

УДК 502.654:631.618

Костишин Олександра Олександрівна

кандидат економічних наук, доцент кафедри землеустрою

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького

Kostyshyn Oleksandra

Candidate of Economic Sciences,

Associate Professor of the Department of Land Management

Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytskyi

ORCID: 0000-0003-0067-6935

Федина Богдан Володимирович

викладач, спеціаліст

ВСП «Золочівський фаховий коледж ЛНУП»

Fedyna Bohdan

Lecturer, Specialist

SSU "Zolochiv Professional College of LNUP"

ORCID: 0009-0000-5209-2240

Ціховська Йоланта Барбара

доцент, завідувач кафедри екологічної інженерії

факультету цивільного та екологічного будівництва і архітектури

Бидгощський університет науки і технологій (Польща)

Cichowska Jolanta Barbara

Assistant Professor,

Head of the Department of Environmental Engineering Faculty of Civil and

Environmental Engineering and Architecture

Bydgoszcz University of Science and Technology

ORCID: 0000-0003-1285-0101

DOI: 10.25313/2617-572X-2026-3-68-6

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ У СИСТЕМІ ПОСТВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF RECLAMATION OF DISTURBED LANDS IN THE SYSTEM OF POST-WAR TERRITORIAL RECOVERY

Анотація. Вступ. У статті розглянуто науково-методичні засади рекультивациі порушених земель у системі поствоєнного відновлення територій, що набуває особливої актуальності в умовах масштабних пошкоджень земельного фонду України внаслідок збройної агресії Російської Федерації. Проаналізовано сучасний стан порушених земель, визначено основні види деградації ґрунтового покриву, пов'язані з бойовими діями, військовою технікою, інженерними спорудами, вибухами боєприпасів та забрудненням небезпечними речовинами. Обґрунтовано необхідність застосування комплексного підходу до рекультивациі, який передбачає поєднання землевпорядних, екологічних, технічних і біологічних заходів із урахуванням територіальних особливостей та подальшого функціонального використання земель.

Мета. Метою статті є обґрунтування науково-методичних засад рекультивациі порушених земель у системі поствоєнного відновлення територій України, розробка поетапної моделі відновлення деградованих угідь та визначення прі-



Авторське право © Автор(и). Це стаття з відкритим доступом, що розповсюджується відповідно до умови ліцензії Creative Commons Attribution Ліцензія 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

оритетних напрямів їх подальшого використання з урахуванням масштабів воєнних пошкоджень, екологічного стану ґрунтового покриву та стратегічних потреб продовольчої безпеки держави.

Матеріали і методи. У статті використано комплекс загальнонаукових та спеціальних методів дослідження. Основу методологічної бази склали аналіз і синтез наукової літератури, нормативно-правових актів та міжнародних звітів щодо стану порушених земель України. Для систематизації видів деградації та напрямів рекультивації застосовано методи класифікації і типологізації, а для обґрунтування поетапної моделі відновлення — системний підхід. Інформаційну основу дослідження склали дані ДСНС, ООН, міжнародних наукових видань (ScienceDirect, Science of the Total Environment, Ambio), а також результати польових агрохімічних обстежень ґрунтів із зон бойових дій.

Результати. Наведено класифікацію напрямів рекультивації порушених земель залежно від ступеня пошкодження територій, природно-кліматичних умов та соціально-економічних потреб територіальних громад. Обґрунтовано пріоритетність сільськогосподарського використання відновлених земель як стратегічного ресурсу продовольчої безпеки держави. Визначено, що ефективна реалізація заходів рекультивації потребує інтеграції державної політики, міжнародної підтримки, наукового супроводу та впровадження геоінформаційних технологій моніторингу стану земель.

Перспективи. Отримані результати можуть бути використані при розробленні програм землеустрою, стратегій відновлення територій, регіональних схем планування та проєктів рекультивації земель у післявоєнний період.

Ключові слова: рекультивація, порушені землі, поствоєнне відновлення, фітореMediaція, біореMediaція, ґрунтовий покрив, розмінування, деградація земель, важкі метали, Україна.

