

V. КАРТОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ



Стаття та будь-який пов'язаний з нею опублікований матеріал поширюється за ліцензією Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).
The article and any related published material are licensed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

УДК 912:911.3

DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2721.2026.97.3>

Тарас ГУЦУЛ, канд. техн. наук, доц., ст. наук. співроб.

ORCID ID: 0000-0002-7192-3289

e-mail: t.gutsul@chnu.edu.ua

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, Україна

ПРОСТОРОВІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПОШИРЕННЯ ЗАМІНОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ У СВІТІ

Вступ. Проблема замінованих територій зберігає глобальну актуальність і формує комплекс довготривалих гуманітарних, соціально-економічних та безпекових викликів. Станом на 2025 р. мінна небезпека залишається критичною щонайменше для 57 країн світу, обмежуючи відновлення територій, мобільність населення та економічний розвиток. Водночас вона безпосередньо впливає на досягнення більшості Цілей сталого розвитку. Попри значний масив досліджень, відчувається дефіцит узагальнених історико-просторових даних і глобальних порівняльних підходів. Метою статті є аналіз історичних передумов формування замінованих територій, виявлення просторово-часової динаміки їх поширення та узагальнення географічних закономірностей.

Методи. Гуманітарне розминування за своєю суттю є міждисциплінарним. Поєднано технічні, соціальні, безпекові та просторові підходи. Історичний аналіз дозволив визначити причини мінного забруднення, а просторовий – виявити закономірності поширення. Картографія та ГІС забезпечили ідентифікацію, візуалізацію, оцінку ризиків і моделювання небезпечних зон у глобальному масштабі.

Результати. Заміновані території концентруються у постконфліктних регіонах у стратегічно важливих місцях: гірських проходах, мостах, переправах через річки та дорогах. Установлено, що формування замінованих територій визначається поєднанням військово-тактичних, природно-географічних і соціально-інфраструктурних чинників.

Масштаб мінного забруднення визначається особливостями воєнних дій у різні історичні періоди. Показано динамічний характер мінних полів та сучасні тенденції: скорочення площ у стабільних країнах і зростання технологізації розмінування. Заміновані території формують "гарячі точки", де ризик залишається високим протягом десятиліть після конфліктів. Поширення мін у нові зони часто пов'язане з локальними конфліктами або активністю повстанських груп. Глобальна динаміка характеризується одночасно локальною концентрацією і тривалим часовим ефектом небезпеки.

Висновки. Поєднання історичного, динамічного та просторового аналізу забезпечує комплексне розуміння мінної небезпеки та підвищує ефективність гуманітарного розмінування. Картографування трансформується в інструмент аналітичного управління ризиками, а інтеграція ГІС і ДЗЗ підвищує точність оцінок і обґрунтованість рішень. Отримані результати формують основу для оптимізації пріоритетів розмінування та підтримки сталого розвитку постконфліктних територій.

Ключові слова: географічне поширення, гуманітарне розмінування, заміновані території, картографічний аналіз, просторовий аналіз.

Вступ

Тематика замінованих територій вже понад 100 років не втрачає актуальності у світовому масштабі та обумовлює комплекс причинно-наслідкових гуманітарних, соціально-економічних і безпекових викликів довготривалого та транснаціонального характеру (Cheatle, 1998). За даними міжнародних організацій, станом на 2025 р. мінна небезпека залишається однією з найсерйозніших загроз для цивільного населення у щонайменше 57 країнах світу (ICBL-CMC, 2025), особливо в регіонах, що постраждали від збройних конфліктів. Заміновані території безпосередньо становлять невибіркову щоденну загрозу життю та здоров'ю людей, обмежують свободу пересування, перешкоджають поверненню внутрішньо переміщених осіб і біженців, а також унеможливають відновлення нормального цивільного життя. Окрім гуманітарного виміру, мінна небезпека спричинює суттєві економічні наслідки: значні площі сільськогосподарських угідь, інфраструктурних об'єктів і природних ресурсів залишаються непридатними для використання, що гальмує сталий розвиток цілих регіонів. У глобальному контексті проблема замінованих територій також пов'язана з питаннями міжнародної безпеки, післяконфліктного відновлення й дотримання норм міжнародного гуманітарного права. Необхідність координації зусиль держав,

міжнародних організацій і гуманітарних місій у сфері розмінування, мінної просвіти та допомоги постраждалим підкреслює її значущість як одного із ключових викликів сучасного світу. Мінна загроза має тісний і багатовимірний зв'язок із Цілями сталого розвитку (далі – ЦСР) ООН, оскільки безпосередньо впливає на здатність держав забезпечувати безпеку, розвиток і добробут населення. Вивільнення земельних ділянок прямо чи опосередковано стосується досягнення 14 (ЦСР: 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17) із поміж 17 ЦСР. Наявність замінованих територій підриває реалізацію ЦСР у гуманітарній, соціальній, економічній та екологічній сферах, що робить протимінну діяльність (ПМД) важливою складовою глобальної політики сталого розвитку (GICHD & UNDP, 2017).

