

**Вплив війни росії проти України
на стан українських ґрунтів.
Результати аналізу**



Автори: к.г.н. Анастасія Сплодитель, к.г.н. Олександр Голубцов, д.т.н. Сергій Чумаченко, д.г.н. Людмила Сорокіна

За редакцією: Наталія Гозак, Марія Дячук, Лоріна Федорова

Зовнішні рецензенти: Яковлев Євгеній доктор технічних наук, головний науковий співробітник відділу досліджень навколишнього середовища Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору.

Корекція: Мирослава Косар

Дизайн: Влада Мельничук

Цей документ дозволено копіювати з некомерційною метою без спеціального дозволу ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія», однак посилання на джерело інформації є обов'язковим.

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.

Funds from the Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC) the German Federal Ministry of Economic Cooperation and Development (BMZ) , and the European Commission are greatly appreciated. Views, conclusions or recommendations belong to the authors of this publication and do not necessarily reflect the official opinion of Land Matrix



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Federal Ministry
for Economic Cooperation
and Development



LAND MATRIX

екодія
ecoaction.org.ua

© ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія»

Зміст

01	Вступ	4
02	Класифікація та опис забруднень ґрунтів повоєнних ландшафтів	5
	Механічний вплив	5
	Фізичний вплив	7
	Хімічний вплив	7
03	Воєнно-техногенний вплив на ґрунти та наслідки на здоров'я людей	10
04	Приклади оцінювання пошкоджених земель на регіональному та місцевих рівнях	14
	Регіональний рівень: Донбас	14
	Місцевий рівень: Вільхівська громада (Харківщина) та Сартанська громада (Донеччина)	16
05	Практики з відновлення земель	23
06	Аналіз досвіду політики відновлення земель країнами, що постраждали внаслідок військової діяльності	26
07	Рекомендації для влади національного та регіонального рівнів щодо екологічно сталого та соціально справедливого відновлення земель	30
	Національний рівень	30
	Регіональний рівень	32



Вступ

Війна росії проти України з 2014 року разюче порушила ґрунтове середовище і спричинила широкомасштабну та довготривалу деградацію довкілля. Повномасштабне вторгнення з 24 лютого 2022 року ще більше загострило проблему деградації ґрунтів, а висока інтенсивність бойових дій на окремих ділянках поставила під сумнів безпечність використання земель, що безпосередньо постраждали від військового впливу.

Хоча війна досі триває, вже зараз ми можемо зафіксувати значний негативний вплив військових дій на здоров'я та продуктивність ґрунтів. Вирви від авіабомб та артилерійських обстрілів, заміновані території, знищена важка військова техніка, витік нафтопродуктів, випалені ділянки від пожеж, зсуви ґрунту тощо стали основними маркерами, що сигналізують про потужний вплив на стійкість ґрунтів до забруднень. Саме тому порушення ґрунтів спричиняють важкі соціально-економічні наслідки, як і на місцях, так і на національному рівні.

Різка зміна ландшафтів потребує негайного та комплексного дослідження з подальшою розробкою політики управління забрудненими війною землями. Бездіяльність щодо окресленої проблеми ризикує спричинити пришвидшену ерозію ґрунтів, негативно вплинути на виробництво, поширення токсичної/ забрудненої сільськогосподарської чи іншого типу продукції, а також негативно впливати на здоров'я людей. Однак нині моніторинг оцінки стану ґрунтів і досі має фрагментарний характер.

Мета цього дослідження полягає в дослідженні впливу військових дій на ґрунти шляхом оцінки їхнього еколого-геохімічного стану в зонах ведення активних бойових дій, визначити критерії забруднення земель відповідно до ступеня пошкоджень, а також запропонувати основні заходи з повоєнного відновлення ґрунтів України, враховуючи регіональні ландшафтно-геохімічні особливості та типи землекористування.

Основний застосований метод у дослідженні — геоінформаційні технології (ГІС). Ключовими дослідницькими ділянками стали Вільхівська громада Харківської області та Сартанська громада Донецької області. Час знімання супутникових знімків для Вільхівської громади — квітень-травень 2022 року, для Сартанської громади — березень 2022 року. Дослідження також спирається на лабораторні аналізи фізико-хімічного стану ґрунтів за досліджуваними ділянками, а також розглядає результати аналізів для Чорнобильського біосферного заповідника та зони АТО/ООС в період до повномасштабного вторгнення.

У рекомендаціях висвітлено рішення щодо розробки політики повоєнного відновлення земель України та приведення їх екологічного стану до рівня, безпечного для довкілля і здоров'я людей. Наведені рекомендації будуть актуальними не лише для національної влади та профільних міністерств, а й для органів місцевого самоврядування, що перебували в зоні активних бойових дій.

Класифікація та опис забруднень ґрунтів повоєнних ландшафтів

Наслідки воєнних дій для ґрунтового середовища часто недооцінюються, якщо співставляти з втратою людських життів та об'єктів інфраструктури, однак погіршення якісних властивостей ґрунту є довготривалим, що суттєво знижує його продуктивні функції. Все ж ґрунти можуть відновлювати свої функціональні властивості та нарощувати продуктивність взаємозалежну в часі від типу ґрунту, типу воєнно-техногенного впливу та ландшафтних умов території.

Оцінка воєнно-техногенного навантаження на ґрунти повоєнних ландшафтів здійснюється за рівнями інтенсивності бойових дій із врахуванням типів бойових забруднень. В Україні з 24 лютого 2022 року відбуваються повномасштабні бойові дії з порушеннями ґрунтового покриття.

Ці порушення умовно поділяють на дві групи:

- первинні — прямі механічні деформації ґрунтового покриття, теплове забруднення; захаращення поверхні;
- вторинні — спричинені наслідками невиконання заходів повоєнного відновлення — підтоплення, засолення, ерозійні процеси, пірогенна деградація, дегуміфікація тощо.

Воєнні дії спричиняють низку механічних, фізичних та хімічних впливів на ґрунтовий покрив. Ці впливи призводять до руйнування структури та функцій ґрунтової екосистеми, ведуть до погіршення фізико-геохімічних властивостей. Знищення рослинності, порушення ґрунтового покриття, дефіцит природного зволоження, опустелювання є поширеними наслідками воєнно-техногенного навантаження. Унаслідок цього різко скорочуються рівень біорізноманіття, а це зі свого боку впливає на біологічні популяції та види, а втрата біорізноманіття посилює зміною структури та функцій ландшафтів.



Механічний вплив та наслідки для ґрунтів

Механічний вплив під час воєнно-техногенного навантаження полягає у механічній деформації ґрунтового покриття під час пересування колісної та гусеничної військової техніки, безпосереднього руху військ, будівництва приповерхневих та підземних споруд, бомбардування, розмінування територій та будівництва оборонної інфраструктури.

Основним механічним впливом на ґрунт є ущільнення з пошкодженням гумусового шару, що має прямі негативні наслідки, як-от порушення водного балансу ґрунту, та спричинює розвиток вітрової та водної ерозії. Руйнування структури ґрунту відбувається в результаті зсуву частинок одного шару щодо іншого під дією воєнно-техногенного навантаження. Унаслідок цього ущільнення ґрунтів **погіршується адаптація рослин до змін клімату**, посушливих умов і нестачі вологи¹. Водночас ущільнений унаслідок механічного впливу ґрунт стає більш стійким до подальшого воєнно-техногенного впливів у в умовах постійної нестачі продуктивної вологи.

¹ Балюк С.А., Медведєв В.В., Воротинцева Л.І., Шимель В.В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. Вісник аграрної науки. 2017. № 8. С. 5-11

Деформації ґрунтового покриву відбуваються внаслідок формування приповерхневих та підземних **фортифікаційних споруд** (бліндажі, окопи, траншеї, тунелі, сховища паливно-мастильних матеріалів, сховища бойових матеріалів). Це посилює низку небезпечних геоморфологічних процесів: зсуви, заболочування, осідання ґрунту тощо. Саме тому під час побудови фортифікаційних споруд слід враховувати глибину залягання ґрунтових вод та умови ґрунтового зволоження.

Утворення кратерів під час воєнних дій спричинене бомбардуванням. Наслідком вибухової дії є швидке вивільнення енергії, яке утворює кругову ударну хвилю, що оточує точку удару – воронку. Після вибуху ґрунт частково видаляється, формуючи котлован. Цей тип порушення ґрунту визначено як **бомбтурбація**². Під час цього процесу вибухова хвиля провокує руйнування послідовності ґрунтових горизонтів, що призводить до порушення повітряно-водного режиму. Найбільші за розмірами продукти



вибуху залишаються на дні кратеру або переважно щільно прилягають до нього. Місця бомбтурбації стають осередками накопичення води та органічної речовини. Невдовзі на дні кратеру або воронки вибуху формується гідрофільна рослинність, що є відмінною від типового рослинного покриву місцевості, і яка свідчить про підвищену вологість ґрунту. Якщо кратери утворено в місцях з близьким до поверхні рівнем ґрунтових вод, розвиток ґрунту та вегетація рослин сповільнюється.

Під час розмінування територій руйнується гумусовий горизонт, втрачаються фізико-хімічні властивості ґрунту та відбуваються зміни гранулометричного та агрегатного стану. Зі свого боку це впливає на потенційну родючість та водоутримувальну здатність ґрунту. Встановлення мін саме собою передбачає в майбутньому турбулентність ґрунту. Детонація забруднює ґрунт металевими фрагментами та залишками вибухової речовини³. Операції з очищення від наземних мін часто складні і дорогі, тому в країнах, що розвиваються, ці наслідки можуть трактуватися як абсолютна втрата ґрунтових ресурсів.

Унаслідок бойових дій виникнення пожеж є первинним наслідком воєнно-техногенного навантаження, що провокує в подальшому процеси водної та вітрової ерозії. Зазвичай на вигорілих ділянках спостерігається винесення гумусових речовин та утворення гідрофобного шару, який обмежує проникнення води.

² Hupy, J.P., Schaetzl, R.J., 2006. Introducing "bombturbation", a singular type of soil disturbance and mixing. Soil Sci. 171, 823–836.

³ Takahashi, K., Preetz, H., Igel, J., 2011. Soil properties and performance of landmine detection by metal detector and ground-penetrating radar — soil characterisation and its verification by a field test. J. Appl. Geophys. 73, 368–377.

Фізичний вплив та наслідки для ґрунтів

Під фізичним впливом слід розуміти зміну фізичних властивостей ґрунтового покриву внаслідок застосування систем зброї та військової техніки. Основними проявами фізичного забруднення ґрунтів є:

Вібраційний вплив характеризується більш низькими частотами коливань і передачею їх через тверді предмети, що безпосередньо стикаються з механізмами, що є ефективними. Вібраційний вплив пов'язаний із генерацією енергетичних імпульсів під час заходів ведення бойових дій. Разові імпульси виникають від вибухів боєприпасів на мішеневих полях та від стрільби з різних систем зброї, а періодично повторювані — це шум і вібрація від роботи військової техніки. Вібрація, що передається у ґрунті, здатна призводити до його ущільнення, витискання води, просідання поверхні, утворення порожнин, зміни мікрорельєфу.

Радіоактивний вплив зумовлений підвищенням вмісту радіоактивних речовин через застосування боєприпасів із збідненим ураном, засобів та приладів із джерелами іонізуючого випромінювання. Нині на території України не зареєстровано використання цього типу зброї.

Тепловий вплив зумовлює локальне підвищення температури внаслідок викидів нагрітого повітря, порохових газів, газоподібних продуктів та вихлопних газів. Тепловий вплив негативно впливає на ґрунтовий покрив, викликаючи порушення термічного та водного режиму, зміни гранулометричного та агрегатного складу. Зміна термічного режиму ґрунту впливає на ґрунтові організми, змінюючи їхній рівень насиченості киснем та призводить до зниження біорізноманіття.

Хімічний вплив та наслідки для ґрунтів

Хімічний вплив воєнних заходів призводить до зміни природних параметрів ґрунтового покриву під дією забруднювальних речовин, що утворюються внаслідок використання систем зброї та військової техніки. Довготривала військова діяльність спричиняє утворення локальних воєнно-техногенних геохімічних аномалій з різним спектром вибухових та інших токсичних речовин, що може накласти на невизначений термін заборону на використання земель.

До хімічного забруднення воєнно-техногенного походження належать паливе транспортних засобів, мастильні матеріали, сольвенти, відходи гальванічного виробництва, залишки вибухових речовин, дезактиваційні речовини, важкі метали та їхні сполуки, радіоактивні речовини. Небезпечними речовинами фізико-хімічного типу є вибухонебезпечні матеріали.

Під час здійснення стрільб використовуються боєприпаси з різним складом пороху та вибухових речовин, при горінні яких утворюються речовини, як-от азот, сажа, вуглеводні, свинець, двоокис марганцю та інші похідні, що негативно впливають на здоров'я людини та навколишнє природне середовище. Так, під час вибуху одного 115 мм осколково-фугасного боєприпасу, спорядженого гексогеном, утворюється близько 4000 л газу, який містить продукти згоряння цієї вибухової речовини. **До 30% газів розсіюється в повітрі, а більша їхня частина (важкі фракції та важкі метали) осідають на ґрунт**^{4,5}.