Summary. Introduction. The article examines the scientific and methodological foundations of reclamation of disturbed lands within the system of post-war territorial recovery, which has acquired particular relevance in the context of large-scale damage to Ukraine's land fund as a result of the armed aggression of the Russian Federation. The current state of disturbed lands is analyzed, the main types of soil cover degradation associated with combat operations, military equipment, engineering structures, ammunition explosions, and contamination with hazardous substances are identified. The necessity of applying a comprehensive approach to reclamation is substantiated, one that combines land management, environmental, technical, and biological measures taking into account territorial characteristics and the subsequent functional use of lands.

Purpose. The purpose of the article is to substantiate the scientific and methodological foundations of reclamation of disturbed lands within the system of post-war territorial recovery of Ukraine, to develop a phased model for the restoration of degraded lands, and to identify priority directions for their subsequent use, taking into account the scale of war-induced damage, the ecological condition of the soil cover, and the strategic food security needs of the state.

Materials and methods. The article employs a set of general scientific and specialized research methods. The methodological basis comprises analysis and synthesis of scientific literature, regulatory and legal acts, and international reports on the state of disturbed lands in Ukraine. Classification and typology methods were applied to systematize the types of land degradation and reclamation directions, while a systemic approach was used to substantiate the phased restoration model. The informational basis of the study includes data from the State Emergency Service of Ukraine, the United Nations, international scientific journals (ScienceDirect, Science of the Total Environment, Ambio), as well as the results of field agrochemical surveys of soils from combat zones.

Results. A classification of reclamation directions for disturbed lands is presented, based on the degree of territorial damage, natural and climatic conditions, and the socio-economic needs of territorial communities. The priority of agricultural use of restored lands as a strategic resource for national food security is substantiated. It is determined that the effective implementation of reclamation measures requires the integration of state policy, international support, scientific guidance, and the introduction of geoinformation technologies for land condition monitoring.

Discussion. The findings may be used in the development of land management programs, territorial recovery strategies, regional planning schemes, and land reclamation projects for the post-war period.

Key words: recultivation, disturbed lands, post-war recovery, phytoremediation, bioremediation, soil cover, demining, land degradation, heavy metals, Ukraine.

Постановка проблеми. Повномасштабне вторгнення Російської Федерації на територію України, розпочате 24 лютого 2022 року стало причиною безпрецедентних руйнувань земельного фонду нашої країни. За оцінками міжнародних організацій, пряма шкода від війни перевищила 176 млрд. доларів США, а загальні потреби на відновлення оцінюються у 524 млрд. доларів на найближче десятиліття, що у 2,8 рази перевищує ВВП країни за 2024 рік. Значна частина цих потреб пов'язана з відновленням земельних ресурсів.

Україна стала найбільш замінованою країною світу. Площа потенційно небезпечних територій сягає

близько 137 тис. кв. км. На початку 2024 року близько 156 млн. га території, включно з окупованими територіями та акваторіями, вважалися потенційно забрудненими вибухонебезпечними предметами. Порівняно з кінцем 2022 року площа потенційно замінованих земель зменшилася на понад 20% завдяки активним зусиллям з розмінування [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика рекультивації порушених земель має значну наукову базу, сформовану ще за радянських часів у контексті відновлення земель після гірничодобувної діяльності. Класичні підходи описані у пра-

цях М. О. Бекаревича, Л. В. Етеревської, І. Х. Узбека та інших [1]. Проте специфіка відновлення земель, порушених внаслідок сучасних воєнних дій, потребує суттєвого переосмислення існуючих підходів [8].

Сучасні дослідження систематизуються за кількома напрямками. У сфері дистанційного зондування застосування методів машинного навчання до даних Sentinel-1 та Sentinel-2 дозволило оцінити масштаби скорочення оброблюваних земель у зонах конфлікту [15]. Дослідження у Science of the Total Environment (2025) зафіксували безпрецедентні масштаби деградації ґрунтів Харківської області, що супроводжується мінуванням, зниженням родючості та скороченням сільськогосподарських угідь. У напрямі біоремедіації доведено ефективність рослин *Miscanthus giganteus*, *Pisum sativum* та *Melilotus albus* для поглинання важких металів, а біопрепарати «БТУ-Центр» забезпечують деструкцію нафтопродуктів на рівні 59–92% [9; 12]. Правову основу рекультивації визначають Закон України «Про охорону земель» [3] та Національна стратегія протимінної діяльності на 2023–2033 роки [6].

