'єру №1 ділянки 4 Вільного родовища за 29.03.2024. Джерело: Google Earth [23]

Важливим також є виявлення на знімку (рис. 2.6) слідів військового впливу на землі – на поверхні виїмки та на навколишніх територіях проглядаються численні воронки від вибухів, які порушують вже сформований техногенний ландшафт та створюють нові ризики ерозії. Порушена цілісність бортів не внаслідок видобутку, а через обстріли. Сільськогосподарські поля навколо кар'єру мають нерегулярний вигляд, зміну кольору та сліди занедбаності, що може свідчити про неможливість їх обробітку через бойові дії.

Порівняння двох знімків наочно показує перехід від контрольованого техногенного впливу до руйнівного військового впливу. Це порівняння є методологічним прикладом того, як дані дистанційного зондування дозволяють оцінити масштаби порушень, коли наземні обстеження неможливі. В умовах війни цей підхід стає основним інструментом для оцінки, визначення втрат родючого шару та ідентифікації нових типів порушень, як вирви від вибухів тощо.

Таблиця № 2.2

Порівняльна характеристика деградаційних процесів на землях промисловості (кар'єрах) у мирний та воєнний час (авторська розробка)

Фактор впливу	Планове порушення (гірничі роботи)	Порушення внаслідок бойових дій (вторинне)	Методологічні наслідки для рекультивації
Рельєф та морфологія	Регулярний, терасований. Параметри виїмок та відвалів визначені робочим проектом	Хаотичний. Поява воронок від снарядів, зруйновані укоси	Потреба у повторному технічному етапі (перепланування поверхні, засипка вирв)
Стан родючого шару	Зняття та складування у спеціальні бурти	Перемішування родючого шару із породами, ущільнення, забруднення токсичними речовинами	Дефіцит родючого шару та гумусу, неможливість прямого використання родючого шару без очищення
Гідрологічний режим	Контрольований. Працює система водовідливу та дренажу	Самочинне затоплення, замулення дна	Необхідність осушення, укріплення розмоклого дна та бортів перед рекультивацією
Хімічне забруднення	Прогнозоване (паливно-мастильні матеріали, наслідки видобутку)	Специфічне та дуже високе: важкі метали, тротил, паливо тощо	Обов'язкова екологічна експертиза та період фіторе mediaції. Можлива консервація.
Безпека робіт	Стандартна техніка безпеки на гірничому підприємстві	Мінна небезпека, наявність нерозірваних боєприпасів	«Нульовий» етап – гуманітарне розмінування перед початком будь-яких робіт

Аналізуючи дані таблиці 2.2 можна дійти висновку, що традиційна методологія рекультивації, яка розглядає кар'єр як статичний об'єкт після завершення видобутку, є неактуальною. Ми маємо справу з динамічною деградацією. Наприклад, затоплення нижньої частини кар'єру №1 (рис. 2.6) – це зміна інженерно-геологічних властивостей порід. Вони насичуються вологою, втрачають стійкість, що в майбутньому може призвести навіть до зсувів (після проведення технічної рекультивації). Також варто зазначити про родючий шар ґрунту, який за час бойових дій може бути фізично втраченим, як ресурс, або ж хімічно отруєним.

Організація рекультивації земель промисловості в зоні бойових дій зазнає змін. Традиційні польові топографо-геодезичні вишукування можуть бути небезпечними. Це зумовлює необхідність впровадження методів дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем як інструменту при розробці проектів землеустрою. Використання супутникових знімків та БПЛА дозволяє оцінити обсяги нових руйнувань, зміну контурів відвалів та стан рослинного покриву.

Методологія рекультивації порушених промислових земель, зокрема глиняних кар'єрів, в умовах війни та повоєнного періоду не може базуватися виключно на нормативних актах, які були створені раніше. Робочі проекти землеустрою мають змінитися від суто технічних документів до комплексних планів відновлення ландшафтів, які будуть включати етап розмінування, оцінку хімічного забруднення, використання дистанційних методів проєктування та етапи біологічного відновлення.

2.3 Застосування БПЛА для нетехнічного обстеження, картографування мінної небезпеки та моніторингу порушених земель

В умовах сучасних викликів, пов'язаних із масштабним мінним та техногенним забрудненням територій, застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) трансформувалося з експериментального методу в один із базових інструментів

дистанційного зондування Землі. Особливої актуальності цей підхід набуває під час обстеження сільськогосподарських угідь південних регіонів України, зокрема Миколаївщини, яка характеризується високим потенціалом родючих ґрунтів і, водночас, значним рівнем замінування. Для оптимізації процесів очищення територій та мінімізації ризиків для саперних груп наразі активно впроваджуються промислові авіаційні комплекси, оснащені високочутливими магнітометрами [42].

Принцип дії таких комплексів базується на дистанційній фіксації аномалій магнітного поля Землі, що виникають через наявність металевих елементів вибухонебезпечних предметів. Рухаючись за заздалегідь запрограмованою траєкторією, БПЛА здійснює суцільне сканування заданої смуги. Отримана інформація автоматично синхронізується за GPS-координатами, що дозволяє створювати високоточні карти мінної небезпеки з ідентифікацією об'єктів як на поверхні, так і всередині ґрунту [42]. З наукової точки зору, використання мультисенсорних систем на базі БПЛА відкриває можливості не лише для фіксації вибухонебезпечних предметів, але й для прогнозування їхнього зміщення внаслідок ерозійних процесів чи зсувів ґрунту.

Важливим кроком до впровадження інституційних змін цього методу стало прийняття у квітні 2025 року національного стандарту ДСТУ 8820-5:2024 «Протимінна діяльність. Процеси управління. Частина 5. Процеси вивільнення територій ленд-реліз» [43]. Впровадження цього документа унормувало на державному рівні використання результатів аерозйомки з БПЛА та аналізу даних ДЗЗ. Це має важливе значення, оскільки гармонізує українське законодавство з Міжнародними стандартами протимінної діяльності (IMAS) ООН та юридично закріплює процедуру визначення статусу безпечності територій [44]. З точки зору геопросторового аналізу, стандартизація дозволяє уніфікувати зібрані дані та інтегрувати їх у геоінформаційні системи для подальшого моделювання.

Окрім нетехнічного обстеження, ефективність процесу очищення земель залежить від механізованих засобів. Наприклад, вітчизняна компанія Rover Tech

розробила роботизовану платформу «Змій», здатну знешкоджувати розтяжки, протипіхотні, протитанкові міни, а також фугасні та осколкові боєприпаси. Сертифікована машина показує продуктивність до 2,5 гектарів на день і є економічно доцільнішою альтернативною іноземним аналогам [45]. Важливо розуміти, що максимальна ефективність таких платформ досягається у взаємодії з БПЛА – попередньо створена за допомогою дронів цифрова карта мінної небезпеки дозволяє формувати оптимальні та безпечні маршрути для роботизованої техніки, автоматизуючи процес очищення.

Окрім гуманітарного розмінування, вектор застосування БПЛА дедалі більше зміщується в бік екологічного моніторингу та геоморфологічних досліджень. Дрони є незамінними для картографування форм рельєфу, фіксації деформацій поверхні внаслідок антропогенного чи військового навантаження, а також вивчення ерозійних процесів. Отримані масиви просторових даних формують базову основу для розробки проєктів рекультивації порушених земель, дозволяючи приймати обґрунтовані інженерні та екологічні рішення [46].

Дослідницький потенціал БПЛА суттєво розширюється при порівнянні їх із супутниковим зондуванням. Супутникові технології залишаються основним інструментом для макрорегіонального моніторингу, розрахунку глобальних вегетаційних індексів та оцінки стану ресурсів, зокрема на тимчасово окупованих територіях, до яких немає доступу. Проте застосування космічних знімків часто ускладняється комерційними обмеженнями доступу до матеріалів надвисокої роздільної здатності та відсутністю сталої інституційної моделі їх використання в державних програмах [47, с. 615, 619]. Натомість БПЛА забезпечують значно вищу просторову та часову роздільну здатність за порівняно низької вартості. Вони здатні фіксувати локальні зміни мікрорельєфу.

