

УДК 502.521

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.1-58.56>

ОЦІНКА ВПЛИВУ НАСЛІДКІВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ҐРУНТИ

Сакун А.О., Кутковий Д.О.

¹Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

вул. Кирпичова, 2, 62002, м. Харків

Antonina.Sakun@khpi.edu.ua, Denys.Kutkovyi@mit.khpi.edu.ua

Україна володіє унікальним ґрунтовим покривом, оскільки понад 60% її території займають чорноземні ґрунти, які мають високий рівень родючості.

Військові конфлікти завдають значної шкоди навколишньому середовищу, зокрема ґрунтовому покриву. Наслідки бойових дій включають механічне руйнування ґрунтів, забруднення важкими металами, нафтопродуктами, вибуховими речовинами та іншими токсичними сполуками. Такі процеси суттєво змінюють фізико-хімічні властивості ґрунтів, порушуючи їх структуру, водний баланс і біологічну активність.

Забруднення, спричинене військовими діями, може зберігатися протягом тривалого періоду, ускладнюючи використання земель для сільськогосподарства та інших видів господарської діяльності. Важливим завданням екологічної безпеки є оцінка рівня деградації ґрунтів у зонах бойових дій та розробка заходів для їх ремедіації. Системний підхід до вивчення впливу військових дій на ґрунти включає проведення геохімічних досліджень, моніторинг рівня забруднення, розробку технологій очищення та відновлення екосистем.

У статті проведено аналіз основних факторів, що впливають на стан ґрунтів внаслідок військових дій. Зокрема, розглянуто хімічне, фізичне та біологічне забруднення, а також наслідки застосування вибухових речовин та бронетехніки. Окрім цього, досліджено вплив пожеж, що виникають унаслідок обстрілів, на деградацію ґрунтів, поширення токсичних речовин і порушення балансу екосистем.

Результати огляду показують, що військові дії призводять до довготривалої деградації ґрунтового покриву, зниження родючості та збільшення ризиків для здоров'я людей та біорізноманіття. Окрім цього, військові дії можуть сприяти зміні у складі ґрунтових мікроорганізмів, що впливає на природні процеси ґрунтоутворення та колообіг елементів. *Ключові слова:* оцінка впливу на довкілля, забруднення ґрунтів, наслідки військових дій.

Assessment of the impact of military actions on soils. Sakun A., Kutkovyi D.

Ukraine has a unique soil cover, as more than 60% of its territory is occupied by chernozem soils, which have a high level of fertility.

Military conflicts cause significant damage to the environment, particularly to the soil cover. The consequences of hostilities include mechanical destruction of soils, contamination with heavy metals, petroleum products, explosives, and other toxic compounds. These processes significantly alter the physicochemical properties of soils, disrupting their structure, water balance, and biological activity.

Pollution caused by military actions can persist for a long time, complicating the use of land for agriculture and other economic activities. An important task of environmental security is to assess the level of soil degradation in combat zones and develop measures for their remediation. A systematic approach to studying the impact of military actions on soils includes conducting geochemical studies, monitoring pollution levels, and developing technologies for cleaning and restoring ecosystems.

The article analyzes the main factors affecting soil conditions as a result of military actions. In particular, chemical, physical, and biological pollution are examined, as well as the consequences of using explosives and armored vehicles. Additionally, the impact of fires caused by shelling on soil degradation, the spread of toxic substances, and ecosystem balance disruption is studied.

The review results show that military actions lead to long-term soil degradation, reduced fertility, and increased risks to human health and biodiversity. Moreover, military actions can contribute to changes in the composition of soil microorganisms, which affects natural soil formation processes and the biogeochemical cycle of elements. *Key words:* environmental impact assessment, soil contamination, consequences of military actions.

Постановка проблеми. Військові дії спричиняють негативний вплив на навколишнє середовище, зокрема на ґрунти. Руйнування інфраструктури, застосування важкої техніки, вибухи, використання хімічної зброї та потрапляння нафтопродуктів у ґрунт призводять до його деградації, забруднення та зниження родючості.