Разом із тим, комплексного дослідження, що об'єднує всі етапи рекультивації земель, порушених внаслідок воєнних дій, з урахуванням специфіки розмінування та хімічного забруднення від боєприпасів, у вітчизняній науковій літературі представлено недостатньо, що зумовлює актуальність даного дослідження.

Метою статті є обґрунтування науково-методичних засад рекультивації порушених земель у системі поствоєнного відновлення територій. Для досягнення поставленої мети визначено завдання щодо аналізу сучасного стану порушених земель та виявленні основних видів деградації ґрунтового покриву внаслідок бойових дій; обґрунтовано необхідність застосування комплексного підходу до рекультивації порушених територій; запропоновано поетапну модель відновлення порушених земель із визначенням змісту кожного етапу; розкрито роль землеустрою в організації та плануванні рекультиваційних заходів; визначено пріоритетні напрями використання відновлених земель з урахуванням потреб продовольчої безпеки та регіонального розвитку.

Матеріали і методи. У статті використано комплекс загальнонаукових та спеціальних методів дослідження. Основу методологічної бази склали аналіз і синтез наукової літератури, нормативно-правових актів та міжнародних звітів щодо стану порушених земель України. Для систематизації видів деградації та напрямів рекультивації застосовано методи класифікації і типологізації, а для обґрунтування поетапної моделі відновлення — системний підхід. Інформаційну основу дослідження склали дані ДСНС, ООН, міжнародних наукових видань (ScienceDirect, Science of the Total Environment, Ambio), а також результати польових агрохімічних обстежень ґрунтів із зон бойових дій.

Виклад основного матеріалу. Сьогодні, внаслідок війни 30% території України перебуває у зоні підвищеної небезпеки для землеробства. Площа орних земель скоротилася на 10% по всій країні. Бойові дії призвели до формування так званих «воєнних ландшафтів» — територій, деформованих виврами від вибухів, траншеями, фортифікаційними спорудами та залишками зруйнованої техніки [18].

Агрохімічні дослідження ґрунтів із зон бойових дій у Київській, Чернігівській, Харківській, Донецькій та Сумській областях виявили надзвичайно високі рівні забруднення: вміст нафтопродуктів у зразках «з-під танку» становив 518 мг/кг, а концентрація важких металів зросла у 3–470 разів порівняно з фоновими значеннями [5]. У ґрунтах накопичуються алюміній, мідь, кобальт, свинець, кадмій та інші токсичні елементи, що надходять із боєприпасів, згорілої техніки та зруйнованої інфраструктури.

За таких умов проблема рекультивації порушених земель набуває стратегічного значення для національної безпеки, продовольчої самодостатності та екологічної стабільності країни. Це вимагає комплексного наукового підходу до розробки поетапної системи (табл. 1) відновлення деградованих територій з урахуванням специфіки воєнних пошкоджень [7; 8].

Для розробки ефективної стратегії рекультивації необхідно класифікувати типи порушень земельного покриву, спричинених воєнними діями. На підставі аналізу наявних досліджень та польових обстежень

Таблиця 1

Масштаби порушення земельних ресурсів України внаслідок воєнних дій (2022–2025 рр.)

Показник	Значення	Джерело
Площа потенційно замінованих територій	~137 тис. кв. км	ДСНС, 2025
Скорочення площі орних земель	10% по країні	ScienceDirect, 2025
Землі під загрозою для землеробства	30% території	Екодія, 2024
Зростання вмісту важких металів	у 3–470 разів	ІМВ НАНУ, 2024
Вміст нафтопродуктів у зоні бойових дій	до 518 мг/кг	БТУ-Центр, 2023
Загальна оцінка потреб на відновлення	524 млрд. дол. США	ООН, 2025
Вартість розмінування земель	~1 трлн. грн	ВРУ, 2025

Джерело: складено автором на основі відкритих даних

Таблиця 2

Класифікація рівнів пошкодження земель та рекомендовані заходи рекультивації

Рівень пошкодження	Площа ураження	Характеристика	Рекомендовані заходи
Низький	до 25% площі ділянки	Поверхнєве забруднення, незначні механічні порушення	Фіторе mediaція, внесення органіки, відновлення агротехніки
Середній	25–50% площі	Наявність воронки, траншей, значне хімічне забруднення	Планування рельєфу, біоре mediaція, рекультиваційний шар
Високий	50–75% площі	Глибокі руйнування ґрунтового профілю, інтенсивне забруднення	Повний цикл гірничотехнічної та біологічної рекультивації
Катастрофічний	75–100% площі	Повна деструкція ґрунтового покриву та екосистеми	Консервація; створення штучних ландшафтів

Джерело: складено авторами на основі [2; 7; 8; 18]

можна виділити кілька основних категорій порушень [7; 8; 18].