Вибухові речовини також відіграють значну роль у викидах металів у ґрунтове середовище. Виявлено, що частки, викинуті від артилерійських ударів, містять високий рівень свинцю (Pb) і міді (Cu)⁶. Вибухові гранати також вважалися значним джерелом високих концентрацій свинцю (Pb)⁷.

⁴ Cherp O.M., Vinnychenko V.N., Khotuleva M.V. Molchanova Ya.P., Dayman S.Yu. Ecological evaluation and expertise.- Moscow, Ecoline, 2000, URL: <http://www.ecoline.ru/mc/books/>, 202 p. (in Russian)

⁵ Peregudov F.I., Tarasenko F.P. Introduction in system analysis. – Moscow, Vystshaya Shkola, 1989.- 367 p. (in Russian)

⁶ Gillies, J.A., Kuhns, H., Engelbrecht, J.P., Uppapalli, S., Etyemezian, V., Nikolich, G., 2007. Particulate emissions from U.S. Department of Defense artillery back-blast testing. J. Air Waste Manag. Assoc. 57 (5), 551–560. <https://doi.org/10.3155/1047-3289.57.5.551>

⁷ Weber, A.K., Bannon, D.I., Abraham, J.H., Seymour, R.B., Passman, P.H., Lilley, P.H., Parks, K.K., Braybrooke, G., Cook, N.D., Belden, A.L., 2020. Reduction in lead exposures with lead-free ammunition in an advanced urban assault course. J. Occup. Environ. Hyg. 17 (11–12), 598–610. <https://doi.org/10.1080/15459624.2020.1836375>



Нерозірвані боєприпаси та наземні міни становлять серйозну шкоду для ґрунтів протягом десятків років. Загроза полягає у викидах токсичних речовин внаслідок корозії боєприпасів, а також низки ризиків, пов'язаних з випадковою детонацією⁸. Забруднення ґрунту наземними мінами позбавляє місцевих громад доступу до землі та природних ресурсів.

Значне місце в забрудненні ґрунтів займають **важкі метали**. За даними попередніх досліджень зони АТО/ООС впродовж 2016-2020 рр., виявлено у ґрунтах високий вміст свинцю, міді, миш'яку, цинку, хрому, кадмію, молібдену, барію, калію, магнію та вольфраму⁹. Вищезазначені елементи характеризують домінуючий спектр воєнно-техногенного забруднення і є провідними індикаторами для прогнозування змін екологічного стану територій із забрудненими ґрунтами та територій, що суміжні з ними.

У місцях виливу паливно-мастильних матеріалів простежується найбільша концентрація нафтопродуктів. Найчастіше в місцях значних проливів нафтопродуктів внаслідок зміни хімічного складу ґрунту **порушується** важлива властивість ґрунту — **здатність до самовідновлення** та відбувається зниження біологічної активності ґрунту.

ґрунти, забруднені вуглеводнями, є джерелом токсичних газів і пилу, що переносяться повітрям та мають гострий токсичний вплив на ґрунтове біорізноманіття¹⁰. Бензол, толуол, етилбензол і ксиліл, що виділяються зі свіжозабруднених ґрунтів, можуть спричинити хронічний вплив на стан здоров'я населення. Після потрапляння в ґрунт вуглеводні можуть повністю або частково займати поровий простір ґрунту, що блокує потік повітря та води. Це впливає на дихання коренів рослин, на ґрунтові мікроорганізми, а також на забезпечення цих біот вологою¹¹.

Склад та взаємозв'язок воєнно-техногенних факторів впливу на ґрунти подано у причинно-наслідкової схемі 1.

⁸ Dimitrios Kalderis, Albert L. Juhasz, Raj Boopathy, and Steve Comfort. Soils contaminated with explosives: Environmental fate and evaluation of state-of-the-art remediation processes (IUPAC Technical Report) Pure Appl. Chem., Vol. 83, No. 7, pp. 1407–1484, 2011. doi:10.1351/PAC-REP-10-01-05

⁹ Прикладне ландшафтознавство: історія, сучасність, перспективи: матеріали Всеукраїнського наукового семінару пам'яті професора Анатолія Мельника (Львів – Ворохта, 6-9 жовтня 2022 року). – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. – 55 с.

¹⁰ Meng, C., Li, M., Li, Q., Hu, Y., Li, Y., 2018. Characterizing the spatio-temporal exposure and health risks of polycyclic aromatic hydrocarbons in an oilfield, China. Hum. Ecol. Risk Assess. 24 (4), 971-990.

¹¹ Khan, K.Y., Ali, B., Stoffella, P.J., Feng, Y., Cui, X., Guo, Y., Yang, X., 2020. Bioavailability and bioaccessibility of Cd in low and high Cd uptake affinity cultivars of Brassica rapa ssp. Chinensis L. (Pakchoi) using an In vitro gastrointestinal and physiologically-based extraction test. Commun. Soil Sci. Plan 51 (1), 28-37.

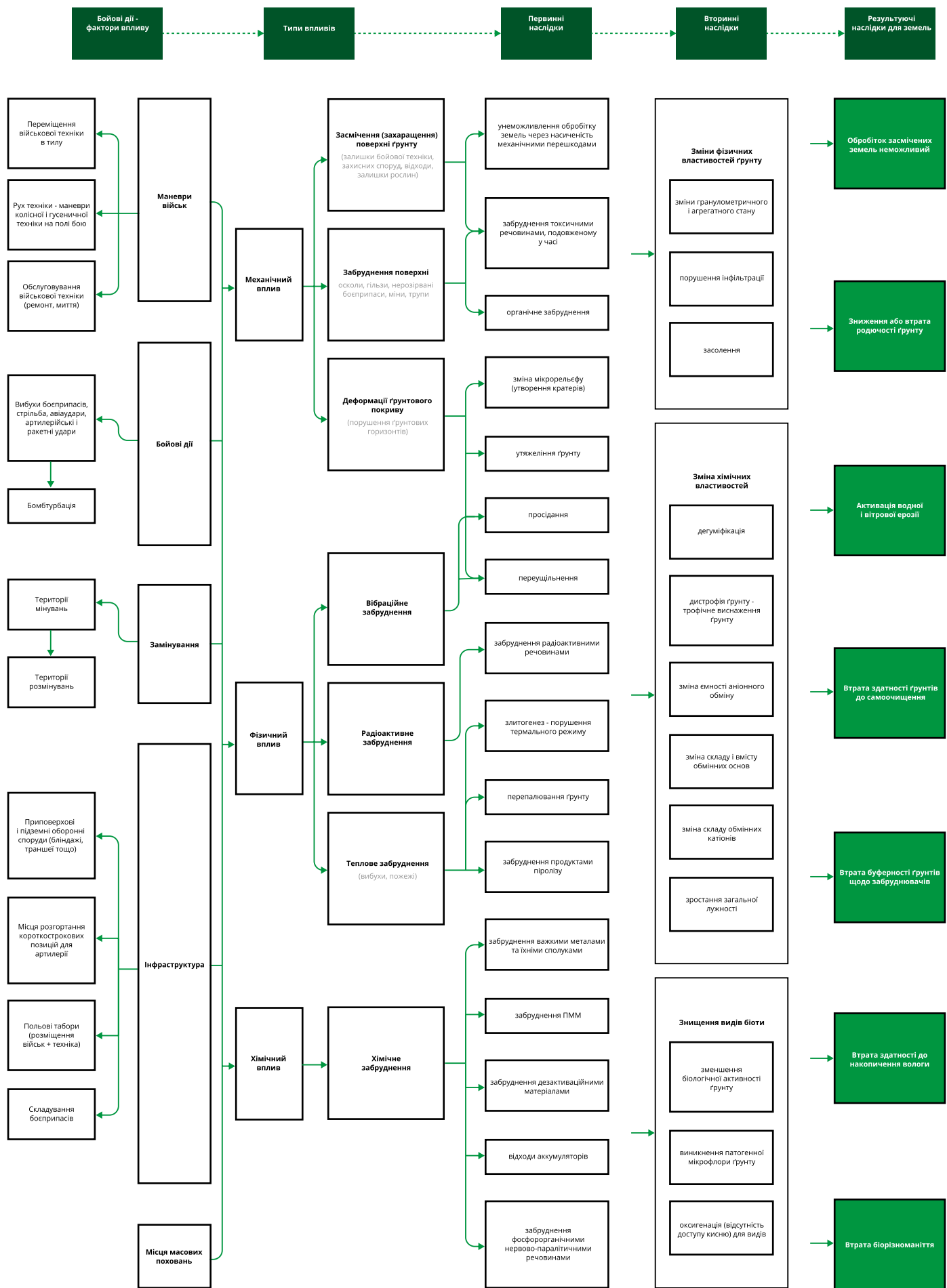


Схема 1. Інструменти виявлення типів порушень ґрунту та встановлення підпорядкованості порушень основним воєнно-техногенним факторам впливу

Воєнно-техногенний вплив на ґрунти та наслідки для здоров'я людей

Воєнно-техногенні впливи зумовлюють специфічні забруднення ґрунтового середовища. Разом із викидами органічних забруднювачів військова діяльність тісно пов'язана з забрудненням ґрунтів важкими металами¹². Отже, викиди забруднювальних речовин, пов'язаних із військовою діяльністю, можуть свідчити про безпосередній вплив на середовище існування та **відігравати значну роль у стані здоров'я цивільного населення**. Доведено, що вплив забруднювальних речовин воєнно-техногенного походження спричиняє негативні наслідки для здоров'я, пов'язані з серцево-судинними, метаболічними, неврологічними та онкологічними захворюваннями¹³.

Низка досліджень окремо свідчить про **несприятливі наслідки** воєнно-техногенного впливу **для здоров'я дітей**, які проживають на територіях бойових дій. Виявлено, що затримка росту та неврологічного розвитку у дітей були пов'язані з внутрішньоутробним впливом важких металів, насамперед миш'яку, барію та молібдену¹⁴. Збільшення кількості передчасних пологів та поширеності вроджених вад у новонароджених у районі Газа (Палестина) обумовлено підвищеним впливом на жіноче населення високого рівня барію, миш'яку, кобальту, кадмію, хрому, ванадію та урану¹⁵. Доведено, що в дітей військової зони Іраку спостерігається порушення неврологічного розвитку¹⁶.

Потрапляння забруднювальних речовин в організм людини є фактором ризику розвитку різноманітних патологій, зростання й ускладнення перебігу низки хвороб. Багато мікроелементів, включно з необхідними для живих організмів, в аномально високих концентраціях є токсичними для людини^{17,18}. Виявляється, що навіть невеликі концентрації забруднювальних речовин змінюють активність ферментів в організмі людини, впливають на кровообіг ядер і синтез білка, **викликають зміни на генетичному рівні**¹⁹.

Після потрапляння в ґрунт на «поведінку» вибухових сполук та важких металів впливають різноманітні природні процеси^{20,21}. Швидкість їхньої міграції та трансформації регулюється фізико-хімічними та біологічними факторами ґрунтового середовища (як-от розчинення, випаровування, адсорбція, фотоліз, гідроліз, біодеградація). Рухливість забруднювальних речовин у ґрунтовому середовищі залежить від гранулометричного та мінералогічного складу ґрунту, вмісту гумусу, окисно-відновних та кислотно-лужних умов, наявності геохімічних бар'єрів.

На поведінку забруднювальних речовин великий вплив має часовий аспект. Розчинні органічні речовини та підкислення ґрунтового середовища підвищує швидкість міграції забруднювачів.



¹² Neffe, S., 1998. Chemical aspects of environmental contamination at military sites. Environmental Contamination and Remediation Practices at Former and Present Military Bases. Springer, Dordrecht, pp. 83–92.

¹³ Rehman, K., Fatima, F., Waheed, I., Akash, M.S.H., 2018. Prevalence of exposure of heavy metals and their impact on health consequences. J. Cell. Biochem. 119 (1), 157–184. <https://doi.org/10.1002/jcb.26234>

¹⁴ Baraquoni, N.A., Qouta, S.R., VěanskĚa, M., Diab, S.Y., PunamĚaki, R.L., Manduca, P., 2020. It takes time to unravel the ecology of war in Gaza, Palestine: long-term changes in maternal, newborn and toddlers' heavy metal loads, and infant and toddler developmental milestones in the aftermath of the 2014 military attacks. Int. J. Environ. Res. Publ. Health 17 (18), 6698. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186698>

¹⁵ Manduca, P., Al Baraquoni, N., Parodi, S., 2020. Long term risks to neonatal health from exposure to war-9 Years long survey of reproductive health and contamination by weapon-delivered heavy metals in Gaza, Palestine. Int. J. Environ. Res. Publ. Health 17 (7), 2538. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072538>

¹⁶ Savabieasfahani, M., Alaani, S., Tafash, M., Dastgiri, S., Al-Sabbak, M., 2015. Elevated titanium levels in Iraqi children with neurodevelopmental disorders echo findings in occupation soldiers. Environ. Monit. Assess. 187 (1), 4127. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-4127-5>

¹⁷ Бардик Ю. В. Еколого-гігієнічні та токсикологічні проблеми життєдіяльності / Ю. В. Бардик, О. О. Бобильова // Сучасні проблеми токсикології. – 2005. – № 4. – С. 33–36.