Зокрема, за допомогою фотограмметричної обробки матеріалів з БПЛА можна здійснювати високоточний ретроспективний та динамічний аналіз території. Створюючи цифрові моделі рельєфу та порівнюючи ортофотоплани, отримані в різні

періоди часу (наприклад, до масштабного порушення ландшафтів та після інтенсивних бойових дій), дослідники можуть кількісно оцінювати об'єми зміщених або вилучених ґрунтів, глибину вирв, а також аналізувати напрямки майбутнього поверхневого стоку, що провокуватиме подальшу деградацію.

Враховуючи вищезазначене, розробка сучасних методик польових досліджень постраждалих ґрунтів закономірно визначає аеророзвідку з БПЛА як обов'язковий перший етап виявлення небезпек [48, с. 166-167]. У цьому контексті науковці В. Ю. Колосков, Ю. Ю. Дідовець та Ю. Д. Борисенко пропонують багатоетапну методологію. Перший етап передбачає моніторинг земель у режимі реального часу з використанням БПЛА, оснащених комплексом датчиків та системами передачі відеоданих на наземні станції. Результатом цього етапу є створення карти локалізації джерел небезпеки [48, с. 166-168].

Другий етап базується на застосуванні цієї карти для проведення дистанційного та механічного розмінування. Третій етап є суто екологічним і полягає у відборі проб для лабораторного аналізу хімічного та токсичного забруднення ґрунту. Фінальним кроком є розробка робочого проекту консервації або рекультивації земель [48, с. 168-169]. Варто додати, що дані з БПЛА оптимізують і третій етап – маючи точні координати вирв від вибухів, дослідники можуть здійснювати не випадковий відбір проб, а безпосередньо в епіцентрі хімічного впливу боєприпасів.

Важливість аналізу просторових даних військової тематики підкреслюють також О. І. Бондар, Г. С. Фінін та Р. Ю. Шевченко. З широкоформатних аерофотознімків можна видобувати важливу інформацію щодо геоморфологічних змін, трансформації гідрографічної мережі та техногенних порушень. Як зазначають дослідники у своїй роботі: «При автоматизованій обробці стереопари аерофотознімків за допомогою спеціальних оптичних пристроїв для отримання об'ємного зображення можна оцінювати глибину траншейних занурень танкових частин противника або висоту деревостою, що використовується, як маскувальні чинники» [49, с. 42]. Це підтверджує тезу, що об'єкти військової інженерії (траншеї тощо) стають новими

антропогенними формами рельєфу, які змінюють гідрологічний режим та структуру ґрунтового покриву.

Безпілотні авіаційні комплекси є комплексним багатоцільовим інструментом наукового та практичного спрямування. Вони дозволяють не лише ефективно картографувати мінну небезпеку, а й слугують базою для розширеного екологічного моніторингу. Використання мультиспектральних камер, магнітометрів та методів фотограмметрії дає змогу всебічно досліджувати ступінь деградації земель, формуючи підґрунтя для майбутнього відновлення ландшафтів.

Висновки до розділу 2:

1. Встановлено, що методи дистанційного зондування Землі у поєднанні з геоінформаційними системами формують методологічну основу для дослідження стану порушених земель, забезпечуючи можливість комплексного просторового аналізу, інтеграції різнорідних даних та обґрунтованого прийняття управлінських рішень у сфері розмінування та рекультивації.

2. Дистанційна ідентифікація пошкоджень за допомогою супутникових даних, БПЛА та спектральних індексів (зокрема NDVI) дозволяє ефективно виявляти різні типи деградації земель – механічні, біологічні та хімічні – навіть за відсутності можливості доступу до територій. Результати ДЗЗ аналізу мають прикладний характер і є допомагають при виборі напрямів рекультивації.

3. Багаторівнева система моніторингу забезпечує найбільш точну оцінку стану земель, де супутникові дані використовуються для загального аналізу, а БПЛА та польові дослідження – для деталізації результатів. Традиційна методологія рекультивації порушених гірничими роботами земель в умовах війни є недостатньою, оскільки не враховує вторинні порушення, спричинені бойовими діями.

4. Військовий вплив трансформує промислові ландшафти з контрольованих техногенних систем у динамічні деградовані середовища, де відбувається порушення рельєфу, гідрологічного режиму, втрати родючого шару та зростання рівня хімічного забруднення.

5. Обґрунтовано, що використання безпілотних літальних апаратів значно підвищує ефективність нетехнічного обстеження територій, забезпечує високоточне картографування мінної небезпеки та створює передумови для автоматизації процесів розмінування з роботизованими системами.

6. Впровадження національних та міжнародних стандартів у сфері протимінної діяльності забезпечує уніфікацію підходів до збору, обробки та використання геопросторових даних, що є умовою для ефективного управління процесами відновлення територій. Сучасна методологія дослідження та моніторингу

порушених земель має базуватися на інтеграції ГІС та ДЗЗ як єдиної системи, що забезпечує повний цикл – від виявлення пошкоджень і оцінки ризиків про проектування заходів рекультивації та контролю їх ефективності.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ЗЕМЕЛЬ В УМОВАХ ПОВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ

3.1 Алгоритм першочергових заходів: від розмінування до технічної рекультивації

В умовах повоєнної відбудови України проблема відновлення земель, зокрема промислових, набуває значного масштабу. Специфіка таких територій полягає в тому, що вони вже зазнали значного техногенного навантаження до початку бойових дій. Накладання воєнних факторів на існуючі промислові ландшафти створює екологічні виклики. Основними наслідками військового впливу для ґрунтів є глибокі фізичні пошкодження профілю, ущільнення внаслідок пересування важкої броньованої техніки, масштабні хімічні забруднення від згоряння паливно-мастильних матеріалів і вибухових речовин, а також утворення вирв від розривів снарядів [50, с. 253]. Вирішення цих проблем вимагає нових комплексних, науково обґрунтованих підходів, що базуються на принципах сталого розвитку.

Успішна реалізація програм відновлення земель залежить від поєднання кількох ключових факторів. Вирішальну роль у цьому процесі відіграють джерела фінансової підтримки (державні та міжнародні), оперативне вдосконалення профільної законодавчої бази, впровадження інноваційних технологій моніторингу та очищення, а також обов'язкове залучення місцевих громад з інтеграцією економічних та екологічних інтересів [50, с. 254].

Для промислових територій, зокрема об'єктів відкритого видобутку (кар'єрів) та промислових зон, першочерговим аналітичним кроком, що передує будь-яким фізичним втручанням, має стати ретроспективний просторово-часовий аналіз. Детальне візуальне та геопросторове порівняння морфології об'єкта до початку впливу повномасштабного вторгнення (наприклад, за даними 2021 року) з його

поточним станом дозволяє чітко диференціювати суто виробничу деградацію ландшафту від руйнувань, завданих війною. Це є важливим для коректної оцінки збитків та розробки робочого проєкту рекультивації.

Безпосереднє відновлення територій розпочинається з етапу розмінування. Проте варто розуміти, що факт очищення території від вибухонебезпечних предметів не дорівнює її готовності до експлуатації. Процес повернення родючості ґрунту або відновлення його здатності до промислового використання може тривати десятиліттями і потребує масштабної рекультивації. Існує певний екологічний парадокс – сам процес розмінування (особливо механізований) неминуче призводить до додаткової руйнації верхнього горизонту, зміни якісних характеристик ґрунту та зниження його потенціалу [51, с. 6].