Механічні порушення включають воронки від вибухів снарядів, авіабомб та ракет, що змінюють мікрорельєф території; траншеї, окопи та фортифікаційні споруди, які порушують природний профіль ґрунту; вдавлення ґрунту важкою технікою з руйнуванням його структури та ущільненням підорного горизонту.

Хімічне забруднення проявляється у накопиченні важких металів (Pb, Cd, Cu, Co, Al) [5; 9] від боєприпасів та згорілої техніки; забрудненні нафто-

продуктами від розлитого пального та мастильних матеріалів; потраплянні сполук сірки й азоту внаслідок окиснення вибухових речовин; забрудненні діоксинами та фуранами від пожеж.

Мінне забруднення являє собою наявність протипіхотних та протитанкових мін; залишків касетних боєприпасів; нерозірваних боєприпасів різних калібрів та вибухонебезпечних предметів у поверхневому шарі ґрунту [4; 6].

Біологічна деградація виражається у знищенні рослинного покриву та гумусового горизонту; пору-



Рис. 1. Етапи рекультивації порушених земель у поствоєнний період

Джерело: розроблено авторами на основі [1; 5–9]

Таблиця 3

Напрями рекультивації порушених земель у поствоєнний період

Напрямок рекультивації	Зміст заходів	Умови застосування
Сільськогосподарський	Відновлення родючого шару, внесення добрив, посів с/г культур, фітомеліорація	Низький та середній рівень пошкодження; після повної очистки від забруднювачів
Лісгосподарський	Заліснення, створення лісозахисних смуг, посадка дерев-фіторемедіантів	Середній та високий рівень; ерозійно небезпечні схили; лісова зона
Водогосподарський	Створення водойм, відновлення дренажних систем, рекультивація заболочених ділянок	Території з порушеним водним балансом, зруйновані дренажні системи
Рекреаційний	Створення зелених зон, парків, меморіальних ландшафтів	Приміські зони, території, непридатні для с/г; місця пам'яті
Природоохоронний	Консервація, заповідання, створення природних резерватів для самовідновлення	Катастрофічний рівень; території з унікальним біорізноманіттям
Будівельний	Підготовка площадок для відбудови інфраструктури, житла, промислових об'єктів	Території зруйнованих населених пунктів та промислових зон

Джерело: складено автором на основі [3; 7; 13; 14]

шенні мікробіоценозу ґрунту; руйнуванні кореневих систем та ґрунтової мезофауни; засоленні та заболочуванні внаслідок руйнування дренажних систем.

Рекультивація земель, порушених внаслідок воєнних дій, являє собою комплекс організаційних, технічних і біотехнологічних заходів, спрямованих на відновлення ґрунтового покриву, поліпшення стану та продуктивності деградованих територій. На відміну від класичної рекультивації промислово порушених земель, поствоєнна рекультивація вимагає додаткового підготовчого етапу — розмінування та знешкодження вибухонебезпечних предметів.

На основі аналізу вітчизняного та зарубіжного досвіду нами запропоновано чотириетапну модель рекультивації порушених земель у поствоєнний період (рис. 1).

Етап I. Підготовчий (розмінування та знешкодження). Цей етап є обов'язковою передумовою для будь-яких подальших робіт. Національна стратегія протимінної діяльності передбачає очищення 80% деокупованих територій до 2033 року; на 2025 рік заплановано розмінування 65 тис. га сільськогосподарських земель із залученням 112 операторів, понад 9 тис. фахівців та міжнародної коаліції з понад 50 держав [14].