¹⁸ Вадзюк С. Н. Медико-екологічні проблеми в сучасних умовах / С. Н. Вадзюк, О. Є. Федорців // Збалансований розвиток країни – шлях до здоров'я і добробуту нації: матеріали Українського екологічного конгресу, 21 вер. 2007 р. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2007. – С. 41–44.

¹⁹ Chapman, G.; Yudken, J. Briefing book on the military industrial complex. Council for a livable world education fund, Washington DC, 2000. 543 p.

²⁰ J. C. Pennington, J. M. Brannon. Thermochim. Acta 384, 163 (2002).

²¹ A. L. Juhasz, R. Naidu. Rev. Environ. Contam. Toxicol. 191, 163 (2007).

Перерозподіл забруднювачів відбувається як у горизонтальному, так і в вертикальному напрямку:

- **горизонтальна міграція** найпомітніша відразу після бомбардувань і відбувається насамперед завдяки повітряному переносу;
- зі свого боку, **вертикальна міграція** пов'язана з чинниками, як-от: дифузія іонів, перенесення з потоком води, перенесення кореневими системами рослин, діяльність ґрунтової мезофауни, господарська діяльність людини.

Найбільший вплив на інтенсивність міграції забруднювачів у ґрунтовому профілі чинить водний режим²². Здатність ґрунтів або підземних вод затримувати важкі метали шляхом вибіркового поглинання (адсорбції) залежить також від площі поверхні, яка реагує з металом.

Інтенсивність закріплення важких металів залежить також від складу ґрунотвірної породи, що відрізняється вмістом глини й органічної речовини, вологістю, швидкістю газового обміну з атмосферою, мікробіологічною активністю та іншими ландшафтно-геохімічними факторами²³.

Наявність **рослинного покриву** на територіях воєнно-техногенного навантаження також впливає на рухливість вибухових речовин та важких металів. Рослини мають здатність зменшувати їхню міграцію до підземних вод²⁴. Саме тому часто використовують багаторічні трави, як-от міскантус, а також деревні види, як-от верби (*Salix* sp.) і тополя (*Populus* sp.)²⁵.

На надходження важких металів у рослини з ґрунту впливає кілька факторів: видові особливості рослин, тип ґрунту, концентрація, форма перебування елементів-забруднювачів, pH ґрунту, гранулометричний склад, вміст органічних речовин, ємність поглинання катіонів у ґрунті, наявність техногенних джерел забруднення ландшафтів тощо.

Водночас рослини мають захисні властивості щодо поглинання забруднювачів. У них наявна кілька систем контролю за надходженням іонів. Здебільшого вони перебувають у коренях та репродуктивних органах (насінні і плодах). Дослідження міграції елементів-забруднювачів у рослини засвідчило, що на перших етапах надходження елементів з ґрунтів їхня основна частина затримується в коренях рослин (схема 2).

Водночас захисні механізми кореневої системи обмежені і під час інтенсивного надходження токсичних іонів з ґрунту вони не в змозі повністю захистити вегетативну масу від забруднення, і елементи-забруднювачі починають проникати в надземну частину рослин.

Хімічний склад рослин залежить від складу ґрунтів, на яких вони ростуть, але не повторюють його, оскільки вибірково поглинають необхідні елементи відповідно до фізіологічних і біохімічних потреб. Механізми стійкості рослин до надмірного надходження важких металів різноманітні: одні здатні накопичувати високі концентрації металів і проявляти до них толерантність, інші — зменшувати кількість їхнього надходження шляхом максимального використання бар'єрних властивостей. Рівень накопичення важких металів рослинами залежить від їхніх генетичних і видових особливостей²⁶.

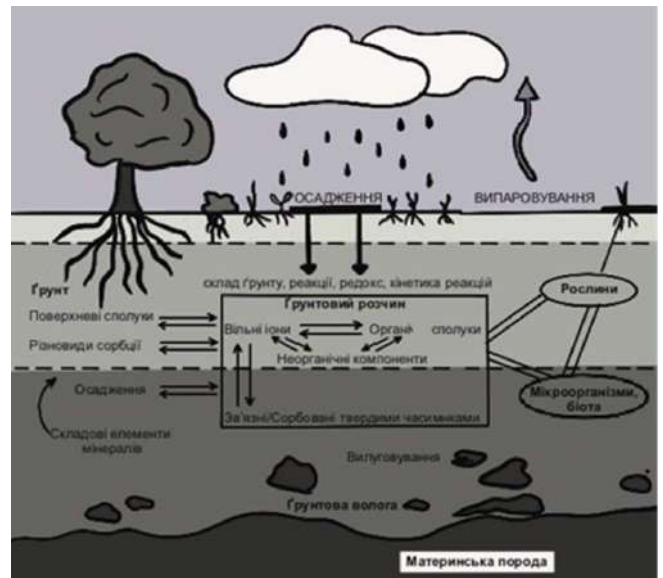


Схема 2. Процеси міграції забруднювальних речовин у ґрунтах

²² Драган Н.А. Мониторинг и охрана почв. Учебное пособие. – Симферополь: Изд-во ТНУ, 2008. с. 172

²³ Billett M.F., Fitzpatrick E.H., Crisser M.S. Long-term changes in the Cu, Pb and Zn content of forest soil organic horizons from North-east Scotland. Water, Air and Soil pollution, 1991, V. 59, N1-2, с.179-191.

²⁴ Fayiga, A.O., 2019. Remediation of inorganic and organic contaminants in military ranges. Environ. Chem. 16 (2), 81-91.

²⁵ Rylyott, E.L., Bruce, N.C., 2019. Right on target: using plants and microbes to remediate explosives. Int. J. Phytoremediation 21 (11), 1051-1064.

²⁶ Сорокина Л.Ю., Сплотитель А.О. Распределение тяжелых металлов в системе «почва-растение» в ландшафтах территории Национального природного парка «Нижнесульский». «Могилевский меридиан». 2017. Т.17, вып. 3-4(39-40). С. 19-24

Так, серед сільськогосподарських культур найбільш високий вміст важких металів виявлено в листових овочах і силосних культурах, а найменший — у бобових, злакових і технічних культурах²⁷.

Воєнно-техногенні забруднювачі зазвичай наявні в ґрунті у формі залишків або частинок внаслідок використання боєприпасів і потрапляють у ґрунт шляхом розсіювання. Ці забруднювальні сполуки мають різні рівні розчинності у воді та високу ступінь проникнення в перехідні шари ґрунту. Однак здебільшого ці сполуки мають високі концентрації в приповерхневому шарі ґрунту (до 15 см). Сполуки вибухових речовин при вивільненні контактують із ґрунтом, де вони поглинаються та адсорбуються його частинками (схема 3). Тривалість сорбції залежать від структури сполук²⁸.

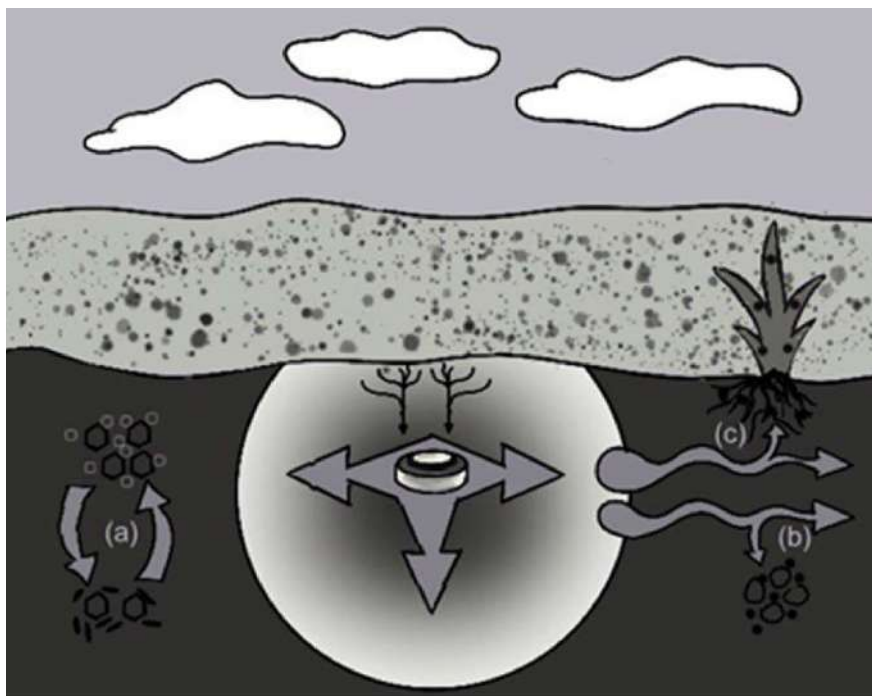


Схема 3. Поведінка сполук вибухових речовин у ґрунтах*

**Примітка. Центральний значок позначає нерозірвані боєприпаси, а колір за ним позначає дифузію забруднень. Вода позначена світлими стрілками, а присутність забруднювальних речовин за межами центральної зони дифузії позначена культивованими шестикутниками. Ділянка (А) представляє мікробну взаємодію та метаболізм, (В) сорбцію частинками ґрунту та (С) поглинання та секвестрацію надземними та підземними тканинами рослин²⁹.*

Взаємодія стратегії рослина — забруднювач починається з поглинання забруднювача і зазвичай відбувається через рідкий розчин, присутній у пористій матриці ґрунту. Ґрунтовий розчин, що містить сполуки вибухових речовин, проникає в коріння рослини без будь-яких перешкод або завдяки великому потоці води під час випаровування³⁰. Сполуки вибухових речовин всередині коренів вільно переміщуються поміж мембран, та, зрештою, повністю осідають у рослині^{31,32}. Деякі дослідження свідчать про накопичення потенційно токсичних рівнів Pb, Cu та Ni в кормових рослинах, що ростуть на колишніх військових полігонах Швейцарії³³. Певні території Косова, які було сильно обстріляно снарядами з збідненим ураном досі характеризуються підвищеним накопиченням урану в лишайниках³⁴.

²⁷ Панин М.С. Контроль уровня загрязненности тяжелыми металлами сельскохозяйственной продукции / М.С. Панин // Докл. третьей междунар. науч.-техн. конф. Пища. Экология. Человек. – М., 1999. – С. 126

²⁸ J. C. Pennington, J. M. Brannon. Thermochim. Acta 384, 163 (2002).

²⁹ Via S.M. (2020) Phytoremediation of Explosives. In: Shmaefsky B. (eds) Phytoremediation. Concepts and Strategies in Plant Sciences. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00099-8_8

³⁰ Singh, S.N., Mishra, S., 2014. Phytoremediation of TNT and RDX. In: Singh, S.N. (Ed.), Biological remediation of explosive residues. Springer, Cham, pp. 371–392.

³¹ Ghosh, M., Singh, S., 2005. A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of its by-products. Appl. Ecol. Environ. Res 3, 1–18.

³² Pilon-Smits, E.A., 2005. Phytoremediation. Annu. Rev. Plant. Biol. 56, 15–39.

³³ Robinson, B.H., Bischofberger, S., Stoll, A., Schroer, D., Furrer, G., Roulier, S., Gruenwald, A., Attinger, W., Schulin, R., 2008. Plant uptake of trace elements on a Swiss military shooting range: uptake pathways and land management implications. Environ. Pollut. 153 (3), 668–676. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.08.034>

³⁴ Di Lella, L.A., Fran, L., Loppi, S., Protano, G., Riccobono, F., 2003. Lichens as of uranium and other trace elements in an area of Kosovo heavily with depleted uranium rounds. Atmos. Environ. 37 (38), 5445–5449

Як тротил, так і продукти його трансформації дуже токсичні для ґрунтової фауни, хоча види виявляють різну сприйнятливість до цих забруднювачів. Вплив тротилу та інших хімічних боєприпасів може різко пригнічувати мікробну активність ґрунту³⁵. Високі концентрації вуглеводнів можуть викликати симптоми отруєння у дощових черв'яків.



Окрім міграції в ґрунтах, токсичні речовини також здатні розсіюватися водою. Наприклад, у прибережних районах Пуерто-Ріко виявили небезпечно високий рівень вибухових сполук, що вимиваються з боєприпасів, а також численні токсичні речовини внаслідок використання різних систем зброї під час військових навчань. Нещодавні дослідження мікроелементного складу морських і наземних рослин у цьому регіоні^{36,37} виявили високі концентрації свинцю. Це свідчить про розсіювання забруднення та біоаккумуляцію токсичних речовин у морському харчовому ланцюгу.

Попри те, що наразі є лише нечисельні дослідження воєнно-техногенних впливів, проте наявні незаперечні докази їхніх несприятливих наслідків для здоров'я населення. Дія високих концентрацій важких металів на організм людини призводить до ураження або зміни діяльності найважливіших систем організму — центральної і периферичної нервової системи, кровотворення, внутрішньої секреції тощо³⁸. Низка хімічних елементів спричиняє виникнення атеросклерозу, злоякісні новоутворення, впливає на порушення апарату спадковості. Саме тому епідеміологічний моніторинг є важливою складовою комплексної програми дослідження територій воєнно-техногенних впливів.

³⁵ Gong, P., Hawari, J., Thiboutot, S., Ampleman, G., Sunahara, G.I., 2001. Ecotoxicological effects of hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine on soil microbial activities. *Environ. Toxicol. Chem.* 20, 947–951.