Досліджуючи підходи до відновлення, Л. Даценко, С. Тітова та М. Дубницька виокремлюють чотири фундаментальні напрямки, які формують основу просторового планування. Перший напрямок стосується відновлення територій безпосередньо під час дії воєнного стану. Це вимагає методів експериментального проєктування для адаптації мінливих умов та розробки нормативно-правових актів, здатних залучити інвестиції для підтримки економіки. Другий аспект охоплює території з радіоактивним чи специфічним хімічним забрудненням, де розробляються шляхи поступового, строго регламентованого повернення земель до використання. Третій напрямок фокусується на підвищенні родючості сільськогосподарських угідь з метою максимізації економічної ефективності для землекористувачів. Четвертий, базисний аспект – це комплексне розмінування територій із залученням ручних, машинних методів, новітньої робототехніки та БПЛА для забезпечення доступу до вилучених з обігу земель [51, с. 8].

Процес очищення території від мінування, згідно з дослідженнями [51], концептуально поділяється на шість етапів:

1. Оперативне реагування безпосередньо після ударів авіації чи артилерії для локалізації та знищення нерозірваних боєприпасів.

2. Оперативний пошук та ліквідація вибухонебезпечних предметів на деокупованих територіях для базового забезпечення соціальної безпеки населення.
3. Цільове очищення для забезпечення безпеки проведення невідкладних робіт.
4. Нетехнічне обстеження територій (збір даних, ідентифікація ризикованих зон без фізичного втручання).
5. Гуманітарне розмінування, що передбачає суцільне та глибоке очищення земель.
6. Зовнішній незалежний контроль якості розмінування.

Лише після успішного проходження шести етапів очищена земля може бути передана у користування громаді [51, с. 10].

Після забезпечення безпекового фактору постає стратегічне питання щодо напрямку відновлення ґрунтового покриву. Сучасна наукова парадигма пропонує два взаємодоповнюючі методи – активну рекультивацію та консервацію земель. Рекультивація застосовується там, де відновлення території (зокрема для подальшого промислового чи рекреаційного використання) є технологічно можливим та економічно доцільним. Натомість консервація є єдиним раціональним рішенням для катастрофічно-забруднених земель та зруйнованих земель, де відновлення неможливе або надмірно витратне. Такі території залишаються для природного самовідновлення і часто інтегруються до природно-заповідного фонду. У випадках, коли приймається рішення про рекультивації, базовим технічними та біологічними методами є механічне зняття і спеціальна утилізація забрудненого шару, а також фіторе mediaція – висадка специфічних видів рослин для поступового поглинання важких металів та токсинів з ґрунту [52, с. 70].

З огляду на вищезазначене, для систематизації підходів до відновлення промислових земель було розроблено авторський алгоритм першочергових заходів, який представлено у таблиці 3.1.

Таблиця № 3.1

**Алгоритм прийняття рішень щодо рекультивації промислових земель у
повоєнний період (авторська розробка)**

Етап відновлення	Основні заходи	Особливості для промислових земель	Очікуваний результат
1). Превентивний та безпековий	Нетехнічне обстеження, просторовий аналіз руйнувань, етапи гуманітарного розмінування	Оцінка пошкоджень інфраструктури, робота зі складними морфологічними порушеннями (вирви, воронки, відвали), залучення БПЛА та техніки	Повне очищення від вибухонебезпечних предметів, підготовка землі до безпечної роботи фахівців екологів та інженерів
2). Аналітично-діагностичний	Відбір проб ґрунту, хімічний, радіологічний та токсикологічний аналіз; оцінка ступеня деградації	Розмежування «довоєнного» промислового забруднення та наслідків бойових дій; картографування зон значного ураження	Створення детальної карти забруднень, розрахунок завданих війною збитків
3). Стратегічне планування	Вибір методу відновлення – рекультивація (технічна/біологічна) або консервація	Аналіз економічної доцільності відновлення промислового об'єкта або переведення його у статус заповідної зони чи земель рекреації	Затверджений робочий проект рекультивації/консервації, інтегрований у просторовий план громади
4). Практична реалізація	Зняття забрудненого шару, терасування, фіторемедіація, внесення добрив	Утилізація специфічних промислових і військових відходів; робота з порушеннями рельєфу великогабаритною технікою	Стабілізація стану ґрунтів, зниження рівня токсичного забруднення, формування нового ландшафту

5). Після-проектний моніторинг	Систематичний контроль якості ґрунтів та ґрунтових вод, оцінка біоценозів	Моніторинг ризиків міграції залишкових забруднюючих речовин у підземні водоносні горизонти	Підтвердження ефективності рекультивації, досягнення стану екологічної рівноваги
--------------------------------	---	--	--

Розроблений алгоритм першочергових заходів (табл. 3.1) вимагає деталізації перехідного етапу – від завершення гуманітарного розмінування до початку безпосередньо технічної рекультивації. Практика показує, що саме на цьому етапі виникає найбільше організаційних та технічних прогалин. Розмінування, особливо механізоване, часто залишає після себе переораний, структурно зруйнований ландшафт, позбавлений рослинного покриву, що знову робить його вразливим до вітрової та водної ерозії.

Вирішення цієї проблеми може полягати у впровадженні проміжного етапу – тимчасової екологічної стабілізації. Відразу після повного розмінування, замість тривалого очікування повноцінної рекультивації, можна застосовувати оперативні протиерозійні заходи.

До таких рішень можуть належати – тимчасове терасування схилів воронки і траншей, створення валів для запобігання змиву токсичних речовин, а також висів швидкорослих рослин для первинного закріплення поверхні. Це дозволить зупинити деградацію на період розробки та затвердження робочого проекту щодо рекультивації, а також її проведення.

Базою для прийняття рішень на цьому етапі є просторовий аналіз. Для промислових територій, таких як кар'єри, важливою є ідентифікація того, де закінчується виробничий вплив і починаються наслідки бойових дій. Детальне візуальне порівняння стану за допомогою даних дистанційного зондування Землі дозволяє простежити цю динаміку.

Враховуючи великі масштаби руйнувань, наш підхід до відновлення передбачає, що класична рекультивация (з поверненням у промисловий чи сільськогосподарський обіг) не завжди є економічно доцільною та екологічно виправданою.

Для сильно пошкоджених промислових об'єктів, де відновлення технічно неможливе через зміну гідрологічного режиму або надмірне хімічне забруднення, найбільш раціональним рішенням є консервація з подальшим переведенням цих ділянок до природно-заповідного фонду.

Хоча часто консервація сприймається як пасивний процес, сучасний науковий підхід розглядає її як активну стратегію відновлення природи. Промислові землі, такі як кар'єрні виїмки, терикони чи відвали, мають специфічний рельєф.

Після припинення антропогенного втручання та проведення базових заходів з локалізації джерел забруднення, ці території стають осередками закономірної природної зміни біоценозу. Затоплені горизонти кар'єрів перетворюються на нові водні екосистеми, а нерівномірний рельєф відвалів створює мікрокліматичні умови, що сприяє формуванню унікальних біоценозів.

З екологічної, управлінської та правової точки зору, алгоритм переведення таких земель вимагає такого механізму:

1. Підтвердження неможливості економічно обґрунтованої технічної рекультивации.
2. Створення фізичних бар'єрів, що унеможливають поширення забруднення з промислової зони на суміжні території.
3. Виведення ділянки з категорії земель промисловості та переведення її до земель природоохоронного призначення.
4. Надання території статусу земель природно-заповідного фонду.

Такий підхід вирішує одразу кілька завдань – знімає з держави або приватного власника надмірний фінансовий тягар на проведення неефективної рекультивації, ізолює забруднені території і створює нові площі для відродження екосистем.

3.2 Біологічна рекультивація для демілітаризованих територій

Біологічна рекультивація демілітаризованих територій є логічним та важливим продовженням технічного етапу відновлення земель. Успішність цього процесу залежить від фізико-хімічних властивостей порушеного ґрунтового профілю та якості верхнього родючого шару, нанесено під час попередніх інженерних робіт. До базового комплексу біологічної рекультивації традиційно входять адаптовані сівозміни, внесення підвищених норм органічних добрив, мульчування та інші агротехнічні заходи [53, с. 81]. Проте в умовах після бойових дій класичні підходи потребують оновлення, оскільки деградація ґрунтів внаслідок вибухів, ущільнення важкою технікою та хімічного забруднення вимагає застосування інноваційних рішень.