Однією з ключових проблем є забруднення ґрунтів важкими металами, нафтопродуктами, токсичними залишками боєприпасів, що може мати довготривалі наслідки для сільськогосподарських угідь і природних екосистем. Також зміна структури ґрунту через механічний вплив (воронки від вибухів, траншеї, окопи) призводить до ерозійних процесів,

що ускладнює відновлення територій після завершення бойових дій.

Дослідження впливу військових дій на ґрунти є важливим для оцінки екологічних наслідків, розробки методів рекультиваци та створення ефективних стратегій відновлення постраждалих територій. Відсутність системного моніторингу стану ґрунтів після військових конфліктів ускладнює оцінку шкоди та вироблення раціональних заходів з її мінімізації.

Таким чином, актуальним є проведення комплексної оцінки наслідків військових дій на ґрунтовий покрив, виявлення основних факторів впливу та розробка практичних рекомендацій для екологічного відновлення уражених територій.

Актуальність дослідження. Збройні конфлікти спричиняють значні руйнування природних екосистем та мають довгострокові наслідки для сільського господарства, водних ресурсів і здоров'я населення.

Ґрунти виконують важливі екосистемні функції, такі як збереження родючості, фільтрація води, накопичення органічної речовини та підтримка біорізноманіття. Однак під час бойових дій відбувається їхнє фізичне руйнування, забруднення важкими металами, токсичними речовинами, вибуховими речовинами та продуктами горіння. Також спостерігається зміна хімічного складу ґрунту, що ускладнює його використання у сільськогосподарських та природоохоронних цілях.

З огляду на зростаючу кількість збройних конфліктів у світі, необхідність розробки ефективних методів оцінки та відновлення ґрунтів після військових дій стає вкрай важливою. Відсутність комплексних досліджень щодо екологічних наслідків бойових дій ускладнює прийняття управлінських рішень щодо рекультивації уражених територій.

Таким чином, дослідження оцінки впливу військових дій на ґрунти є актуальним не лише з наукової точки зору, а й у контексті екологічної безпеки, збереження природних ресурсів та розробки стратегій відновлення земель після військових конфліктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Можна виділити такі аспекти забруднення ґрунтів, як фізичне руйнування, хімічне забруднення, наслідки потрапляння вибухових речовин, важких металів та паливно-мастильних матеріалів, а також методи рекультивації пошкоджених земель.

– *Дослідження фізичних змін ґрунтів* вказують на значне порушення структури ґрунтів унаслідок механічного впливу військової техніки, вибухів та інженерних споруд. Зокрема, в [1–4] зазначено, що утворення воронки від вибухів, траншей і окопів призводить до змін у мікрорельєфі, що ускладнює природне відновлення ґрунту та сприяє розвитку ерозійних процесів.

– Окремо можна виділити *дослідження забруднення ґрунтів важкими металами* (свинець, кадмій, ртуть, мідь), які містяться у боєприпасах, вибухових речовинах і військового обладнанні. У роботах [2, 6, 7] наголошується, що вміст цих елементів у ґрунті після військових конфліктів суттєво перевищує допустимі норми, що створює загрозу для сільського господарства та здоров'я населення.

– У публікаціях [5–7] висвітлюються *питання екотоксикології та впливу військових забруднень на біологічні процеси у ґрунті*. Зокрема, йдеться про зниження чисельності ґрунтових мікроорганізмів, що беруть участь у розкладі органічної речовини та підтримці родючості ґрунтів.

– Автори [8–9] пропонують *методики оцінки екологічних ризиків та можливості відновлення деградованих земель*. До них належать агротехнічні, фізико-хімічні та біологічні методи рекультивації.

Зокрема, використання фітореMediaції (очищення ґрунту за допомогою рослин) розглядається як один із перспективних способів усунення токсичних забруднень.