³⁶ Diaz E, Massol-Deya A (2003) Trace element composition in forage samples from a military target range, three agricultural areas, and one natural area in Puerto Rico. *Caribb J Sci* 39:215–220

³⁷ Massol-Deya A, Perez D, Perez E, Berrios M, Diaz E (2005) Trace elements analysis in forage samples from a US Navy bombing range (Vieques, Puerto Rico). *Int J Environ Res Public Health* 2:263–266

³⁸ Шевченко В.А. Медико-географическое картографирование территории Украины – К.: Наук. думка, 1994. – 158 с.

Приклади оцінювання пошкоджених земель на регіональному та місцевих рівнях

Регіональний рівень: Донбас

Донецький економічний район, до складу якого входять Луганська та Донецька області, традиційно належав до найбільш розвинутих промислових регіонів України. Екологічний стан території Донбасу ще за радянських часів оцінювався як кризовий та належав до зони надзвичайної екологічної ситуації^{39,40}. Ліквідація шахт у межах реструктуризації вугільної промисловості викликала незворотні зміни екологічного стану. Надзвичайна гостра для Донбасу проблема полягає у втраті продуктивних земель унаслідок розвитку промислової забудови, що спричиняє, зі свого боку, високий рівень забруднення та деградацію ґрунтового покриву.

Війна, що триває на цих територіях із 2014 року, стала причиною нових екологічних загроз у регіоні. Контрастність аномалій воєнно-техногенного походження різко зростає в межах промислових агломерацій та накладається на вже наявне тут техногенне забруднення. Найбільше воєнно-техногенне навантаження на ландшафти характерне для Луганської (Північно-Луганська), Сєвєродонецько-Лисичанської та Торецько-Горлівсько-Єнакіївської промислових агломерацій. Так, ці райони характеризувались значним підвищенням рівнем ртуті, арсену та кадмію у ґрунті, які перевищували гранично допустимі концентрації та фонові значення. У пробах ґрунту також виявили підвищений вміст міді, цинку, нікелю, свинцю, стронцію, хрому, фосфору та барію, як порівняти з контрольними ділянками. Результати аналітичних досліджень вмісту важких металів у ґрунтах воєнних ландшафтів, які одночасно перебувають у зонах воєнно-техногенного навантаження та в зонах впливу промислових об'єктів, свідчать про перевищення регіональних фонових значень вмісту свинцю (35-14000 мг/кг), міді (35-95 мг/кг, окремі ділянки — 250-330 мг/кг), нікелю (84-300 мг/кг) та інших важких металів (наприклад, манган, хром та цинку Mn, Cr, Zn).

Шляхом порівняння фонових значень показників фізико-хімічних властивостей ґрунтів промислових агломерацій Донбасу до початку воєнних дій встановлені закономірні зміни вмісту окремих мікроелементів та важких металів. Вміст важких металів у пробах ґрунту, відібраних на ділянках бойових дій, здебільшого перевищував фонове значення в 3-25 разів. Систематичне перевищення в 3-6 разів спостерігалось щодо ртуті, ванадію та кадмію. У поодиноких пробах, фонові значення перевищувалися у понад сто разів. Як порівняти середні показники валового вмісту важких металів у місцях використання стрілецької зброї, артилерійських і ракетних бомбардувань з фоновими для Донбасу, то найбільші кларки концентрацій відзначені для кадмію, свинцю, міді, цинку, а в окремих випадках ртуті.



До того ж, збільшення площ затоплення і підтоплення під час підйому рівнів підземних вод призводить збільшення рухомості техногенних елементів. Найбільшими показниками рухливості серед високо небезпечних елементів володіє цинк із вмістом рухомих форм 10-20% від валового вмісту. Кількість рухомих форм свинцю в досліджуваних ґрунтах регіону досягає 6-8% від валового вмісту. Хром серед досліджуваних небезпечних елементів володіє найменшою рухливістю — до 2,2 % (рис. 1).

³⁹ Yakovliev Y., Chumachenko S. Assessment of ecological hazards in Donbas impacted by the armed conflict in eastern Ukraine. Geneva. Centre for Humanitarian Dialogue. 2017. 60 p

⁴⁰ Чумаченко С.М., Яковлев Є.О. Еколого-техногенні загрози для відновлення Донбасу на засадах збалансованого розвитку. Матеріали конференції Перспективи відновлення Сходу України на засадах збалансованого розвитку. м. Слов'янськ. 2017, с. 24–25.

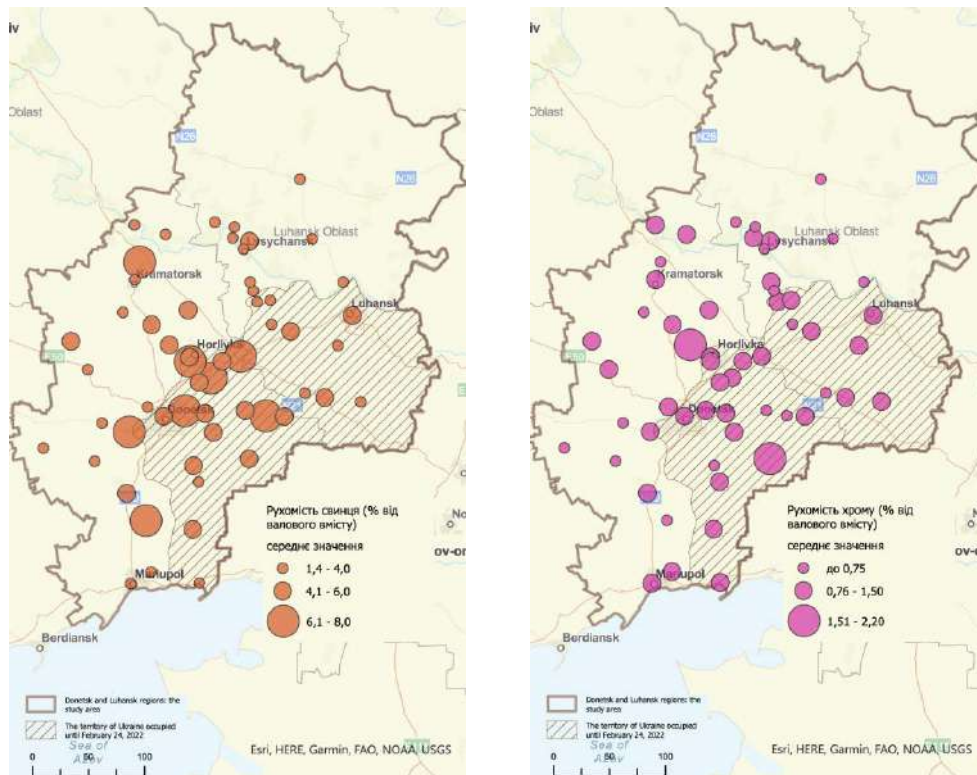


Рисунок 1. Розподіл рухомих форм свинцю (Pb) і хрому (Cr) у ґрунтах Донбасу (2016-2022 рр.)

Для ґрунтів у зонах бойових дій також визначено сумарний показник забруднення (Zc) за методикою Ю.Ю. Саєта (1990). У кожній точці відбору ґрунтів за даними аналізу геохімічних проб згідно зі зазначеною вище методикою підрахований сумарний показник хімічного забруднення ґрунтів. Для розрахунку Zc взято середньофоновий вміст хімічних елементів. Коефіцієнт концентрації вираховувався для елементів з вищефоновим вмістом.

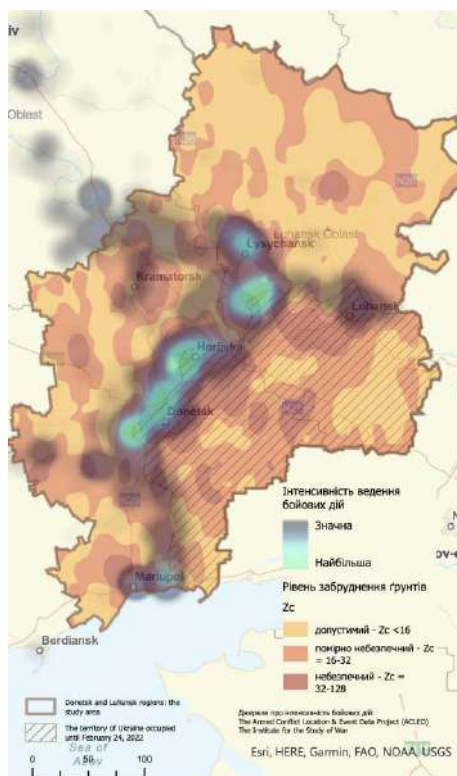


Рисунок 2. Рівень забруднення ґрунтів Донбасу з сумарним показником забруднення (2016-2022 рр.)

Значення сумарного показника хімічного забруднення Z_c змінюється на досліджуваній території в широких межах — від 7,3 до 118,5. Розрахунки сумарного показника забруднення ґрунтів засвідчили, що зони воєнного впливу в межах регіону характеризуються небезпечними рівнями забруднення ґрунтів важкими металами (Z_c від 32 до 128), інші зони агломерацій відчують помірно-небезпечний ступінь забруднення (Z_c від 16 до 32). Найменші, допустимі значення сумарного забруднення ґрунтів (Z_c до 16) характерні для територій, що окремими ареалами розташовані переважно у північній та північно-східній частині регіону.

Сучасні еколого-геохімічні умови ґрунтового покриву ландшафтів Донбасу внаслідок значних просторово-часових змін природно-техногенних факторів в умовах військового впливу є вкрай складними, що формує високі ризики надзвичайних ситуацій екологічного походження. В умовах інтенсивного військового впливу на ландшафти регіону відбувається підвищення рівня фонових характеристик ґрунтового покриву, посилюються рівні коливання концентрацій токсичних елементів та їх сполук, змінюються закономірності процесів формування хімічного складу ґрунту.



Місцевий рівень: Вільхівська громада (Харківщина) та Сартанська громада (Донецчина)

Наслідки бойових дій для земель були детальніше досліджені на прикладі двох ключових територій – Вільхівська громада Харківської області та Сартанська громада Донецької області. Обидві громади після початку повномасштабного вторгнення РФ на територію України стали ареною бойових дій різної інтенсивності. Дослідження особливостей ведення бойових дій стали основою для тестування підходів до методики вивчення факторів та наслідків пошкодження земель.

Основний метод, застосований для дослідження ключових територій — геоінформаційні технології (ГІС). ГІС використані для здійснення видів робіт, як-от:

- збір та організація вихідних геопросторових даних (дані про часові межі і локації бойових дій, космічні знімки, базові набори геоданих — OSM);
- ідентифікація структури угідь;
- аналіз космічних знімків;
- ідентифікація, геолокація та характеристика бойових дій – факторів впливу на землі;
- розробка та застосування моделей геообробки для аналізу наслідків ведення бойових дій;
- візуалізація результатів на картах.

Для дослідження територій громад використані результати дешифрування бойових дій та пов'язаних із ними активностей на основі супутникового знімку: WorldView 3⁴¹ роздільною здатністю 31 см. Час знімання для Вільхівської громади – квітень-травень 2022 року, для Сартанської громади – березень 2022 року. Часові межі для матеріалів космічного знімання, які б могли показати хід бойових дій, визначені на основі відкритих джерел ресурсу The Armed Conflict Location & Event Data Project (ACLED)⁴², установи, яка спеціалізується на відстеженні та геолокації конфліктів у світі.

⁴¹ Global enhanced GEOINT delivery [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://evwhs.digitalglobe.com/myDigitalGlobe/login>

⁴² The Armed Conflict Location & Event Data Project (ACLED). Ukraine Crisis Hub. <https://acleddata.com/ukraine-crisis/>

Аналіз та оцінювання факторів і наслідків бойових дій для земель складались із різних робочих етапів.

1. Ідентифікація угідь, пошкоджених бойовими діями

Насамперед варто визначити часові межі ведення бойових дій на досліджуваній території для підбору космічних знімків високої роздільної здатності (<1 м), які дали б можливість ідентифікувати пошкодження земель. Використання для попереднього оцінювання територій космічних знімків значно ефективніше (економія часу і витрат) і безпечніше ніж польове обстеження. Польове обстеження можливе для доуточнення даних про локалізацію впливів, необхідне для відбору проб ґрунту для лабораторного аналізу (рис. 3).