Відновлення ґрунтового покриву – це багатокомпонентний і тривалий процес, що вимагає значних фінансових та часових ресурсів. Сучасна агроекологічна наука вказує на необхідність переходу до вирощування альтернативних сільськогосподарських культур, здатних виживати в екстремальних умовах деградованих територій. «Культури амарант, нут і коноплі технічні вирізняються високою пластичністю та невибагливістю до умов навколишнього середовища», – зазначає Т. В. Бакланова та Ю. С. Калнауз [54, с. 20]. Використання цих рослин обґрунтовується тим, що вони не лише сприяють стабілізації структури ґрунту, але й мають потенціал як цінна сировина для різних галузей промисловості (наприклад, технічні коноплі активно використовуються у будівельному та текстильному виробництвах), що стимулює економічне відновлення регіонів [54, с. 20].

Розширюючи список придатних культур для постраждалих територій, дослідники А. Кирильчук, А. Іваницька, О. Орленко, Т. Кулик та В. Шкляр наголошують на важливості підбору рослин, які поєднують стійкість із функцією фіторемедіації. До таких відносять біб кормовий, просто прутоподібне, топінамбур, сильфій пронизанолистий, міскантус гігантський та вербу енергетичну. Перевагою цих культур є здатність акумулювати в собі токсичні речовини, витягуючи із ґрунту залишки важких металів від боєприпасів та паливно-мастильних матеріалів [53, с. 82-83]. Для промислових територій, де часто спостерігається висока концентрація важких металів, цей аспект є важливим.

Специфіка промислових земель (кар'єрів, відвалів тощо) полягає в тому, що вони вже мають порушений гідрологічний режим та змінену структуру ґрунту. Як ми зазначали раніше, бойові дії перетворюють ці об'єкти у зони подвійного ризику.

Одним із елементів біологічної рекультивації є відновлення ґрунтового мікробіому. В. Алмашова у своїх працях пропонує інтегрувати висадження гороху як інструмент фіторемедіації з обов'язковим використанням мікробіологічних препаратів. Це стимулює відновлення мікрофлори родючого шару ґрунту, яка часто зазнає руйнування внаслідок вигорання полів та хімічних забруднень [55, с. 265].

Загалом, успішність біологічного етапу базується на функціонуванні систему «ґрунт-рослина-фітоценоз». Саме ці три елементи дозволяють поступово стабілізувати рівень родючості та відновити втрачене біорізноманіття [56, с. 83]. Наприклад, використання зернобобових культур у симбіозі з ґрунтовими мікроорганізмами забезпечує зниження концентрації рухових форм важких металів. Токсичні речовини накопичуються у побічній продукції (вегетативній масі), що унеможливорює їхнє потрапляння до харчових ланцюгів [56, с. 83].

Важливим напрямом біологічної рекультивації демілітаризованих територій є також лісовідновлення. Лісові насадження відіграють ключову роль у довгостроковій стабілізації ландшафтів, що зазнали сильних механічних руйнувань (від фортифікаційних споруд, окопів та вирв). Висадка стійких деревних порід дозволяє

не лише зупинити вітрову та водну ерозію на оголених ділянках, а й запустити багаторічний процес утворення гумусу. Заліснення доцільно використовувати на тих площах, де швидке повернення земель у сільськогосподарський обіг є екологічно небезпечним через високий рівень забруднення.

Схожі комплексні принципи застосовуються і при відновленні промислових земель (кар'єрів, відвалів), де метою є повернення території до лісогосподарського, сільськогосподарського використання або створення рекреаційних зон на базі утворених озер [57, с. 257]. Однак, під впливом фактора війни, планова рекультивация промислових об'єктів зазначає змін. Це вимагає розробки нових алгоритмів відновлення для територій зі змішаним (промислово-військовим) типом порушення.

Для систематизації підходів до біологічного відновлення промислових земель було розроблено відповідну таблицю 3.2.

Таблиця № 3.2

Біологічне відновлення промислових земель у післявоєнний період

(авторська розробка)

Тип промислового ландшафту	Характер порушення	Рекомендовані культури	Очікуваний екологічний ефект
Борти та відкоси кар'єрів	Ерозія, спричинена вібраціями від вибухів, загроза зсувів, вирви	Багаторічні злакові трави – грястиця збірна, костриця лучна. Чагарники – обліпіха, шипшина.	Швидке задержування поверхні, механічне закріплення схилів кореневою системою
Дно відпрацьованих кар'єрів	Акумуляція важких металів, залишків вибухонебезпечних речовин	Верба енергетична, міскантус гігантський, просто прутоподібне	Фіторе mediaція, очищення субстрату перед подальшим використанням
Відвали порід та терикони	Термічне ураження ґрунту, дефіцит азоту	Азтофіксуючі та стійкі культури – нут, амарант, гірчиця біля	Відновлення родючості через біологічну фіксацію азоту, нарощення органічної маси

Промислові майданчики та зони відчуження	Ущільнення ґрунту технікою, розливи палива, токсичні речовини	Технічні культури – коноплі технічні, льон-довгунець, сильфій пронизанолистий	Фіторемедіація, отримання технічної сировини
Техногенні водойми (кар'єрного типу)	Хімічне забруднення води та прибережної смуги	Очерет звичайний, рогіз, аїр болотний	Створення природних біофільтрів для очищення води від хімікатів

На основі аналізу специфіки промислових земель, що постраждали від бойових дій, пропонуються такі рекомендації:

1). Перед початком будь-яких заходів біологічної рекультивації важливо провести детальне агроекологічне обстеження земель та поділити їх територію на три групи – ділянки, які придатні до швидкого повернення в агровиробництво; зони з хімічною деградацією, які потребують довготривалої фіторемедіації; зони з катастрофічними порушеннями, де доцільним є виведення з господарського обігу під консервацію.

2). Впровадження обов'язкової процедури комплексного моніторингу перед початком біологічного етапу. Це дозволить розмежувати забруднення, спричинене промисловим видобутком від специфічних військових забруднювачів.

3). Для кар'єрів та териконів, які знаходилися в зонах бойових дій, рекомендується створювати лісомеліоративні смуги – такі насадження будуть виконувати функцію стримування вітрової ерозії та локалізуватимуть розповсюдження пилу з токсичними речовинами під час технічного етапу.

4). Для територій, де воєнний вплив накладається на попереднє промислове використання, стандартної біологічної рекультивації недостатньо. Рекомендується розробка індивідуальних систем, до яких належить створення багаторічних злаково-бобових сумішей із сильною кореневою системою. Це запобігатиме зсувним процесам і дозволить стабілізувати гідрологічним режим.

5). На державному рівні варто розширити термін «рекультивація земель» у повоєнному контексті, додавши обов'язковість заходів з фіторемедіації та ревіталізації біоти.

Реалізація запропонованих заходів дозволить перетворити біологічну рекультивацію на системний та науково-обґрунтований обов'язковий процес екологічного відновлення земельного фонду, забезпечуючи стійкість ландшафтів.

3.3 Пропозиції щодо удосконалення землеустрою та зонування відновлених промислових територій

Сучасні виклики, зумовлені повномасштабними бойовими діями на території України, вимагають концептуального перегляду підходів до просторового планування і землеустрою.

Довоєнні парадигми рекультивації промислових земель здебільшого базувалися на такому принципі: видобуток корисних копалин – технічна рекультивація (вирівнювання рельєфу, нанесення знятого родючого шару) – повернення у сільськогосподарський чи промисловий обіг.