Етап II. Гірничотехнічний. Включає комплекс інженерних заходів: видалення залишків техніки та боєприпасів, засипання воронок і траншей, планування рельєфу, зняття та повернення родючого шару ґрунту. За оцінками фахівців, 143,769 тис. га порушених земель потребують цього етапу як першочергового [7].

Етап III. Біологічний. Спрямований на відновлення родючості та біологічної активності ґрунту. Фіторемедіація із застосуванням *Miscanthus giganteus*, *Pisum sativum* та *Melilotus albus* забезпечує поглинання важких металів Pb, Cd та Cu [9–12]. Біопрепарати на базі вуглеводнеокислювальних бактерій забезпечують деструкцію нафтопродуктів на рівні 59–92% [2].

Етап IV. Екологічний (моніторинг). Завершальний етап передбачає агрохімічний контроль ґрунтів, моніторинг біорізноманіття, оцінку продуктивності та сертифікацію земель для сільськогосподарського використання.

Вибір напрямку рекультивації (табл. 3) визначається ступенем пошкодження, характером забруднення та потребами територіальної громади.

Пріоритетним для України є сільськогосподарський напрям рекультивації, оскільки аграрний

Таблиця 4

Рослини-фіторемедіанти для очищення забруднених ґрунтів

Рослина	Забруднювачі	Механізм дії	Ефективність
<i>Miscanthus giganteus</i> (міскантус)	Pb, Cd, Zn, Cu	Фітоекстракція, фітостабілізація	Висока; додатково — біоенергетична культура
<i>Melilotus albus</i> (буркун білий)	Pb, Cd, Cu	Фітоекстракція	Висока; поліпшує структуру ґрунту
<i>Pisum sativum</i> (горох посівний)	Важкі метали	Фітоекстракція, азотфіксація	Середня; додаткова фіксація азоту
<i>Salix spp.</i> (верба)	Cd, Zn, нафтопродукти	Фітоекстракція, ризофільтрація	Висока для заболочених ділянок
<i>Helianthus annuus</i> (соняшник)	Pb, U, Cs, Sr	Фітоекстракція	Висока; широко доступний

Джерело: складено автором на основі [9; 12]

сектор є одним із основних джерел валютних надходжень країни та забезпечує продовольчу безпеку не лише України, а й значної частини населення планети. До війни на потенційно замінованих землях вирощувалася продукція, що дозволяла прогодувати 81 млн. осіб у світі.

На державному рівні ухвалено десятирічну Національну стратегію протимінної діяльності, що передбачає очищення 80% деокупованих територій до 2033 року. США виділили 182 млн. дол. на розмінування у 2023–2024 рр. та додатково 35 млн. дол., оголошених на Конференції з відновлення України (URC 2024). Загалом Україна залучила міжнародну коаліцію з понад 50 держав та 1,2 млрд. дол. допомоги для очищення територій [4].

Для оптимізації процесу рекультиваци доцільно запровадити систему пріоритетів. Першочергово підлягають рекультиваци землі сільськогосподарського призначення у зонах з найбільшою продуктивністю; землі, прилеглі до населених пунктів; території із загрозою вторинного забруднення водних ресурсів. Другу чергу становлять лісові землі та землі природно-заповідного фонду; рекреаційні території; землі промислового призначення.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведення дослідження дозволяє сформулювати такі висновки.

По-перше, масштаби порушення земельних ресурсів України внаслідок збройної агресії є беспрецедентними для Європи з часів Другої світової війни. Площа потенційно замінованих територій становить близько 137 тис. кв. км, 30% території країни перебуває у зоні підвищеної небезпеки для землеробства, а вміст важких металів у ґрунтах зон бойових дій зріс у 3–470 разів.

По-друге, специфіка поствоєнної рекультиваци полягає у необхідності обов'язкового підготовчого етапу — розмінування та знешкодження вибухонебезпечних предметів, що принципово відрізняє її від

класичної рекультиваци промислово порушених земель. Запропонована чотириетапна модель (підготовчий — гірничотехнічний — біологічний — екологічний) забезпечує системний підхід до відновлення деградованих територій.

По-третє, фіторе mediaція та біоре mediaція є найбільш перспективними методами очищення ґрунтів від воєнних забруднень в умовах України. Доведено ефективність культур *Miscanthus giganteus*, *Melilotus albus* та *Pisum sativum* для поглинання важких металів, а біопрепаратів на основі вуглеводнеоокислювальних бактерій — для деструкції нафтопродуктів (59–92% ефективності).