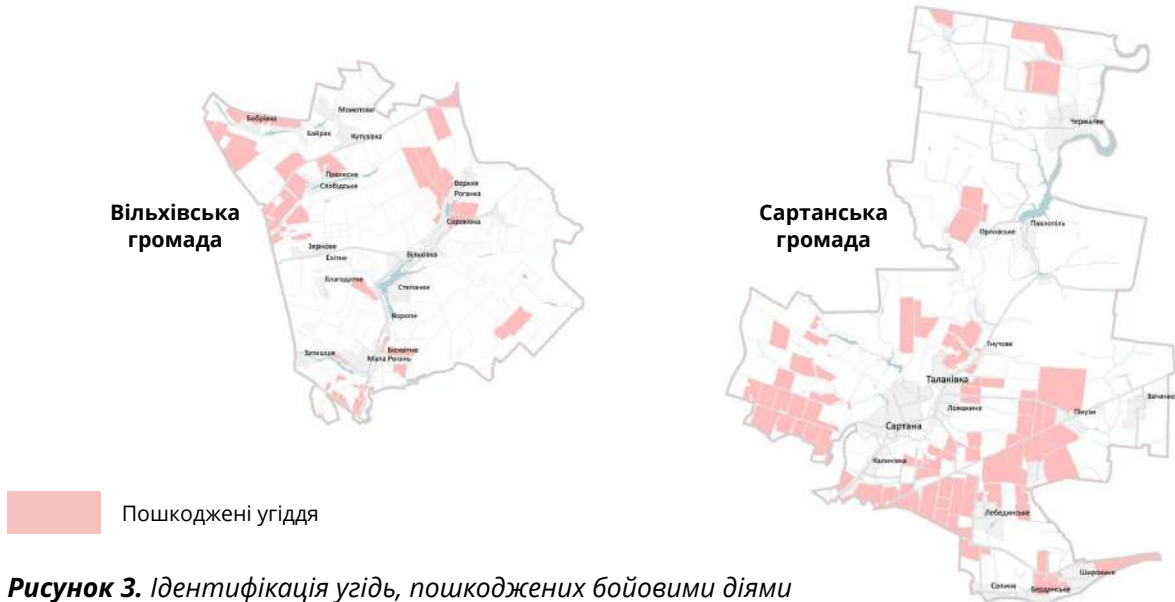


Рисунок 3. Ідентифікація угідь, пошкоджених бойовими діями

2. Ідентифікація факторів впливу

Аналіз космічних знімків для визначення факторів впливу — бойових дій, які спричиняють негативні наслідки для навколишнього середовища, зокрема для ґрунтів:

- маневри військ, наприклад, переміщення техніки;
- бойові дії — місця активних боїв, обстріли і вибухи;
- інфраструктура (укріплення, траншеї, позиції тощо).

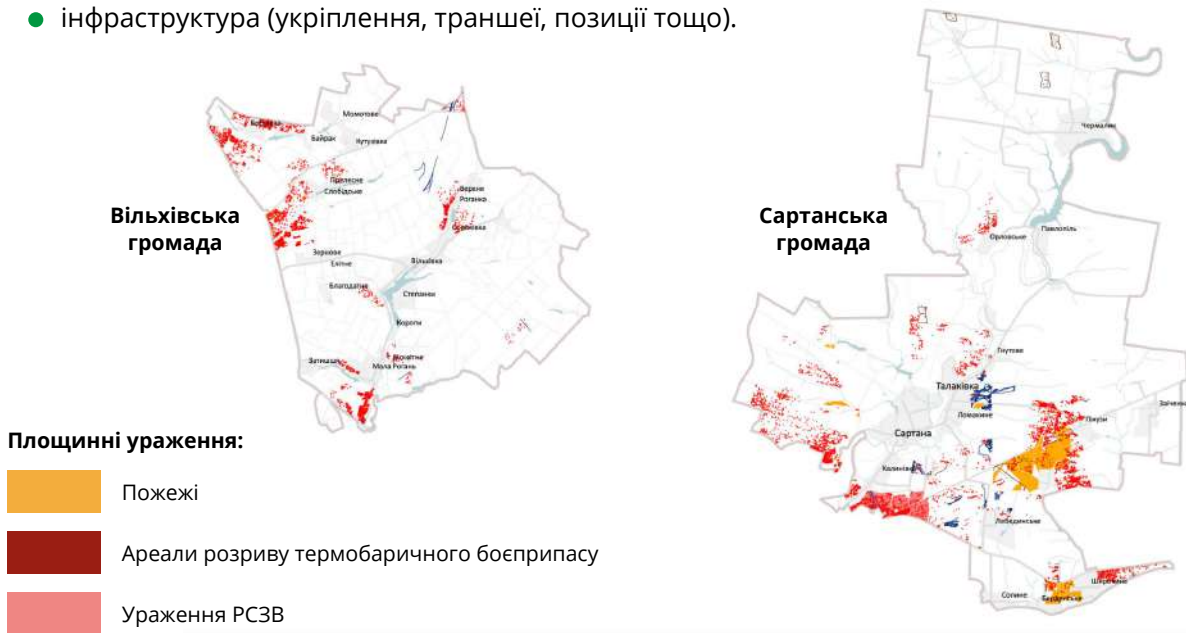


Рисунок 4. Ідентифікація факторів впливу

3. Визначення типів впливу та наслідків для земель

Аналіз факторів впливу, які зафіксовані на досліджуваній території, для визначення наслідків для ґрунтів. Характеристика пошкоджень за типами впливів — механічний, фізичний та хімічний. Прогнозування первинних та вторинних наслідків для земель із прив'язкою до конкретних ділянок, зокрема:

- **хімічний вплив** — забруднення ґрунтів хімічними елементами від вибухів (локації бомботурбації, зона 5 метрів від епіцентрів вибуху);
- **механічний вплив** — засмічення території осколками після вибухів внаслідок обстрілів (до 120 метрів розлітання осколків), рух військової техніки;
- **фізичний вплив** — теплове забруднення внаслідок пожеж (злитогенез, перепалювання ґрунту), ущільнення ґрунту внаслідок руху військової техніки.

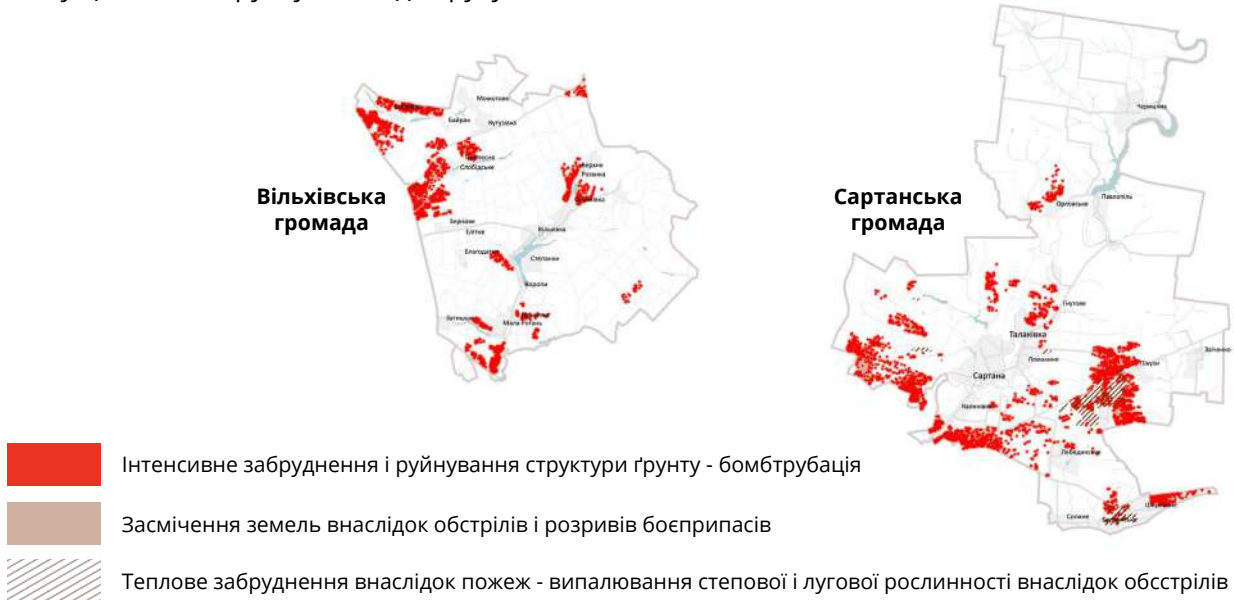


Рисунок 5. Аналіз типів впливу та наслідків для земель

4. Оцінювання рівня забруднення ґрунтів

Оцінювання рівня пошкодження внаслідок певного типу впливу ґрунтів у розрізі угідь. Критерій для оцінки: частка площі ділянки, яка зазнала пошкоджень/забруднення. Рівень пошкодження є ключем до попереднього визначення категорії придатності ділянки до використання, ухвалення рішень щодо доцільності заходів із відновлення.

Наприклад, оцінка засміченості ділянок осколками: чим більша площа засмічена, тим більший рівень пошкодження, тим більше зусиль і коштів слід витратити на очищення (рис. 6).

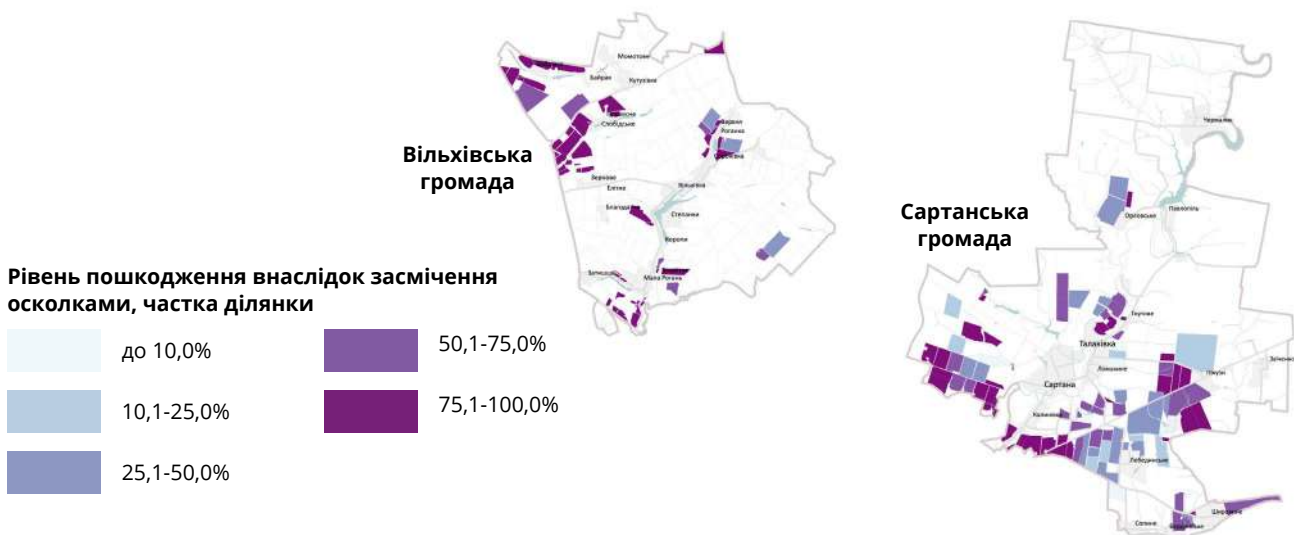


Рисунок 6. Оцінювання рівня пошкодження ґрунтів

5. Оцінювання рівня забруднення ґрунтів

Ступінь забруднення хімічними речовинами може бути попередньо визначений на основі інтенсивності обстрілів, які дешифруються із космічного знімку за кількістю кратерів, утворених внаслідок вибухів: чим більша інтенсивність вибухів (кількість і щільність кратерів, тривалі без пауз обстріли), тим більший ступінь хімічного забруднення ґрунтів слід очікувати (рис. 7).

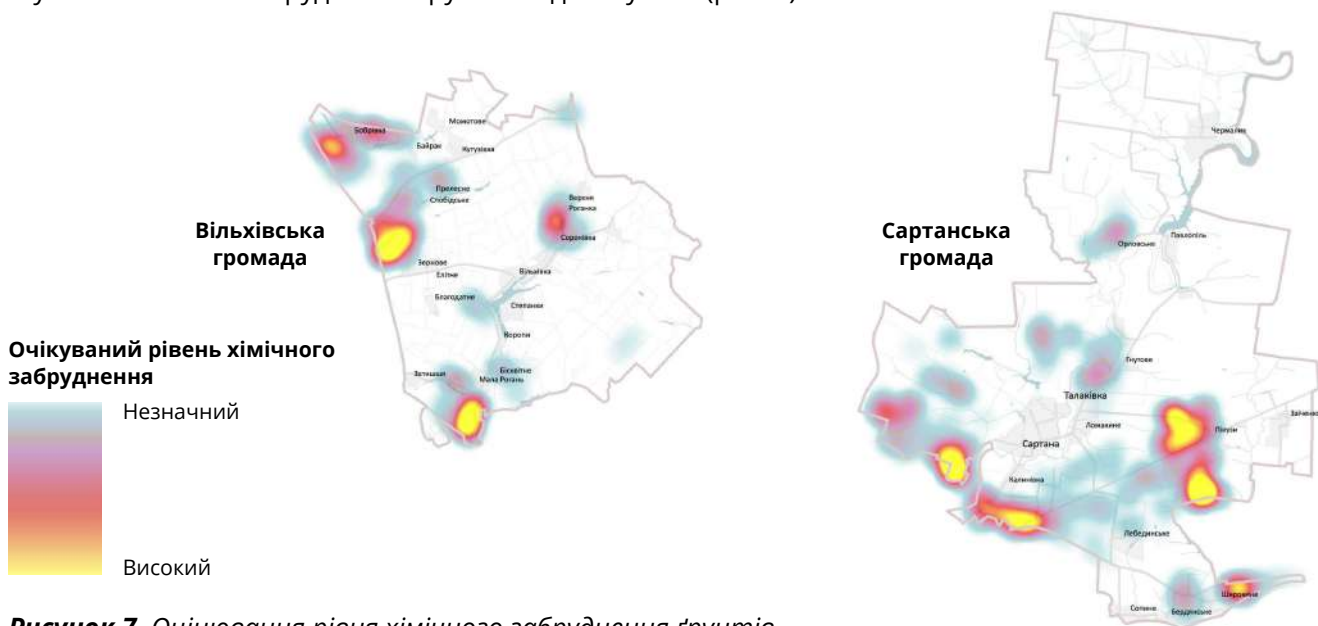


Рисунок 7. Оцінювання рівня хімічного забруднення ґрунтів

Результати лабораторних аналізів ґрунту в громадах

Ґрунтовий покрив Вільхівської громади представлений переважно чорноземами звичайними малогумусними легкосуглинковими. Вони характеризуються доволі високою сумою увібраних катіонів і гумусу, кислотність варіюється від нейтральної до слабо лужної – 6,4-7,4. Ґрунти містять значну кількість мулуватих часток (від 17% до 28%). Фізико-хімічні властивості ґрунтів обумовлюють біогенну акумуляцію Zn, Cu, Mn та зменшення виносу Co, Ni.