Однак, в умовах повоєнної відбудови цей алгоритм може бути неактуальним через взаємодію двох факторів – первинних техногенних порушень та вторинної мілітарної деградації ландшафтів.

У межах попереднього дослідження (кваліфікаційної роботи бакалавра) нами було розроблено робочий проект землеустрою для кар'єру №1 ділянки 4 Вільного родовища вогнетривких та тугоплавких глин (Шахівська сільська рада, Покровський район, Донецька область). [Додаток А]

Тоді основний фокус був зосереджений на технічних аспектах зняття, збереження та нанесення родючого шару.

У магістерському дослідженні цей об'єкт ми розглядаємо для поглибленого методичного аналізу вибору стратегії відновлення з урахуванням сучасних ризиків. Перехід від суто технічного проектування до комплексного просторового аналізу зумовлений тим, що об'єкт зазнав незворотних змін, які змінюють реалізацію попередніх планів.

Аналіз актуальних даних дистанційного зондування Земля яскраво ілюструє масштаб цих трансформацій, що ми детально розглядали у другому розділі нашої роботи – аномалії у вигляді появи водойми у кар'єрі, занедбаність, сліди військового впливу (воронки, вирви, виїмки), що створюють нові осередки ерозії.

Порушена цілісність бортів тепер є наслідком не процесів видобутку, а впливу через обстріли. Сільськогосподарські поля навколо кар'єру мають сліди занедбаності та сліди вибухів.

Враховуючи зазначене, виникає сумнів щодо доцільності класичної рекультивації таких територій. Спроба повернути цей та подібні зруйновані об'єкти до довоєнного стану або відновити їх виключно для промислового чи аграрного використання є економічно та екологічно необґрунтованою стратегією.

Тому ми пропонуємо запровадити концепцію адаптивного зонування та ренатуралізації порушених земель (рис. 3.1).

Для систематизації цього підходу нами було розроблено алгоритм прийняття просторових рішень, який базується на рівні руйнувань та потенціалі до самовідновлення екосистем (рис. 3.1).

Запропонований підхід передбачає, що затоплений кар'єр не є втраченою територією, а розглядається як фундамент для формування нового осередку біорізноманіття.

Воронки від снарядів на прилеглих територіях після їх перевірки на вибухонебезпечність можуть бути свідомо залишені в ландшафті, виконуючи функцію мікро-водойм.

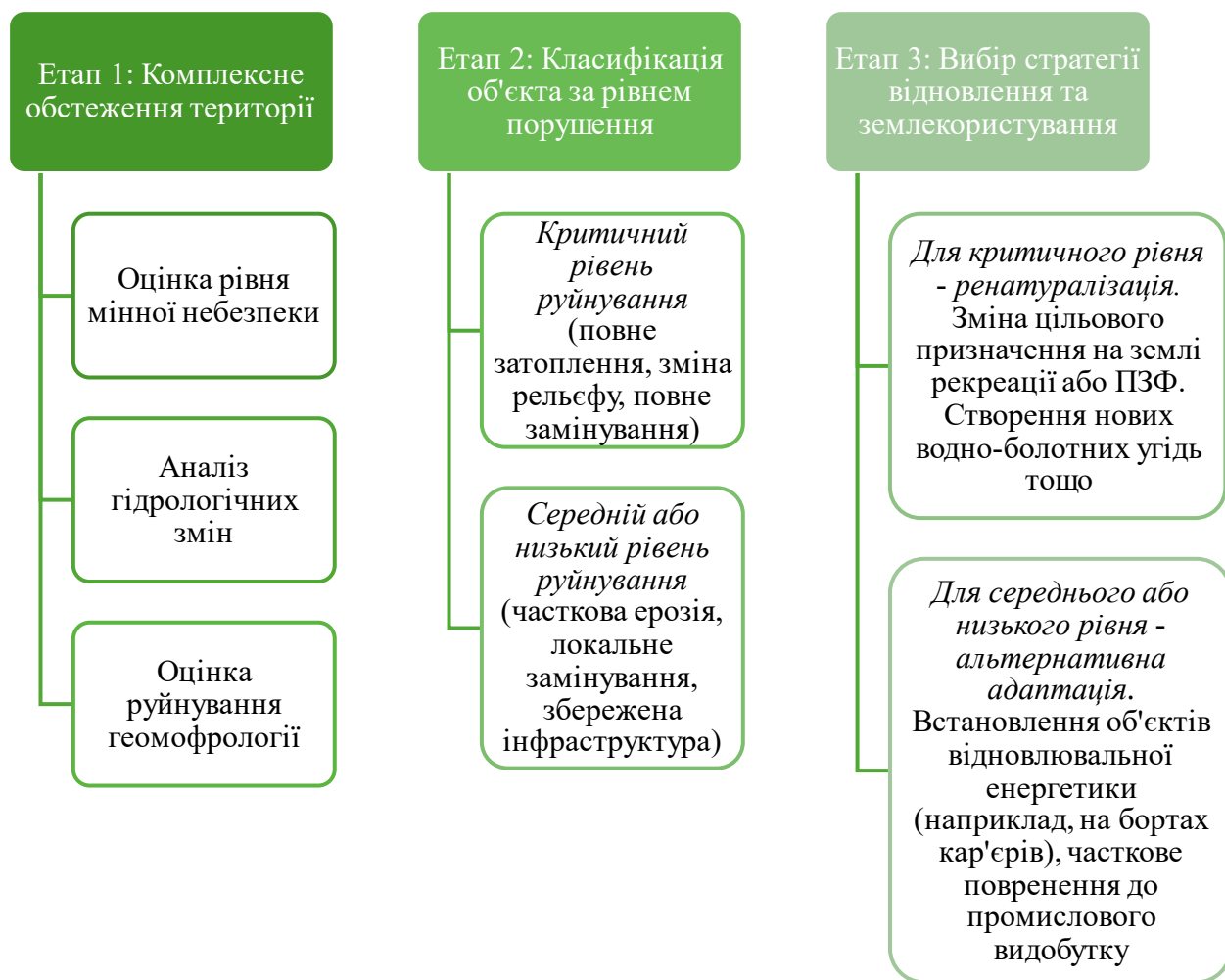


Рис. 3.1 Блок-схема алгоритму адаптивного зонування та ренатуралізації порушених промислових земель (на прикладі кар'єра) у повоєнний період, (авторська розробка)

Для наочної демонстрації відмінностей між старою та запропонованою новою парадигмою нами було сформовано порівняльну таблицю підходів до землеустрою (табл. № 3.3).

Однак, практична реалізація адаптивного зонування наразі стикається із бар'єрами у правовому полі. Земельний кодекс України має вимоги щодо цільового призначення земель, а процедура зміни цього призначення для деградованих та зруйнованих війною об'єктів залишається застарілою [38]. Власники чи орендарі таких земель можуть нести відповідальність за «нецільове використання» або

«погіршення стану земель», хоча ці процеси спричинені обставинами непереборної сили – військовою агресією.

Таблиця № 3.3

Порівняльна характеристика підходів до землеустрою кар'єрів: довоснна модель та концепція повоенної ренатуралізації (авторська розробка)

Критерій порівняння	Довоснна модель рекультивації	Запропонована адаптивна модель ренатуралізації
Головна мета просторового планування	Максимально швидке повернення порушених земель у сільськогосподарський обіг	Досягнення екологічного балансу, створення безпечних рекреаційних зон, адаптація до нових умов
Гідрологічний режим	Постійне відкачування, осушення виїмок, регулювання русел	Використання води як ресурсу – інтеграція затоплених ділянок у ландшафт (створення озер, водно-болотних угідь)
Геоморфологія	Вирівнювання, засипання виїмок, зрізання бортів, намагання відновити первинний рельєф	Збереження нових форм рельєфу як елементів нових мікро-біотопів
Економічний аспект	Високі витрати на активні інженерні роботи з рекультивації	Мінімізація втручання, спрямування коштів на розмінування та моніторинг
Правовий статус та зонування	Дотримання початкового цільового призначення (землі промисловості / землі сільськогосподарського призначення)	Переведення в землі рекреації, природно-заповідного фонду, за потреби

Виходячи з результатів нашого дослідження, пропонуємо наступні рекомендації для вдосконалення земельного законодавства України у повоенний період:

1). Впровадити природне відновлення (ренатуралізацію) як вид рекультивації, який буде повноцінним екологічним заходом. Якщо активна рекультивація економічно недоцільна, то законодавство має заохочувати створювати штучні водойми або лісові об'єкти місцевого значення.