Мета роботи. Комплексна оцінка впливу військових дій на стан ґрунтів, визначення основних факторів їх руйнування та забруднення, а також розробка рекомендацій щодо відновлення і рекультивації деградованих земель.

Результати дослідження. Заміновані землі, воронки від вибухів, зсуви, випалені ділянки та ерозійні процеси спричиняють тривале погіршення стану навколишнього середовища. На сьогодні вважається, що 30% території знаходиться в зоні підвищеного ризику для ведення сільськогосподарської діяльності. До негативних наслідків руйнування ґрунтового покриву в умовах війни належать: поверхневе забруднення, механічні пошкодження, а також фізичне й хімічне засмічення [10].

У регіонах, що зазнали значних наслідків інтенсивних бойових дій, виникають серйозні побоювання щодо екологічної безпеки земельних ресурсів і можливості їх подальшого використання. Фіксуються суттєві негативні зміни як у стані, так і в родючості ґрунтів. Зростає кількість свідчень про руйнівний вплив, який підриває стійкість геоекосистем.

У умовах, спричинених війною, питання збереження навколишнього середовища стає дедалі актуальнішим, особливо в регіонах, де природні ресурси зазнають значного впливу через інтенсивні бойові дії. Харківщина – один із таких постраждалих регіонів. Її землі відіграють важливу роль у сільському господарстві. Основу ґрунтового покриву області становлять родючі чорноземи, що є значним плюсом для врожайності та ефективного використання земель (рис. 1).

Пожежі, спричинені бойовими діями, є одним із перших наслідків воєнно-техногенного впливу, що згодом призводить до розвитку водної та вітрової ерозії. На вигорілих територіях часто відбувається вимивання гумусових речовин, а також утворюється гідрофобний шар, який перешкоджає проникненню води в ґрунт [11].

Часто спостерігається утворення потоків сміття та неглибоких зсувів. Окрім цього, пожежі, незалежно від їхнього походження, спричиняють додаткове забруднення ґрунтів токсичними сполуками, зокрема поліароматичними вуглеводнями, що утворюються в процесі горіння [12].

Хімічний вплив військових дій змінює природні характеристики ґрунтового покриву через забруднення, що виникає внаслідок застосування зброї та військової техніки. Тривала військова активність сприяє формуванню локальних воєнно-техногенних геохімічних аномалій, які містять широкий спектр вибухових і токсичних речовин, що може призвести до невизначеної заборони на використання цих земель [13–15].



Рис. 1. Фотоприклади військових конфліктів на території Харківщини

Під час стрільб використовуються боєприпаси, що містять різні види пороху та вибухових речовин, при згорянні яких утворюються такі сполуки, як азот, сажа, вуглеводні, свинець, двоокис марганцю та інші шкідливі похідні. Вони негативно впливають як на здоров'я людини, так і на стан навколишнього середовища. Наприклад, вибух одного 115-мм осколково-фугасного снаряду, спорядженого гексогеном, спричиняє утворення близько 4000 літрів газів, що містять продукти згорання цієї вибухової речовини. Близько 30% цих газів розсіюється в атмосфері, тоді як основна їх частина, зокрема важкі фракції та метали, осідає у ґрунті.

Висновки. Оцінка впливу військових дій на ґрунти є важливою для визначення масштабів екологічного забруднення та розробки ефективних методів відновлення. Основні загрози, пов'язані з військовими конфліктами, включають фізичне руйнування ґрунтового покриву, хімічне забруднення важкими металами та токсичними речовинами, а також зниження біологічної активності ґрунту. Використання сучасних методів оцінки, таких як лабораторний аналіз, геоінформаційні системи та біоіндикація,

дозволяє отримати точні дані про стан забруднення. Для відновлення постраждалих територій необхідно застосовувати комплексний підхід, що включає агро-хімічні, біологічні та фізико-хімічні методи рекультивації.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку екологічно безпечних і економічно доцільних технологій відновлення ґрунтів, що дозволить мінімізувати негативні наслідки військових дій для довкілля та сприяти стійкому розвитку постконфліктних територій.