На території громади під час стрільби артилерією прямою наводкою використані снаряди 122мм.Г Д-30 і 152мм.ПГ Д-20 масою від 6,5 до 43,56 кг. Унаслідок цих дій виявлено: частинки, що виділяються артилерійськими вибухами, містять високі рівні свинцю і міді, які походять від артилерійських снарядів.

Валовий вміст важких металів, що розглядаються як індикатори воєнно-техногенного навантаження, у точках відбору зразків, — свинець (42 мг/кг), хром (98 мг/кг), нікель (76 мг/кг). Їхній вміст перевищує фоновий рівень і рівень гранично допустимої концентрації (ГДК):

- кадмій (8,5 мг/кг) у 5,6 разів;
- мідь (168 мг/кг) у 6,4 і 5 разів;
- цинк (143 мг/кг) у 2,6 разів.

Вміст марганцю (720 мг/кг) перевищує фонове значення в 25 разів, однак перебуває в межах ГДК.

Важкі метали у цих ґрунтах мають невелику міграційну здатність і практично не виносяться з ґрунтів. Вміст важких металів у ґрунтах Вільхівської громади залежить від наявних джерел воєнно-техногенного забруднення. Засвідчено високий ступінь відповідності характеру розподілу важких металів загальним закономірностям цих процесів у чорноземах. Основний напрям подальших досліджень має полягати у виявленні осередків забруднення і удосконалення способів зниження їхньої концентрації до допустимих норм.

Ґрунтовий покрив Сартанської територіальної громади представлений чорноземами звичайними малогумусними. Загальна глибина гумусованого профілю 75-85 см. Перерозподіл колоїдів за профілем не спостерігається. Структура гумусового горизонту грудкувата, в орному — призматична, чіткі ознаки ущільнення. Реакція ґрунтового розчину близька до лужної, в природному стані нейтральна.

- Вміст кадмію змінюється від 7 до 11,5 мг/кг та перевищує значення ГДК у 7,6 разів.
- Підвищений вміст міді (50 мг/кг) зафіксовано в усіх зразках ґрунту. Вони перевищують фонові значення та значенням ГДК у 1,8 і 1,5 разів.
- Вміст цинку становить 215 мг/кг із перевищеннями ГДК у 4,3 і 3,9 разів.
- Вміст свинцю (63 мг/кг) у 4,7 і 1,9 рази перевищує ГДК,
- Вміст хрому (53 мг/кг) перевищує фон в 1,2, але перебуває в межах ГДК.
- Вміст нікелю (50 мг/кг) перевищує фоновий рівень і рівень ГДК у 3,3 і 2,5 разів.

Для території громади встановлено наявність забруднень ґрунтового покриву за багатьма хімічними елементами. За показниками валового вмісту металів у ґрунтах основними забруднювачами є свинець та мідь. Концентрації валових форм важких металів перевищують фонові значення та ГДК в 1,5-7,6 разів.

2. Комплексне оцінювання рівня пошкодження: багатофакторний аналіз

Оцінка рівня пошкодження ділянки (рис. 8), яка враховує комплекс впливів і наслідків у взаємозв'язку, дає можливість прогнозувати кумулятивні ефекти. Комплексна багатофакторна оцінка дає змогу ухвалити обґрунтоване рішення щодо політики відновлення (консервація, відмова від використання, активні дії із відновлення).

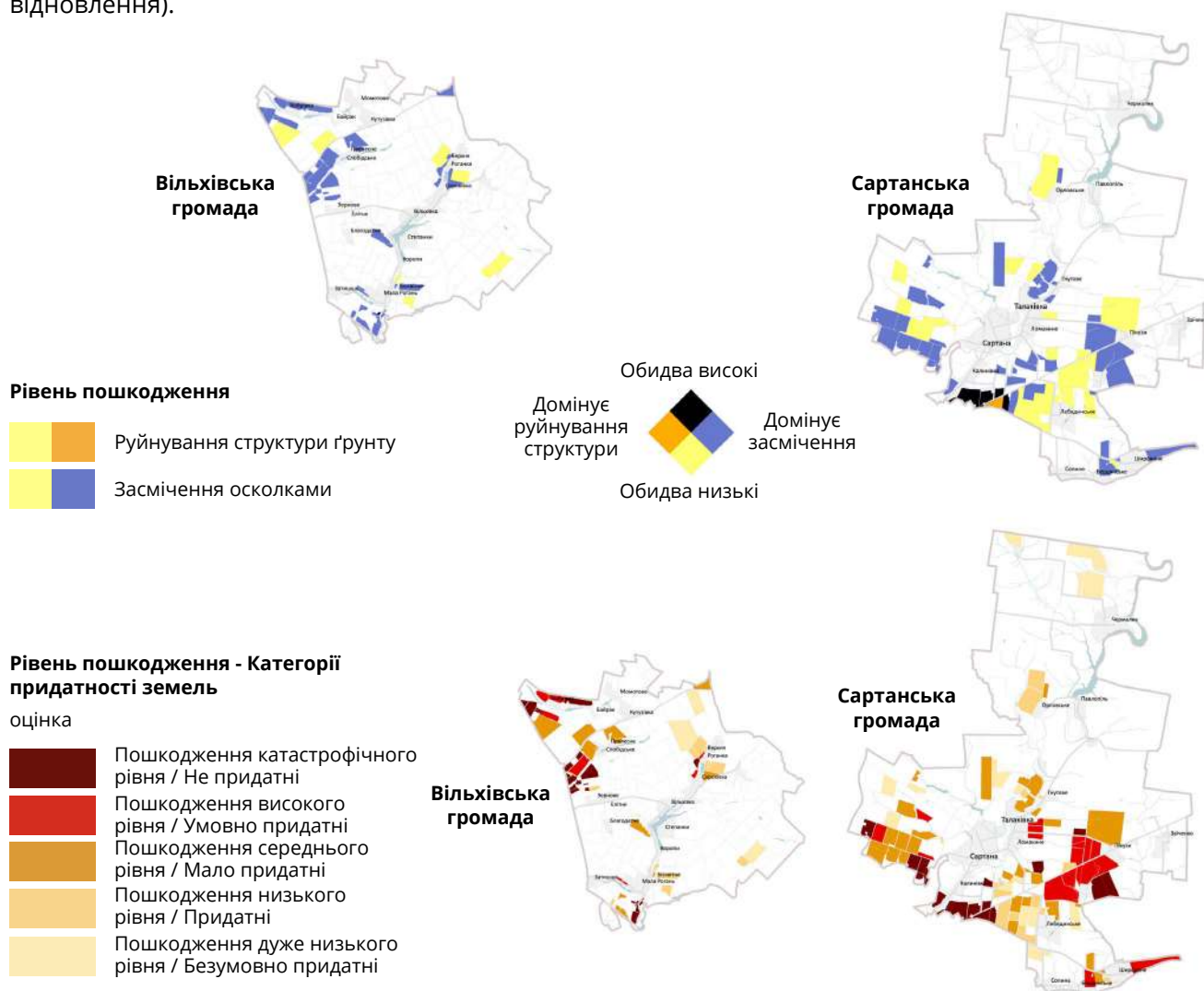


Рисунок 8. Комплексне оцінювання рівня пошкодження

Залежно від ухваленого політичного рішення щодо дій з відновлення, підбираються конкретні технології відновлення земель із визначенням орієнтовної вартості робіт.

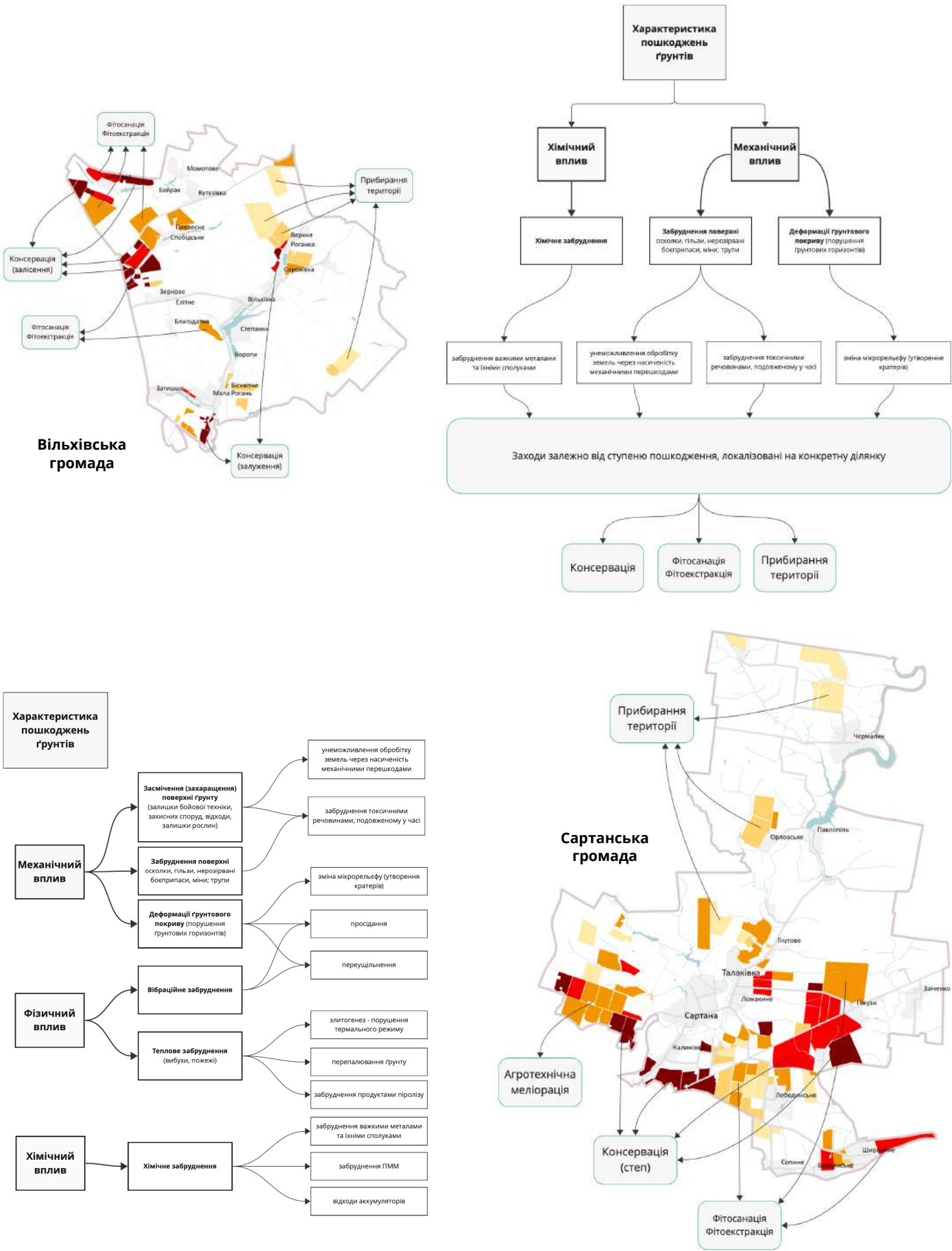


Рисунок 9. Визначення технологій відновлення у громадах



Рекомендованими для досліджуваних громад є різні практики з відновлення земель.

Консервація — часткове або повне виведення земельної ділянки із господарської діяльності на визначений період часу. Для Сартанської громади під час консервації рекомендується здійснювати заходи із повернення ділянок у степ. Детальніше про практику консервації можна дізнатися у наступному розділі.

Фітосанація — обробка забрудненої території рослинами-концентраторами для усунення забруднювачів шляхом розщеплення забруднювача корінням рослин до менш токсичного елемента або поглинання забруднювача, накопичення його в стеблах і листі рослини.

Фітоекстракція — висаджування рослин з високою біомасою, які поглинають і накопичують важкі метали (наприклад, As, Cd, Zn), надлишок катіонів (наприклад, Na) або поживні речовини (наприклад, PO₄, NO₃, NH₄) у пагонах. Потім їх збирають і безпечно утилізують.

Прибирання території — механічне очищення поверхні, підтримання санітарного стану.

Агротехнічна меліорація — послаблення поверхневого стоку і переведення його у внутрішньогрунтовий.