По-четверте, вибір напрямку рекультиваци (сільськогосподарський, лісгосподарський, водогосподарський, рекреаційний, природоохоронний, будівельний) має визначатися рівнем пошкодження, характером забруднення та потребами територіальної громади. Пріоритетним для України є сільськогосподарський напрям з огляду на стратегічне значення аграрного сектору.

По-п'яте, успішна реалізація програми рекультиваци потребує координації зусиль держави, міжнародних партнерів, наукових установ та приватного сектору. Десятирічна Національна стратегія протимінної діяльності із залученням міжнародної коаліції з понад 50 держав та фінансуванням у 1,2 млрд. дол. створює основу для системного відновлення порушених земель.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробкою регіональних програм рекультиваци з урахуванням природно-кліматичних та ґрунтових умов конкретних областей; створенням геоінформаційних систем моніторингу стану порушених земель на основі даних дистанційного зондування; вдосконаленням біотехнологічних методів очищення ґрунтів від специфічних воєнних забруднювачів; економічним обґрунтуванням оптимальних моделей рекультиваци.

ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ

ВНЕСОК АВТОРІВ: Усі автори зробили внесок порівну.

ФІНАНСУВАННЯ: Автори не отримували фінансування для цього дослідження.

ЗАЯВА ПРО ДОСТУПНІСТЬ ДАНИХ: Не застосовується.

КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ: Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Література

1. Балюк С. А., Медведєв В. В., Мірошніченко М. М. Наукові основи охорони та раціонального використання зрушуваних земель України. Харків: Смугаста типографія, 2019. 624 с.
2. Екодія. Як війна впливає на родючість ґрунтів та якість їжі? URL: <https://ecoaction.org.ua/vijna-vplyvaie-na-grunty.html> (дата звернення: 15.02.2026).
3. Закон України «Про охорону земель» від 19.06.2003 № 962-IV. *Відомості Верховної Ради України*. 2003. № 39. Ст. 349.

4. Площа потенційно замінованих земель порівняно з кінцем 2022 року зменшилася на понад 20%. *Кабінет Міністрів України*. URL: <https://www.kmu.gov.ua> (дата звернення: 10.01.2026).
5. Латифундист. Біоремедіація: як відновити ґрунти, порушені воєнними діями, за допомогою біопрепаратів. URL: <https://latifundist.com> (дата звернення: 12.01.2026).
6. Національна стратегія протимінної діяльності на 2023–2033 роки : Розпорядження КМУ від 20.12.2023 р. № 1148-р.
7. Як рекультивувати порушені землі? *Офіс Сталих Рішень*. URL: <https://ukraine-oss.com> (дата звернення: 08.01.2026).
8. Рекультивация та ревіталізація як основа відновлення деградованих земель : матеріали XII Всеукр. наук.-техн. конф. «Наукова весна» (Дніпро, 2022). НТУ «Дніпровська політехніка», 2022.
9. Фіторемедіація ґрунтів, забруднених внаслідок військово-техногенного навантаження. *Science Reports*. 2024. Т. 20, № 4.
10. Agegnehu G., Amede T. Integrated soil fertility and plant nutrient management in tropical agro-ecosystems: A review. *Pedosphere*. 2017. Vol. 27, No. 4. P. 662–680.
11. Assessment of war-induced agricultural land use changes in Ukraine using machine learning applied to Sentinel satellite data. *Science of the Total Environment*. 2025.
12. Conesa H. M., Faz Á., Arnaldos R. Heavy metal accumulation and tolerance in plants from mine tailings. *Chemosphere*. 2006. Vol. 63. P. 484–489.
13. Pathways for Ukraine's post-war nature recovery: Focus on forest socio-ecological systems. *Ambio*. 2025.
14. Reconstruction of Ukraine: Plans, Progress, and Outlook. *TS2 Tech Report*. Mid-2025.
15. Revealing the distribution and change of abandoned cropland in Ukraine based on dual period change detection method. *Scientific Reports*. 2025.
16. UNESCO. Action Plan for the recovery of Ukraine's science sector. 2025. URL: <https://www.unesco.org> (дата звернення: 05.02.2026).
17. United Nations. Ukraine: Post-war reconstruction set to cost \$524 billion. *UN News*. February 2025.
18. War-induced soil disturbances in north-eastern Ukraine (Kharkiv region): Physical disturbances, soil contamination and land use change. *Science of the Total Environment*. 2025.