ґрунти, забруднені вуглеводнями, стають джерелом токсичних газів і пилу, які розповсюджуються повітрям і завдають серйозної шкоди ґрунтовому біорізноманіттю. Сполуки, такі як бензол, толуол, етилбензол і ксиліл, що виділяються зі свіжозабруднених ґрунтів, можуть спричиняти хронічні негативні наслідки для здоров'я населення. Потрапляючи в ґрунт, вуглеводні можуть частково або повністю заповнювати його поровий простір, блокуючи потік повітря і води. Це погіршує дихання кореневих систем рослин, порушує життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів і ускладнює забезпечення біоти вологою.

Література

1. Богданець В.А., Носенко В.Г. Індикатори сталого розвитку безпеки використання земель та оцінка розвитку деградаційних процесів ґрунтового покриву з використанням геоінформаційних моделей. Землеустрій, кадастр та моніторинг земель, 2022. № 3, С. 83–92.
2. Бутенко Є.В., Кузнецова О.В., Сохацька М.С. До питання оцінки наслідків негативного впливу бойових дій на землях територіальних громад Донецької області. Землеустрій, кадастр та моніторинг земель, 2023. № 2, С. 92–103.
3. Полозенцева В. О., Юрченко А. І. Щодо впливу бойових дій на стан ґрунтів Донецької області. Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення.: Зб. статей XVIII Міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 15–16 вересня 2022р. УКРНДІЕП, 2022. С. 246–252.

4. Кононенко В.П. Новікова Л. В. Вплив регіональних збройних конфліктів на міжнародну екологічну безпеку. Альманах міжнародного права. 2020. № 24. С. 214–221.
5. Гесць В.М. Про оцінку економічних втрат України внаслідок збройної агресії РФ: Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 30 березня 2022 року. Вісник Національної академії наук України. 2022. № 5. С. 30–38.
6. Нонік Л.Ю., Пацева І. Г., Пічкур Т. В. Розроблення стратегії управління відходами руйнацій в умовах воєнного стану. *Екологічна безпека та технології захисту довкілля*. 2023. № 4. С. 40–47.
7. Зайцев Ю.О., Грищенко О.М., Романова С.А., Зайцева І.О. Вплив бойових дій на вміст валових форм важких металів у ґрунтах Сумського та Охтирського районів Сумської області. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 3. С. 136–149.
8. Наумчук В.В. Стратегії відновлення та рекультивації земель після воєнних конфліктів. Актуальні проблеми економіки. № 7 (277), 2024. С. 239–248.
9. Лісова Т.В. Відновлення земель: окремі теоретичні питання. Науковий вісник Херсонського державного університету. № 1 (1), 2018. С. 138–141.
10. Грузенський В. В. Проблеми та перспективи правового регулювання відновлення земель і ґрунтів України, що постраждали внаслідок збройної агресії Російської Федерації. *Юридичний науковий електронний журнал*. № 5, 2024. С. 249–251.
11. Потіп М.М. Протидія забрудненню та за-сміченню земельних ресурсів: правові аспекти. *Юридичний науковий електронний журнал*. № 7, 2023. С. 151–157.
12. Місінкевич Л.Л., Місінкевич А.Л. Правові проблеми охорони та відновлення земель під час дії воєнного стану в Україні. *Університетські наукові записки*. № 5–6 (89–90), 2022. С. 27–34.
13. Захист і відновлення екологічної рівноваги та забезпечення самовідновлення екосистем / за ред. Чайки Т.О. Полтава: ПП «Астроя», 2023. 308 с.
14. Камінський В.Ф., Ткаченко М.А., Коломісць Л. П. Методичні рекомендації щодо відновлення земель сільськогосподарського призначення, порушених внаслідок воєнних дій. Київ: ННЦ «ІАЕ», 2023. 84 с