Застосування історичного та просторового аналізу в географії не лише фіксує проблему мінного забруднення, а й надає науково обґрунтовану основу для управління та мінімізації ризиків. Історичний та просторовий аналіз дозволяє географії виявляти закономірності поширення явищ (Santana-Cordero, 2021), зокрема замінованих територій. Історичний підхід виявляє причини, пов'язані зі збройними конфліктами та часом їх виникнення, а просторовий (напр., за допомогою геоінформаційних систем (ГІС) та картографування) – географічне

розташування та взаємозв'язок із природними й соціальними чинниками. Поєднання цих методів надає змогу оцінити ризики, пріоритизувати черговість гуманітарного розмінування та планувати безпечне використання територій.

Картографічний аналіз і ГІС є незамінними, ефективними та надійними інструментами доповнення інформаційного забезпечення актуальними просторовими даними на всіх етапах гуманітарного розмінування територій. Їх поєднання дозволяє ідентифікувати та візуалізувати небезпечні зони, оцінювати ризики для населення та техніки (засобів розмінування), планувати безпечні маршрути для ПМД, а також здійснювати постійний моніторинг і прогнозування динаміки забруднених територій. Сучасний етап розвитку характеризується насамперед активним пошуком просторових методів аналізу геоданих, одержаних із БГЛА та ДЗЗ для технічного обстеження (Hutsul et al., 2024). Розвиток інфраструктури просторових даних, методів штучного інтелекту (ШІ) у поєднанні з аналітичними функціями ГІС є багатообіцяючим (Гуцул, 2025). Завдяки інтеграції різних джерел даних, ГІС підвищують точність оцінок та ефективність управління ризиками на замінованих територіях, дозволяють організаціям точно картографувати та визначати пріоритетність очищення територій. Геопросторові дані є основоположними для гуманітарного розмінування й забезпечують основу ГІС-аналізу та моделювання: від початкового обстеження та оцінки ризиків до оперативного планування, очищення й аналізу впливу після реалізації заходів з ПМД (Гуцул, 2026).

Метою статті є аналіз історичних передумов формування замінованих територій у світі, виявлення просторово-часової динаміки їхнього поширення, фіксація сучасного стану та узагальнення просторових закономірностей на основі картографічного аналізу.

Огляд літератури. На міжнародному рівні проблему гуманітарного розмінування координують як державні, так і недержавні організації, створюючи комплексну систему норм, стандартів і практичних механізмів дій. Основоположні міжнародні інституції, що спеціалізуються на гуманітарному розмінуванні: United Nations Mine Action Service (UNMAS), Geneva International Centre for Humanitarian Demining (GICHD), International Campaign to Ban Landmines (ICBL) та Cluster Munition Coalition (CMC), HALO Trust, Mines Advisory Group (MAG), James Madison University (JMU) і Center for International Stabilization and Recovery (CISR), забезпечують нормативну базу, моніторинг, стандартизацію гуманітарного розмінування та впровадження інноваційних технологій, включно з ГІС, ДЗЗ і ШІ. Разом ці інституції формують інтегрований підхід до оцінки ризиків і планування ПМД, підвищуючи ефективність міжнародної співпраці.

UNMAS (Служба ООН з питань протимінної діяльності) – створена для координації та підтримки гуманітарного розмінування у постконфліктних регіонах світу. Розвиває сервіси глобальних карт ризиків і даних про мінні загрози в країнах, де проводиться ПМД, зокрема через інтерактивні карти, картографічні продукти та просторову інформацію для планування операцій із гуманітарного розмінування. ООН продовжила розробку на тему "Картографування 17 ЦСР з картами адвокації для кожної ЦСР для подальшого підвищення обізнаності про ці глобальні пріоритети" (United Nations Geospatial, n.d.).

GICHD (Женевський міжнародний центр гуманітарного розмінування) просуває стандарти, методи та інструменти картографування (через Систему управління інформацією для ПМД і стандарти символіки для карт), а також підтримує створення й дослідження карт з метою

оцінки, планування і відстеження заходів з ПМД (GICHD, n.d.). GICHD є розробником і куратором IMSMA (Information Management System for Mine Action) – глобального стандарту управління даними у ПМД (United Nations Mine Action Service, 2023), який використовує більшість національних центрів розмінування у світі.