2). Розробка прискореного механізму зміни цільового призначення для промислових земель, що зазнали значних руйнувань. Зокрема, для розміщення об'єктів альтернативної енергетики (наприклад, встановлення сонячних панелей на порушених бортах, що не підлягають залісненню) або для швидшої трансформації у рекреаційні зони для місцевих громад.

Післявоєнний землеустрій має адаптуватися до нових викликів. Головне завдання фахівців із просторового планування сьогодні – намагатися обґрунтовано інтегрувати порушені бойовими діями техногенні ландшафти у новий екологічний та соціально-економічний простір України.

Висновки до розділу 3:

1. Розроблено та обґрунтовано комплекс рекомендацій щодо рекультивації промислових земель в умовах повоєнної відбудови України. Встановлено, що наявні підходи до відновлення порушених територій є недостатніми в умовах поєднання техногенного та військового впливу, що зумовлює необхідність формування нових стратегій землеустрою.

2. Сформовано алгоритм першочергових заходів, який охоплює повний цикл від розмінування територій до післяпроектного моніторингу. Прийняття рішень щодо подальшого використання промислових територій має базуватися на диференційованому підході, з урахуванням ступеня руйнування, рівня забруднення та економічної доцільності. У цьому контексті поряд із рекультивацією важливого значення набуває консервація земель та їх ренатуралізація як повноцінні стратегії відновлення.

3. Запропоновано концепцію зонування промислових територій, яка передбачає неов'язковість повернення до попереднього цільового використання та формування нових екологічно збалансованих ландшафтів. Доведено доцільність інтеграції затоплених кар'єрів і порушених територій у структуру рекреаційних зон або природно-заповідного фонду.

4. Обґрунтовано необхідність вдосконалення нормативно-правової бази у сфері землеустрою, зокрема шляхом впровадження ренатуралізації як окремого підвиду рекультивації та спрощення процедур зміни цільового призначення земель, що зазнали руйнувань внаслідок бойових дій.

5. Запропоновані підходи дозволяють сформувати системну модель відновлення промислових земель, яка поєднує безпекові, екологічні та економічні аспекти і відповідає сучасним викликам повоєнного розвитку територій.

ВИСНОВКИ

1. У результаті аналізу встановлено, що бойові дії спричиняють комплексну деградацію земельних ресурсів, яка проявляється у фізичному руйнуванні ґрунтового профілю, хімічному забрудненні та порушенні природних процесів самовідновлення, що значно ускладнює подальше господарське використання територій.

2. Дослідження показало, що промислові землі зазнають подвійного навантаження – поєднання довоєнної техногенної трансформації та воєнних руйнувань, що формує специфічний тип порушених ландшафтів. Такі території характеризуються підвищеним рівнем екологічних ризиків, складною морфологією та порушеними гідрологічними процесами, що ускладнює застосування стандартних підходів до рекультивації.

3. Узагальнення міжнародного досвіду підтвердило, що процеси розмінування та рекультивації є довготривалими і потребують комплексного міждисциплінарного підходу. Водночас встановлено доцільність впровадження адаптивних моделей відновлення, які орієнтовані не лише на повернення земель у господарський обіг, а на досягнення екологічної стабільності та формування нових функціональних ландшафтів.

4. Обґрунтовано, що застосування методів просторового аналізу та даних дистанційного зондування Землі є ефективним інструментом для оцінки стану порушених територій. Використання цих методів дозволяє виявляти зміни морфології, гідрологічного режиму та прийняття управлінських рішень щодо подальшого використання земель.

5. Проведений просторово-часовий аналіз кар'єру №1 Вільного родовища дозволив виявити суттєві зміни його морфології, зокрема порушення бортів, утворення вирв і зон затоплення. Отримані результати свідчать про високий рівень деградації об'єкта та підтверджують неможливість його повного відновлення за довоєнною моделлю, що обґрунтовує необхідність використання альтернативних підходів.

6. Розроблений алгоритм першочергових заходів забезпечує системну та логічну послідовність дій від розмінування до післяпроектного моніторингу. Його впровадження дозволяє мінімізувати ризики вторинної деградації, підвищити ефективність відновлювальних робіт і забезпечити повернення території до господарського обігу.

7. Обґрунтовано, що біологічна рекультивація із застосуванням фітореMediaційних культур, а також заходів із відновлення ґрунтового мікробіому є ключовим етапом довгострокового екологічного відновлення порушених територій. Такий підхід сприяє поступовому зниженню рівня токсичного забруднення, відновленню родючості ґрунтів.

8. Запропонована концепція зонування доводить доцільність не обов'язковості універсальних підходів до рекультивації та передбачає диференційоване використання земель залежно від ступеня їх ураження. Це дозволяє більш ефективно використовувати ресурси, поєднуючи рекультивацію, консервацію та ренатуралізацію територій.

9. Розроблені рекомендації щодо удосконалення землеустрою та законодавчої бази спрямовані на впровадження ренатуралізації як повноцінного інструменту відновлення, а також на спрощення процедур зміни їх функціонального призначення. Це створює передумови для більш гнучкого та ефективного управління територіями у повоєнний період.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Домбровська О., Князєв Є. Зарубіжний досвід відновлення забруднених земель в результаті військових дій. Екологічна безпека та природокористування: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Львів, 2023). Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2023. С. 63-66.
2. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу / О. Голубцов, Л. Сорокіна, А. Сплодитель, С. Чумаченко – Київ: ГО “Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. – 32 с.
3. Устінова І.І., Власенко Н.О. Екоцид та повоєнне відновлення белігеративних ландшафтів України: проблеми, досвід, перспективи. Грааль науки. 2023. № 27. С. 658–668.
4. Red zone. *Education* | *National Geographic Society*. URL: <https://education.nationalgeographic.org/resource/red-zone/> (дата звернення: 20.03.2026).
5. Лівак А.П. (2024). Порівняльний аналіз міжнародних методик відновлення земель після збройних конфліктів та їх застосування в Україні. Академічні візії, (31). URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/1117>
6. Солонець, К., Ладиченко, К. (2025). Стратегії відновлення економік країн, що зазнали зовнішньої агресії: досвід ХХІ століття. *Universum*, (20), 44–55. URL: <https://archive.liga.science/index.php/universum/article/view/1901>
7. Croatia becomes latest landmine-free country | MAG. *Home* | MAG. URL: <https://www.maginternational.org/whats-happening/croatia-becomes-latest-landmine-free-country/#:~:text=Croatia%20officially%20became%20a%20signatory,unexploded%20ordnance%20found%20and%20destroyed> (дата звернення: 20.03.2026)