References

1. Baliuk, S. A., Medvediev, V. V. and Miroshnychenko, M. M. (2019) *Naukovi osnovy okhorony ta ratsionalnoho vykorystannia zroshyvyaykh zemel Ukrainy* [Scientific foundations of protection and rational use of irrigated lands of Ukraine]. Kharkiv: Smugasta typhrafiia. 624 p.
2. Ekodiia (2026) Yak viina vplyvaie na rodiuchist' gruntiv ta yakist' yizhi? [How does the war affect soil fertility and food quality?]. Retrieved from <https://ecoaction.org.ua/vijna-vplyvaie-na-grunty.html>
3. Zakon Ukrainy "Pro okhoronu zemel" vid 19.06.2003 № 962-IV [Law of Ukraine "On Land Protection" dated 19.06.2003 No. 962-IV] (2003). Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy, No. 39, Art. 349.
4. Kabinet Ministriv Ukrainy (2026) Ploshcha potentsiino zaminovanykh zemel porivniano z kintsom 2022 roku zmenshylasia na ponad 20% [The area of potentially mined lands decreased by more than 20% compared to the end of 2022]. Retrieved from <https://www.kmu.gov.ua>
5. Latyfundyst (2026) Bioremediatsiia: yak vidnovyty grunty, porusheni voiennymi diiamy, za dopomohoiu biopreparativ [Bioremediation: how to restore soils disturbed by military actions using biological preparations]. Retrieved from <https://latifundist.com>
6. Natsionalna stratehiia protyminnnoi diialnosti na 2023–2033 roky [National Mine Action Strategy for 2023–2033]: Rozporiadzhennia KМУ vid 20.12.2023 r. No. 1148-r.
7. Ofis Stalykh Rishen (2026) Yak rekultyvuvaty porusheni zemli? [How to recultivate disturbed lands?]. Retrieved from <https://ukraine-oss.com>
8. Rekultyvatsiia ta revitalizatsiia yak osnova vidnovlennia dehradovanykh zemel [Reclamation and revitalization as the basis for restoring degraded lands]: materialy XII Vseukr. nauk.-tekhn. konf. "Naukova vesna" (Dnipro, 2022). Dnipro: NTU "Dnipravska politekhnika", 2022.
9. Fitoremedyatsiia gruntiv, zabrudnenykh vnaslidok viiskovo-tekhnohennogo navantazhennia [Phytoremediation of soils contaminated as a result of military-technogenic load]. *Science Reports*, 2024, Vol. 20, No. 4.
10. Agegnehu, G. and Amede, T. (2017) Integrated soil fertility and plant nutrient management in tropical agro-ecosystems: A review. *Pedosphere*, Vol. 27, No. 4, pp. 662–680.
11. Assessment of war-induced agricultural land use changes in Ukraine using machine learning applied to Sentinel satellite data. *Science of the Total Environment*, 2025.
12. Conesa, H. M., Faz, Á. and Arnaldos, R. (2006) Heavy metal accumulation and tolerance in plants from mine tailings. *Chemosphere*, Vol. 63, pp. 484–489.
13. Pathways for Ukraine's post-war nature recovery: Focus on forest socio-ecological systems. *Ambio*, 2025.
14. Reconstruction of Ukraine: Plans, Progress, and Outlook. *TS2 Tech Report*. Mid-2025.

15. Revealing the distribution and change of abandoned cropland in Ukraine based on dual period change detection method. Scientific Reports, 2025.
16. UNESCO (2026) Action Plan for the recovery of Ukraine's science sector. 2025. Retrieved from <https://www.unesco.org>
17. United Nations (2025) Ukraine: Post-war reconstruction set to cost \$524 billion. UN News, February 2025.
18. War-induced soil disturbances in north-eastern Ukraine (Kharkiv region): Physical disturbances, soil contamination and land use change. Science of the Total Environment, 2025.

Дата першого надходження статті до видання: 20.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.03.2026

Дата публікації: 27.03.2026