Практики з відновлення земель

Хоч ґрунти мають природну властивість відновлюватися, все ж самостійне відтворення родючості відбувається впродовж тисячі років. Для пришвидшення відновлення родючого шару ґрунту та зупинки його деградації зазвичай застосовують два підходи: практики рекультивації чи консервації.

Рекультивація земель — це процес перетворення забруднених земель у придатну для використання площу через нормалізацію ґрунтових умов та зменшення хімічного впливу на рослини. Вибір технології рекультивації значною мірою залежить від характеру та ступеня забруднення, цільового призначення або використання ділянки, що відновлюється, а також від наявності результативних та економічно ефективних технологій. Фізико-хімічні характеристики ґрунту та кліматичні умови також є важливими питаннями під час вибору методів рекультивації⁴³.



Вибір технології очищення, що дає змогу оптимально компенсувати вплив забруднювачів на ґрунти, потребує комплексного розгляду сукупності різних чинників. Головними з цих чинників є потенційні можливості технології вирішити основне завдання — зниження вмісту забруднювальних речовин; витрати на здійснення процесу; доступність і готовність до застосування технології; вплив на навколишнє середовище; тривалість процесу; громадська думка; оцінка масштабності та вартості.

Нині методи обробки забрудненого ґрунту (схема 4) включають фізичну, хімічну та біологічну ремедіацію (очищення).



Схема 4. Методи обробки забрудненого ґрунту

⁴³M.D. Fernández Rodríguez, M.C. García Gimez, N. Alonso Blázquez, J.V. Tarazona, Soil Pollution Remediation, Editor(s): Philip Wexler, Encyclopedia of Toxicology (Third Edition), Academic Press, 2014, Pages 344–355, ISBN 9780123864550

№	Технологія	Орієнтовна вартість
1	Землеробство	Лабораторні дослідження від 20 000 USD (1 м3), пілотні дослідження від 100 000 USD; Обробка 1 м3 ґрунту до 100 USD.
2	Стабілізація	Вартість технології з реагентами складає (за 1 м3) від 50 USD до 120 USD – для поверхневих забруднень, від 200 USD для глибинних. Окремо закладається вартість на обладнання від 200000 USD залежно від особливостей території, вартості електроенергії
3	Фітосанація	Вартість 1 га потужністю 0,5 м ґрунту складає від 150 USD до 250000 USD
4	Компостування	Вартість технології залежить від кількості обробленого ґрунту, доступності добавок, типу забруднювальних речовин і складає 200 USD за 1 м3 при обробці 20000 м3 ґрунту.
5	Хімічне вилуговування (промивання)	Вартість технології складає від 30 USD до 300 USD за 1 м3 ґрунту з урахуванням типу та концентрації речовин, що входять в склад розчину.
6	Термічна десорбція	Вартість обробки складає від 10 до 70 USD за 1 м3 ґрунту. Пілотні дослідження сягають затрат від 10000 USD. Концентрація забруднень, ландшафтно-геохімічні умови визначають верхню межу вартості.
7	Хімічна екстракція	Вартість технології оцінюється від 150 USD до 500 USD за 1 м3 ґрунту
8	Хімічне окислення/відновлення	Вартість всього процесу оцінюється в межах від 200 до 500 USD за тону обробленого ґрунту без врахування затрат на аналітичні дослідження
9	Захоронення	Вартість 1 т становить від 1000000 USD

Таблиця 1. Орієнтовна вартість використання технологій відновлення ґрунтів

Консервація земель — це практика часткового або повного обмеження використання земельної ділянки у господарських цілях на визначений період часу⁴⁴. До консервації вдаються у випадку, коли використання землі є ані екологічно, ані економічно доцільним, а також коли земельні ділянки отримали техногенне забруднення, на яких неможливо одержувати екологічно чисту продукцію, а перебування людей на цих земельних ділянках є небезпечним для їх здоров'я.

Консервація таких земель передбачає залуження, заліснення або ренатуралізацію з метою відновлення родючих властивостей ґрунту. У землевпорядній науці розрізняють консервацію-реабілітацію — після визначеного терміну перерви земля повертається назад в обробіток, та консервацію-трансформацію, яка означає, що деградовані землі безповоротно вилучаються з ріллі⁴⁵.

⁴⁴ Порядок консервації земель <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0810-13#n14>

⁴⁵ Попов, А.С. (2022). Територіальний землеустрій. Миколаївський національний аграрний університет.

Окрім природніх характеристик ґрунту та кліматичних умов, для вибору методики відновлення важливою також є кумулятивна оцінка рівня пошкоджених земель. Комплексне оцінювання за усіма типами забруднень дасть змогу окреслити перелік необхідних заходів для відновлення та позначити категорії придатності до використання земельної ділянки.

Рівень пошкодження (% площі ділянки)	Категорії придатності земель	Характеристика забруднених ґрунтів	Використання	Необхідні заходи
Пошкодження дуже низького рівня до 10% площі ділянки	Безумовно придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунті перебуває в межах фонових значень	Ведення сільськогосподарської діяльності. Вирощування будь-яких культур.	Не потрібні
Пошкодження низького рівня 10-25% площі ділянки	Придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунті перевищує фонове значення, але не вище ГДК	Використання під будь-які культури за умови контролю за якістю сільськогосподарської продукції	Проведення агротехнічних заходів для зменшення надходження металів у продукцію (вапнування, застосування органічних і мінеральних добрив)
Пошкодження середнього рівня 25-50% площі ділянки	Мало придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунтах перевищує ГДК при лімітуючому транслокаційному показнику.	Використання під технічні культури без отримання на них продуктів харчування та кормів; Використання під сінокоси і пасовища з нормованим випасом	Фіторе mediaція, підбір сільськогосподарських культур, що не накопичують забруднювальні речовини. Проведення агротехнічних заходів.
Пошкодження високого рівня 50-75% площі ділянки	Умовно придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунтах перевищує ГДК у більшості досліджуваних забруднювальних речовинах	Використання під культурні пасовища; вирощування ефіроолійних культур	Протиерозійні, гідротехнічні, фізичні та хімічні рекультивації. Виключити вирощування культур для продовольчих цілей.
Пошкодження катастрофічного рівня 75-100% площі ділянки	Не придатні	Вміст хімічних речовин у ґрунтах перевищує ГДК за всіма показниками	Вилучення із сільськогосподарського використання. Консервація	Природне відновлення

Аналіз досвіду політики відновлення земель країнами, які постраждали в результаті військової діяльності

Відновлення повоєнних територій є пріоритетною складовою для їхнього безпечного розвитку. Відповідно до Протоколу V «Конвенції про конкретні види звичайної зброї»⁴⁶ є юридичне зобов'язання щодо очищення, видалення або знищення вибухонебезпечних пережитків війни. Проте наявна прогалина щодо нормативно встановлених вимог про відновлення земель, немає чіткого правового зобов'язання щодо ліквідації забруднення навколишнього середовища внаслідок військової діяльності. Зусилля залишаються несистематичними та здійснюються в кожному конкретному випадку окремо. Проаналізуємо основні національні політики країн, чиї земельні ресурси постраждали від військових дій.

Сполучені Штати Америки

У США землі забруднені речовинами воєнно-техногенного походження належать Міністерству оборони. Саме тому Міністерство несе відповідальність за дії з їхнього відновлення і не може надавати ці території в оренду, поки дослідження не підтвердять можливість їх використання за призначенням. Водночас території колишнього воєнно-техногенного впливу, відповідність за використання яких несуть місцеві органи влади, можуть самостійно ініціювати питання щодо їх відновлення

У підпорядкуванні Міністерства оборони США перебуває 1400 військових об'єктів загальною площею 10 млн акрів⁴⁷. Усвідомлюючи важливість військових об'єктів у збереженні біорізноманіття, США почали реабілітацію колишніх військових полігонів, щоб вони слугували природними заповідниками⁴⁸. Станом на 2014 рік, для 15 із цих територій розроблено заходи з метою просування та збереження біорізноманіття цих регіонів.



Відповідно до розробленого законодавства, відповідальний орган має розробити план землекористування, затверджено тип власності, конкретне використання земельної ділянки та будь-які вимоги щодо «чистих територій», що має виконати уряд США до того, як земля буде введена в експлуатацію. Аби продати або орендувати землю для певного типу використання, Міністерство оборони зобов'язане виконати різні оцінки щодо ризиків ділянки, щоб визначити відповідні заходи з відновлення⁴⁹ залежно від типу та рівня забруднення.

⁴⁶ 1980 CONVENTION ON CERTAIN CONVENTIONAL WEAPONS (CCW) <https://www.icrc.org/en/document/1980-convention-certain-conventional-weapons>.

⁴⁷ DSB. (2003). Report of the Defense Science Board Task Force on Unexploded Ordnance. Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition and Technology. Defense Science Board. Washington, DC.

⁴⁸ Coates, P. 2014. From hazard to habitat (or hazardous habitat): the lively and lethal afterlife of Rocky Flats, Colorado. *Prog. Phys. Geogr.* 38(3): 286-300

⁴⁹ United States Environmental Protection Agency: Handbook on the management of munitions response actions: interim final, EPA 505-B-01-001. Washington, DC: Office of Solid Waste and Emergency Response; 2005.

Велика Британія

Забруднення речовинами воєнно-техногенного походження в країні є наслідком численних авіаударів та використання різних систем озброєння з часів Другої світової війни. Це сприяло політиці, згідно з якою саме власники земель, а не військові відповідають за забруднення територій. До того ж, місцеві органи влади часто працюють разом зі землевласниками та розділяють відповідальність за відновлення цих земель.

Система управління повоєнними територіями Великої Британії покладає більше відповідальності на цивільних власників земель. Враховуючи цю регуляторну стратегію, Великобританія не надає окремих вказівок щодо управління цими територіями і не має офіційних кількісних стандартів, щоб забезпечити еколого-геохімічну оцінку цих територій.

Хоча Міністерство оборони не має детальних вказівок щодо управління територіями забрудненими воєнно-техногенними речовинами, воно має регламентований підхід до кількісної оцінки ризиків, спричинених забрудненням землі⁵⁰. Міністерство оборони використовує оцінку якості землі, яка містить: дослідження ділянки на основі попередньої стратегічної оцінки та встановлення пріоритетів, польові та камеральні дослідження, детальні дослідження ділянок, оцінка варіантів та реакція місцевої влади. Попри розділену відповідальність за відновлення повоєнних територій між землевласниками, та Міністерством оборони, досі немає методики, яка ефективно визначала б заходи з відновлення⁵¹.

Німеччина

Більшість речовин воєнно-техногенного походження зосереджено на багатьох територіях країни. Політика Німеччини щодо цих земель передбачає, що всі колишні військові полігони мають бути досліджені та потенційно відновлені, перш ніж їх можна буде використовувати в цивільних цілях.

Покинуті військові об'єкти з 1991 року передали до власності уряду Німеччини, тож німецький уряд відповідає за більшу частину забруднених земель. Зазвичай ці території не очищалися від нерозірваних боєприпасів, тож стан забруднення унаслідок мінувань для багатьох виведених з експлуатації полігонів недосліджений. Якщо уряд Німеччини продає землю для відновлення власникам, то саме вони стають відповідальними за відновлювані заходи⁵².

Військові об'єкти вважаються потенційно забрудненими, доки проведені дослідження не доведуть, що територія не становить небезпеки для навколишнього середовища та/або людей. У цьому випадку досліджувана територія підпадає під дію екологічних законів і стандартів німецької землі, в якій вона розташована. Наявні закони на національному рівні регулюють етапи відновлення забрудненої ділянки⁵³.

Поетапна процедура еколого-геохімічної оцінки повоєнних територій офіційно не оформлена в жодній країні, крім Німеччини. Підхід, заснований на небезпеці (ретроспективний), визначає токсичну речовину та прогнозує її поведінку з метою усунення небезпек. У межах цієї роботи проводиться додаткова оцінка запобіжних заходів у формі систематизованих характеристик забруднювальних речовин.



@The Guardian

⁵⁰ United Kingdom Ministry of Defense: Duty holders guide - guidance on the assessment and management of land contamination (IN 0708). London: Defense Estates; 2008

⁵¹ Linkov et al. Munitions and explosives of concern: international governance and applications for the United States. Environmental Sciences Europe 2014, 26:30 <http://www.enveurope.com/content/26/1/30>

⁵² Jentsch, A., Friedrich, S., Steinlein, T., Byschlag, W., & Nezdal, W. (2009). Assessing conservation action for substitution of missing dynamics on former military training areas in Central Europe. Resilience Ecology, 2/(1), 107-116.

⁵³ German Federal Environment Agency: 'Germany,' Investigation, Assessment, and Clean-up of Contaminated Military Sites. 2007

За період досліджень розроблено кілька моделей оцінки ризику, що застосовувалися протягом багатьох років для оцінки територій, що перебувають під воєнно-техногенним впливом. Результатом моделей є підсумкове значення, яке потім використовується для визначення пріоритетів розвитку території відповідно до ризику для населення та навколишнього середовища. Попри кількісний характер цих оцінок, пріоритетність реабілітації забруднених територій залежить також від інших факторів, зокрема регіональне планування, приватизація, запити влади та політичні рішення.