8. Мацибора, Т. (2025). Світовий досвід повоєнного відновлення сільського господарства: практична цінність для України. Економічні горизонти, (4(33), 153–167. URL: [https://doi.org/10.31499/2616-5236.4\(33\).2025.345548](https://doi.org/10.31499/2616-5236.4(33).2025.345548)
9. Дікарев, К. Б., В. М. Коваль, В. В. Коваль. "Міжнародний досвід розвитку будівельної галузі в повоєнний період." The IX International Scientific and Practical Conference «Research of young scientists: from idea generation to project implementation», October 28-30, 2024, Lyon, France. 262 p.
10. Требін М. П. Війна як виклик існуванню цивілізації / М. П. Требін // Деструктивні мегатенденції сучасності: від пандемії до війни : монографія / [Іванов С. В., Мельник О. А., Разумова Г. В. та ін.] ; Аналіт. центр сучас. гуманітаристики. - Харків : Право, 2025. - С. 105-130.
11. Дужа І., Мельник Л. Глобальне лідерство США в розмінуванні та знищенні озброєння. Вісник Львівського університету. Серія філос.-політолог. студії. 2021. Вип. 36, с. 196-208. DOI: <https://doi.org/10.30970/PPS.2021.36.24>
12. Клипа, А. (2024). Вплив військових дій на природні екосистеми: наслідки, реабілітація та інтегрований підхід. Просторовий розвиток, (10), 471–481. <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.10.471-481>
13. Getman V. (2018) National Nature Park “Dzharylgatskyi”. Visnyk Kyivskogo nacionalnogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka GEOGRAFIYA [Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Geography], 1 (70), 50-53 (in Ukrainian, abstr. in English).
14. Оперативна інформація Генерального Штабу Збройних Сил України станом на 18:00 19.05.2023 щодо російського вторгнення. Урядовий портал. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/operatyvna-informatsiia-heneralnoho-shtabu-zbroinykh-syl-ukrainy-stanom-na-1900-19052023-shchodo-rosiiskoho-vtorhnennia>
15. Екологічний брифінг щодо конфлікту в Україні: Природа - CEOBS. CEOBS. URL: <https://ceobs.org/екологічний-брифінг-щодо-конфлікту-в/> (дата звернення: 20.03.2026).

16. Convention on Biological Diversity. URL: <https://www.cbd.int/countries/profile?country=ua> (дата звернення: 20.03.2026).

17. Міндовкілля: Фінляндія готова підтримати Україну у впровадженні сучасної системи моніторингу довкілля . URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/mindovkillia-finliandiia-hotova-pidtrymaty-ukrainu-u-vprovadzhenni-suchasnoi-systemy-monitorynhu-dovkillia>

18. Україні потрібен “Рамштайн” з розмінування території, - Юлія Свириденко. Міністерство економіки, довкілля та сільського господарства України. URL: <https://me.gov.ua/News/Detail?lang=uk-UA&id=4f930d66-96f5-44d6-a74f-be4d514b0fe9&title=UkrainiPotribenramshtain>

19. Про протимінну діяльність в Україні : Закон України від 06.12.2018 № 2642-VIII : станом на 1 січ. 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2642-19#Text> (дата звернення: 20.03.2026).

20. Юлія Свириденко: Забруднені мінами сільськогосподарські землі швидше повертатимуть до безпечного використання. Урядовий портал. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/yuliia-svyrydenko-zabrudneni-minamy-silskohospodarski-zemli-shvydshe-povertatymut-do-bezpechnoho-vykorystannia> (дата звернення: 20.03.2026).

21. Потреби України у розмінуванні скоротилися на \$5 млрд завдяки прогресу в очищенні земель, – звіт RDNA4. Міністерство економіки, довкілля та сільського господарства України. URL: <https://me.gov.ua/News/Detail/f9f18a5a-63c1-43d4-8fec-b4dcc721caba?lang=uk-UA&title=PotrebiUkrainiURozminuvanniSkorotilisiaNa-5-MlrdZavdiakiProgresuVOchischenniZemel-ZvitRdna4> (дата звернення: 20.03.2026)

22. Сплодитель А., Голубцов О., Чумаченко С., Сорокіна Л. Забруднення земель внаслідок агресії росії проти України. URL: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/zabrudnennia-zemel-vid-rosii1.pdf>

23. Google Earth. Google Earth. URL: <https://earth.google.com/>

24. Замотаєв С. Менеджмент сталого економічно розвитку у лісовому господарстві України [Електронний ресурс] / Сергій Замотаєв, Олександр Шуст // Стратегічні імперативи сучасного менеджменту : зб. матеріалів VII Міжнар. наук.-практ. конф. (8 трав. 2024 р.) / М-во освіти і науки України, Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана ; [орг. ком.: Д. Лук'яненко (голова та ін.). – Електрон. текст. дані. – Київ : КНЕУ, 2024. – С. 291–294. URL: <https://ir.kneu.edu.ua/handle/2010/49006>
25. Борняк, У. І., & Кривохижа, Є. М. (2023). Сучасні методи подолання наслідків екологічної катастрофи на прикладі Каховської ГЕС. *Scientific Bulletin of UNFU*, 33(4), 31-36. <https://doi.org/10.36930/40330405>
26. Грушка, В., Суматохіна, І., & Сизенко, О. (2025). Просторова диференціація екологічних збитків війни в Україні та її вплив на сталий розвиток регіонів. *Економіка та суспільство*, (80). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-80-77>
27. Бондар, О. Б., Мельник, Є. Є., Погорєлова, О. М., Бицюра, Л. О., & Головатюк, Л. М. (2025). Аналіз результатів впливу військових дій на довкілля та інфраструктуру України. *Scientific Bulletin of UNFU*, 35(1), 60-67. <https://doi.org/10.36930/40350108>
28. Про затвердження Методики визначення розміру шкоди завданої землі, ґрунтам внаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій під час дії воєнного стану : Наказ М-ва зах. довкілля та природ. ресурсів України від 04.04.2022 № 167. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0406-22#Text> (дата звернення: 20.03.2026).
29. Шинкаренко В. Ю. Управління розвитком земельних відносин в умовах сучасних викликів / В. Ю. Шинкаренко // Економічний простір. – 2025. – № 202. – С. 309-315
30. Екоцид: наслідки збройної агресії росії проти України / Левченко О. Г., Землянська О. В., Полукаров Ю. О., Ідрісов Д. Р. // Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки: Збірник матеріалів XXXII Всеукраїнської науково-

методичної конференції (з участю студентів), [Київ], 14 травня 2025 р. / КПІ ім. Ігоря Сікорського. - Київ, 2025. - С. 62-65. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/74230>

31. Беспалько, Р., Гуцул, Т. ., Казімір, І. ., & Мирончук, К. . (2023). Сучасні підходи до оцінювання черговості гуманітарного розмінування територій. *Технічні науки та технології*, (1 (31), 146–157. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-1\(31\)-146-157](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-1(31)-146-157)

32. Зацерковний, В. І. Використання БПЛА для виявлення вибухонебезпечних предметів та побудови карт при гуманітарному розмінуванні / В. І. Зацерковний, І. Р. Ніколюк // *Технічні науки та технології*. - 2025. - № 1 (39). - С. 328-345.

33. Zalavskyi, Y. V., & Lebed, V. V. (2025). Features of mapping military-degraded soils at the national and regional levels. *AgroChemistry and Soil Science*, 99, 49-63. <https://doi.org/10.31073/acss99-06>

34. Copernicus Browser. *Copernicus Browser*. URL: <https://browser.dataspace.copernicus.eu/>

35. Науковці НААН зробили карту про вплив воєнних дій на ґрунтовий покрив України. *Головна | Національна академія аграрних наук України*. URL: http://naas.gov.ua/newsukraine/?ELEMENT_ID=7625 (дата звернення: 20.03.2026).

36. Романова Н.М. Моніторинг поствоєнного стану земель сільськогосподарського призначення з використанням геоінформаційних технологій / Н.М.Романова // V Міжнародна наукова-практична конференція (Біла Церква, 12-13 березня 2026 р.) «Землевпорядна галузь України: здобутки, виклики та перспективи»: Збірник матеріалів. – Біла Церква: БНАУ. - 2026. – С.64-67.

37. Комплексний аналіз застосування геоінформаційних систем в протимінній діяльності в Україні. (2025). *Комунальне господарство міст. Серія: «Інформаційні технології та інженерія»*, 6(194), 319-325. <https://doi.org/10.33042/3083-6727-2025-6-194-319-325>

38. Земельний кодекс України : Кодекс України від 25.10.2001 № 2768-III : станом на 15 лют. 2026 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text> (дата звернення: 20.03.2026).

39. Про затвердження Правил розроблення робочих проектів землеустрою : Постанова Каб. Міністрів України від 02.02.2022 № 86 : станом на 5 листоп. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86-2022-п#Text> (дата звернення: 20.03.2026).

40. Мачуська І. Б. Рекультивація земель у сфері надрокористування в Україні: теоретико-правовий аналіз/ І. Б. Мачуська, В. М. Тітова, І. В. Аргатюк //Аналітичне-порівняльне правознавство/ редкол.: Ю. М. Бисага (голов. ред.), В. В. Заборовський, Д. М. Белов, С. Б. Булеца та ін.; ДВНЗ «УжНУ» – Ужгород, 2024. – №4. – С. 271-275 – Бібліогр.: с. 275 (12 назв). URL <http://journal-app.uzhnu.edu.ua/article/view/310986/302266>

41. Мартин А.Г. Природно-сільськогосподарське районування України: монографія / Мартин А.Г., Осипчук С.О., Чумаченко О.М. – К. : ЦП "Компринт". – 328 с

42. Знаходить вибухівку навіть під землею: для розмінування Миколаївщини використовують БПАК із магнітометром. Міністерство оборони України. URL: <https://mod.gov.ua/news/znahodit-vibuhonebezpechni-predmeti-navit-pid-zemleyu-dlya-rozminuvannya-mikolayivshhini-vikoristovuyut-bp-ak-iz-suchasnim-magnitometrom> (дата звернення: 20.03.2026)

43. ДСТУ 8820-5:2024 Протимінна діяльність. Процеси управління. Частина 5. Процеси вивільнення територій ленд-реліз

44. Використання БПЛА та супутникових знімків для розмінування затверджено на рівні держстандарту. Міністерство оборони України. URL: <https://mod.gov.ua/news/vikoristannya-bp-la-ta-suputnikovih-znimkiv-dlya-rozminuvannya-zatverdzheno-na-rivni-derzhstandartu> (дата звернення: 20.03.2026)

45. Українська машина для розмінування «Змій» успішно пройшла випробування і отримала сертифікат відповідності. Міністерство економіки, довкілля

та сільського господарства. URL: <https://me.gov.ua/News/Detail?lang=uk-UA&id=e94fc55f-a712-4ceb-89e2-0b8539cf700a&title=zmiSertifikatVidpovidnosti> (дата звернення: 20.03.2026)

46. Бермес А., Богуцький А., Томенюк О., Василенко А. Перспективи застосування БПЛА для вивчення ерозійних процесів // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій : матеріали доповідей 12 науково-практичного семінару за міжнародної участі (25-26 листопада 2021 р.). Львів : Видавництво ЛНУ імені Івана Франка, 2021.

47. КАЛИНА, Т., ОСТРОВСЬКИЙ, І., ПІДБЕРЕЗНИХ, І., НАЗАРЕНКО, І., МАСЬ, А. (2026). Супутникові технології в оцінці екологічних наслідків війни та управлінні відновленням земельних ресурсів. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, 350(1), 613-620. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2026-350-83>

48. Колосков, Володимир Юрійович, Юрій Юрійович Дідовець, Юлія Дмитрівна Борисенко. Розробка методики польових досліджень ґрунту земель, що постраждали від військової агресії рф. Diss. BoScience Publisher, Chicago, USA, 2024. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/20698>

49. Бондар О. І. Екологічні виклики воєнного часу: оцінка впливу на довкілля космічними системами дистанційного зондування та GPS-навігації / О. І. Бондар, Г. С. Фінін, Р. Ю. Шевченко. Екологічні науки. 2022. № 4. С. 40-49. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekolnauk_2022_4_9.

50. Романащенко О. А., Романащенко І. О. Шляхи поновлення родючості ґрунту в Україні в післявоєнний період. Технічний прогрес в АПК: матеріали XX Міжнародної науково-практичної конференції, 21-22 травня 2025 р. Харків: ДБТУ, 2025. С. 252-255.

51. Даценко, Л., Титова, С. & Дубницька, М. (2024). Концептуальні підходи до комплексу відновлення постраждалих внаслідок воєнних дій територій в

Україні. *Acta Scientiarum Polonorum. Formatio Circumiectus*, 23 (3), 3–13. <https://doi.org/10.15576/ASP.FC/190126>

52. Мокан А. С. Оцінка впливу російської війни на українські ґрунти / А. С. Мокан // Матеріали до 81-ї звітної студентської наукової конференції ОНУ імені І. І. Мечникова. Секція «Гідрометеорологія і екологія». Підсекції: «Агromетеорологія та агроєкологія», «Військова метеорологія», «Водні біоресурси та аквакультура», «Гідрологія суші», «Екологія», «Екологічне право і контроль», «Метеорологія і кліматологія», «Океанологія та гідрографія», «Технології захисту навколишнього середовища» (Одеса, 23–25 квіт. 2025 р.) – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2025. – С. 69–72. URL: <https://dspace.onu.edu.ua/handle/123456789/41924>

53. ІВАНИЦЬКА, Алла, Тетяна КУЛИК, Віктор ШКЛЯР. «Біологічна рекультивация у відновленні ґрунтів після бойових дій». *Інноваційні екологобезпечні технології рослинництва в умовах воєнного стану: Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ 31 серпня 2023 року). 2023. 202 с. (2023): 81.*

54. Бакланова Т. В., Калнауз Ю. С. Використання маловитратних агротехнологій у вирощуванні альтернативних культур (амарант, нут, коноплі) на порушених землях. Продовольча безпека України в умовах післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри. Міжнародний форум : доповіді учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 28-30 травня 2025 р.) / Міністерство освіти і науки України; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв: МНАУ, 2025. С. 20-22. DOI: <https://doi.org/10.31521/978-617-7149-86-5-4>

55. Алмашова В.С. Повоєнне відновлення порушених сільськогосподарських земель півдня України з допомогою фіторе mediaції. Таврійський науковий вісник. 2025. № 142. Частина 1. С. 199-213.

56. Панцирева Г.В. Формування агротехнологічних підходів до збалансованого управління родючістю порушених та деградованих ґрунтів за вирощування зернобобових культур. Аграрні інновації. 2024. № 27. С. 83-87.

57. Хохотва, О. Екологічні аспекти припинення діяльності кар'єрів / Олександр Хохотва, Олена Ковальова // Матеріали XXIII Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство» (7 грудня 2023 р., Київ, Україна). – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2023. – С. 253-258. – Бібліогр.: 5 назв.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А



Зсильна дилка, з якої здійснюється зняття, перенесення, збереження та використання родючого шару ґрунту

M1 : 5.00H

ОПИС МЕЖ:

Bis A and B - TOB "Minerale" (11234123412:12:123:1234)

Hälsingborg - "TON Mineral" (1234123412;12;123;1234)

Бил B до A - 3 едени, не исполнуе ни еден услов.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

— - МЕНЯ ЗАМЕТИШОЇ ДІТЯКИ

2105.60 - лінійні проміжки

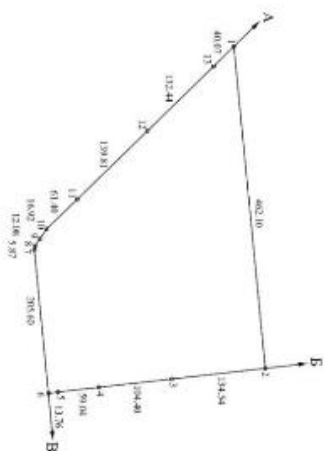


Схема розміщення земельної ділянки

M : 25 000

☐ - результати діяння, з якої здійснюється зняття та перенесення поверхнього шару ґрунту (родючого шару ґрунту)

[illegible]