Франція

Перша світова війна суттєво змінила ґрунтово-рослинний покрив у Франції, де відбувалася основна частина бойових дій на західному фронті. Ґрунти часто були забруднені важкими металами, як-от мідь (Cu) і свинець (Pb), а також боєприпасами, що не розірвалися⁵⁴.

Служба з відновлення Західної Фландрії є однією з перших організацій, що займалася питанням відновлення сільськогосподарських земель на пошкоджених територіях. Ця організація консультувала місцевих фермерів та допомагала відновлювати орні землі. Відновленням повоєнних територій частково займалися вітчизняні та іноземні некомерційні організації. Найвідомішим прикладом може слугувати Комітет зруйнованої Франції (Comite Americain pour les Regions Devastees), що сприяв не лише соціальній реконструкції села в Єні, а роздавав сільськогосподарський реманент, посівне насіння та худобу⁵⁵.

За десятиліття після закінчення війни вдалося відновити більшу частину колишньої прифронтової зони: ліси заново висаджені, сільськогосподарські угіддя повернуто в обробіток. Виняток становила «червона зона», що простягалася від Лілля на півночі Франції на південний захід від Нансі. Уряд Франції оголосив цю територію непридатною для проживання унаслідок хімічного забруднення та наявності боєприпасів, що не розірвалися⁵⁶. Це були райони, де вартість меліорації перевищила економічну вартість землі, тож перевагу надали лісонасадженням.

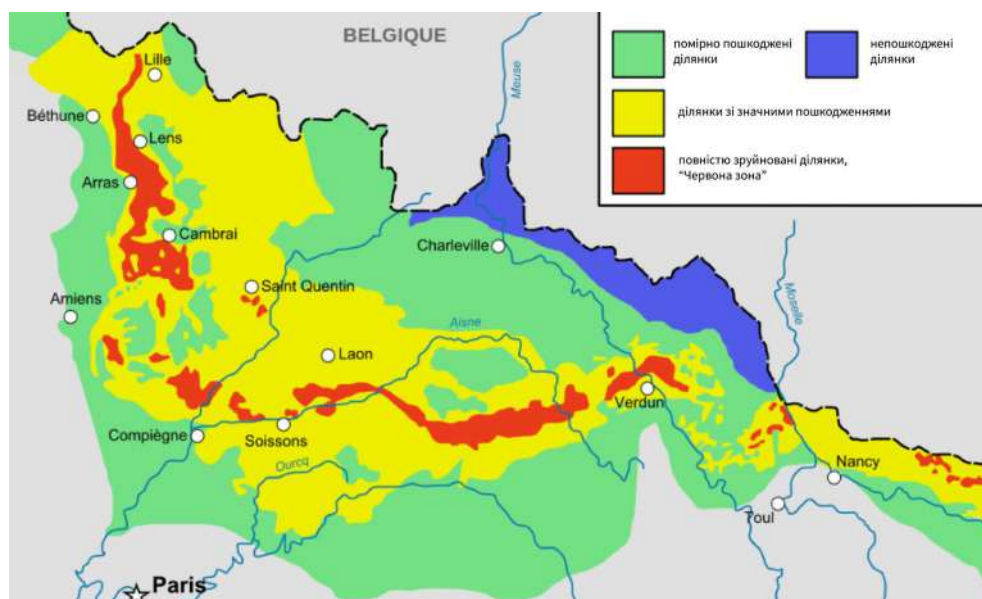


Рисунок 10. Зонування повоєнних територій Франції

Примітка. Повністю зруйновані території червоним кольором, зони великих руйнувань жовтим, помірно пошкоджені території зеленим, непошкоджені території синім кольором.

Мета зонування поствоєнних територій полягала в оцінці можливостей їхнього відновлення до нормальної економічної активності. До критеріїв небезпеки місць додалися економічні міркування: вартість окремих земель була надто низькою для «зачистки», враховуючи вартість робіт з розмінування.

⁵⁴ Forest Service, USDA, "Status of the interior Columbia Basin: summary of scientific findings," General Technical Report (GTR) (1996): 55

⁵⁵ J. Winter, 'Introduction', in J. Winter (ed.), The legacy of the Great War: ninety years on (2009), pp. 1–17.

⁵⁶ Stuart Thornton, "Red Zone," National Geographic, May 1, 2014, <http://www.nationalgeographic.org/news/redzon>

До 1919 року Міністерство звільнених територій Франції розділило постраждалі території на три зони залежно від ступеня руйнування:

- «зелені зони», що мають мінімальні пошкодження;
- «жовті зони», що мають важкі, але обмежені пошкодження;
- «червоні зони», які зазвичай найближчі до колишніх ліній фронту та повністю знищені.

Зелена і жовта зони порівняно рано були повернуті до цивільного користування. Червоні зони переважно мали високий відсоток порушень ландшафту. Ці зони очищувалися лише поверхнево, здебільшого їх просто консервували. Французька служба Securite Civile, яка відповідає за відновлення земель, вважає, що за нинішніми темпами може знадобитися до 700 років, аби повністю очистити всі залишки снарядів і гранат Першої світової війни зі земель Франції⁵⁷.

Країни колишньої Югославії

На території колишньої республіки Югославії (Південно-східна Європа) у період між 1991 та 2001 роками відбувалась низка збройних конфліктів, завдали значної шкоди навколишньому середовищу, що призвели до забруднення поверхневих і підземних вод, ґрунту та повітря на Балканах понад 100 токсичними речовинами. Одна зі значущих проблем післявоєнного відновлення охоплених війною країн полягала в інституційній неспроможності, зокрема щодо вирішення екологічних проблем⁵⁸.

Виділено три ключові фактори.

1. Головна загроза полягала у тому, що системи управління навколишнім середовищем були настільки порушені, що унеможливлювало належне подолання повоєнних екологічних проблем. Інституційна неспроможність могла посилити екологічні «афтершоки» після конфлікту.
2. На час завершення конфлікту більшість країн мали дуже неадекватні засоби та ресурси для моніторингу (Албанія, Македонія та Румунія). Ці країни не могли адекватно виміряти екологічні наслідки війни, а отже, не могли належним чином підготувати плани щодо їхнього вирішення.
3. Згортання діяльності неурядових організацій (НУО) в Югославії унаслідок нестачі ресурсів, а також політичні реалії припинили транскордонну діяльність НУО. Загроза полягала у тому, що відсутність дієвих НУО не давала змогу організувати належного залучення громадськості до ухвалення рішень і планування щодо навколишнього середовища. Так, у Косово, де міжнародні організації паралельно працювали над однаковими проблемами і водночас працювали в різних сферах без залучення місцевої громади⁵⁹. До того ж, неурядові організації не могли допомогти подолати екологічні проблеми там, де офіційна влада не може долучитися.

На міжнародному рівні управління основними програмами допомоги Європейського Союзу в Республіці Сербія (включаючи Косово), Республіці Чорногорія та Північній Македонії займалось Європейське агентство з реконструкції як основний орган ЄС з відновлення зруйнованої війною у зазначених країнах (дія мандату завершилась у 2008 році)⁶⁰. Один із напрямів реалізації програм — навколишнє середовище, також екологічні питання вирішувались у межах секторів із розвитку сільської місцевості, водних об'єктів, інфраструктури.



⁵⁷ <https://bigthink.com/strange-maps/zones-rouges/>

⁵⁸ Assessment of the environmental Impact of Military Activities During the Yugoslav (Preliminary Findings, June 1999) Prepared by: The Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe // <https://reliefweb.int/report/albania/assessment-environmental-impact-military-activities-during-yugoslavia-conflict>

⁵⁹ Earnest, J. & Dickie, C. (2012). Post-conflict reconstruction—a case study in Kosovo: the complexity of planning and implementing infrastructure projects. PMI Research and Education Conference.

⁶⁰ European Agency for Reconstruction // <https://web.archive.org/web/20061120191411/http://www.ear.europa.eu/agency/agency.htm>

Рекомендації для влади національного та регіонального рівнів щодо екологічно сталого та соціально справедливого відновлення земель

Національний рівень

№	Рекомендації
Стратегічний рівень	
1	Створити Національний координаційний комітет з подолання наслідків військової діяльності, а також розробити заходи щодо відновлення ґрунтового покриву повоєнних ландшафтів.
2	Розробити національну стратегію відновлення ґрунтів до 2032 року повоєнних ландшафтів.
3	Розробити план дій щодо реалізації стратегії до 2032 року.
4	Врахувати Національну стратегію відновлення ґрунтів повоєнних ландшафтів: <ul style="list-style-type: none"> у новій Генеральній схемі планування території України; у національній програмі відновлення України, зокрема у проєктах «Відбудова чистого та захищеного середовища»; у стратегічних документах держави (Стратегія сталого розвитку України до 2030 року, Державна стратегія регіонального розвитку на 2021-2027 роки та план заходів з її реалізації, Національна економічна стратегія на період до 2030 року тощо).
Рекомендовані дії для виконання Стратегії	
5	Створити Центр екологічного менеджменту повоєнних територій з метою встановлення стандартів щодо вмісту забруднювальних речовин (наприклад, максимально допустимі рівні забруднювачів) та визначення належних рівнів/ стандартів очищення ґрунту.
6	Розробити: <ul style="list-style-type: none"> систему заходів з очищення та розмінування ґрунтового покриву повоєнних ландшафтів; зонування територій повоєнних ландшафтів з урахуванням рівнів їхнього забруднення та необхідних заходів із відновлення для нормальної економічної активності; методику визначення розміру шкоди, заподіяної ґрунтам внаслідок воєнних дій; нормативний документ, що регламентує компенсаційне оздоровлення ґрунтів.
7	Провести паспортизацію ґрунтів повоєнних ландшафтів.
8	Розробити програми: <ul style="list-style-type: none"> еколого-геохімічних досліджень ґрунтів повоєнних ландшафтів у межах підготовки державних нормативних документів; процедури еколого-геохімічної оцінки повоєнних територій та територій забруднених речовинами воєнно-техногенного походження; набір індикаторів воєнно-техногенного забруднення, які можна застосовувати для моніторингу змін у ґрунтах.
9	Реалізувати пілотні проєкти на деокупованих територіях для оцінки ефективності реабілітаційних заходів на конкретних повоєнних землях.

10	Забезпечити проведення постійного еколого-геохімічного моніторингу ґрунтів за розробленою та затвердженою мережею пунктів пробовідбору.
11	Провести комплексну еколого-геохімічну оцінку ґрунтів повоєнних ландшафтів у співпраці з міжнародними організаціями з метою всебічного дослідження та визначення пріоритетів для відновлення.
12	Співпрацювати з місцевими та міжнародними організаціями з метою обміну результатами, висновками, методами вдосконалення аналізу і передовим досвідом з екологічних питань повоєнного відновлення.
Співпраця з місцевою владою	
13	Розглянути можливість прямої співпраці Уряду України з місцевою владою шляхом надання експертизи та технологій рекультивації чи консервації для подолання наслідків воєнно-техногенних впливів.
14	Підтримати місцеву владу, громади та міжнародні організації у фінансуванні проєктів, спрямованих на боротьбу зі забрудненням, утилізацію відходів та покращення екологічної інфраструктури територій.
Компенсація	
15	<p>Розробити:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● нормативно-правову базу для забезпечення механізму повернення (із компенсацією землевласникам) забруднених земель у державну власність для їхнього відновлення; ● економічний механізм регулювання земельних відносин щодо компенсацій власникам чи орендарям земельних ділянок внаслідок обмежень щодо їх використання, попереднього і повного відшкодування власникам вартості вилучених земельних ділянок; ● нормативно-правову базу надання інвестиції землевласникам і заходи щодо відновлення земель.
16	Встановити гарантії прав власників землі, якщо її вилучать або тимчасово законсервують.
17	Забезпечити паритет інтересів землевласників, землекористувачів та держави під час реалізації розпоряджень щодо поводження зі забрудненими землями, які залишені у власності приватних осіб, з обов'язковим здійсненням заходів з їхнього відновлення.
Фінансування	
18	Забезпечити фінансування повної незалежної еколого-геохімічної оцінки ґрунтів, яку має ініціювати Уряд України.
Інформування громадськості	
19	Впровадити процес інформування громадськості щодо ризиків використання забруднених земель (наприклад, створення геопорталу).

Регіональний рівень

№	Рекомендації
1	Врахувати Національну стратегію відновлення ґрунтів повоєнних ландшафтів: <ul style="list-style-type: none">● у програмах комплексного відновлення територій областей та територіальних громад (їхніх частин);● у схемах планування території областей на місцевому рівні.
2	Врахувати потребу у відновленні ґрунтів на місцевому рівні під час розроблення Комплексних планів розвитку територій громад або Генеральних планів.
3	Забезпечити врахування проблем відновлення пошкоджених ґрунтів під час стратегічної екологічної оцінки документів державного планування.
4	Розвинути регіональну ґрунтову політику в межах агросекторів з можливістю контролю місцевою владою ліцензії на вирощування сільськогосподарських культур.
5	Налагодити контроль додержання вимог законодавства під час робіт із відновлення забруднених ґрунтів.
6	Залучити потенційних стейкхолдерів до процесу ухвалення рішень щодо цілей відновлення та оцінки рекультиваційних/консерваційних робіт.
7	Встановити державно-приватне партнерство для розширення практик відновлення земель (наприклад, між Міністерством аграрної політики та продовольства України і групами фермерів).