ICBL (Міжнародна компанія за заборону наземних мін) – коаліція неурядових організацій, метою якої є заборона використання й розповсюдження протипіхотних мін та касетних боєприпасів. Організація систематично збирає та аналізує дані про масштаби замінованих територій, гуманітарні й соціально-економічні наслідки мінної небезпеки, що забезпечує наукову основу для картографічного, просторового та історичного дослідження проблеми на глобальному рівні. Дослідницька та моніторингова ініціатива (Landmine and Cluster Munition Monitor, n.d.) створює щорічні звіти та профілі країн, які містять кількісні дані, тенденції та оцінки щодо мін і поширює їх на міжнародному рівні для планування дій та розробки політик у сфері ПМД.

СМС (Коаліція з касетних боєприпасів) – це міжнародний рух громадянського суспільства, який виступає проти використання, виробництва, накопичення та передачі касетних боєприпасів. Організація забезпечує регулярне оновлення даних (International Campaign to Ban ..., n.d.), структурованих за країнами і регіонами, які є вхідними для картографування (рівень забруднення мінами та вибуховими залишками, прогрес очищення територій, кількість жертв та ін.). Створення й підтримка глобальної бази даних і аналітики є основою для просторового аналізу та карт, що виконуються іншими спеціалізованими організаціями.

HALO Trust (Організація життєзабезпечення небезпечних територій) – міжнародна гуманітарна організація, що активно працює в зонах з високою мінною загрозою та постійно використовує картографію й геопросторові технології у своїй діяльності. Хоча The HALO Trust більш відома саме розмінувальними роботами, її проекти також включають геопросторові оцінки та створення карт зон ризику для планування робіт (The HALO Trust, n.d.). The HALO Trust характеризується тривалою співпрацею з Esri (з 2008 р.) у сфері картографування регіонів, спустошених війною, де необхідна спеціалізована обізнаність стосовно мін та інших небезпек для захисту життя населення.

MAG (Консультативна група з питань мінної безпеки) – міжнародна гуманітарна організація, яка працює з мінною небезпекою та ризиками вибухонебезпечних залишків конфліктів. Частиною цієї діяльності є цифрове картографування загроз, яке допомагає планувати, контролювати та звітувати про операції з очищення територій (MAG, n.d.). Ці операції також базуються на геопросторових даних, зібраних під час польових робіт.

JMU (Університет Джеймса Медісона) – дослідницький університет у Гаррісонбурзі (штат Вірджинія, США), що не займається гуманітарним розмінуванням безпосередньо, але є одним із ключових світових центрів, які розвивають картографування мінних загроз, забезпечують дані, аналітику та стандарти, підтримують гуманітарні організації та уряди. JMU видавав і частково продовжує видавати наукові журнали (The Journal of Conventional Weapons Destruction (James Madison University, Center for International ..., n.d.), Архіви досліджень у JMU Scholarly Commons (James Madison University, n.d.)) і публікації, присвячені мінам, гуманітарному розмінуванню та пов'язаним темам через свій Центр міжнародної стабілізації та відновлення (CISR).

Хоча діяльність цих установ закладає основу методології та практики картографії мін, значний внесок у наукове обґрунтування та розробку нових підходів здійснено також окремими вченими й дослідниками. Місце і роль мінної зброї в сучасних війнах низької інтенсивності, до яких належала і гібридна війна проти України, висвітлено у праці "Світова глобальна проблема розмінування: український вектор" (Горбулін, 2022). До появи сучасних методів просторового аналізу сапери й гуманітарні організації переважно використовували традиційні методи обстеження територій, які були повільними, небезпечними й не завжди точними, особливо у великих або важкодоступних районах. У 2000-х рр. почалося широке впровадження ГІС у гуманітарне розмінування. Хоча ГІС та аналіз просторових даних спочатку були двома більш-менш окремими галузями досліджень і практичного застосування, з часом вони зблизилися та взаємно посилили одна одну в межах науки про геопросторову інформацію. Ця робота важлива для гуманітарного розмінування, оскільки просторовий аналіз на сьогодні є фундаментальною основою для картографування ризиків, оцінювання розподілу мінних полів та планування операцій розмінування, а роботи (Goodchild, & Haining, 2003) показали, як такі методи стали невід'ємною частиною сучасних ГІС-підходів. Якісний просторовий аналіз має ґрунтуватися на різних джерелах геопросторових даних. Їхню класифікацію, переваги та недоліки, особливості використання на різних етапах гуманітарного розмінування територій наведено у (Гуцул, 2026). Дослідження технічних аспектів підготовки (сканування, геоприв'язка та оцифрування ескізних карт мінних полів) польових даних та їхнє подальше використання в ГІС для просторового аналізу, планування робіт і збереження історичних даних наведено у (Hamlin, & Jaupri, 2018). Детальний процес етапу нетехнічного обстеження територій від опису підозрілих на наявність мін ділянок до картографування та зберігання даних наведено в (Engeset, 2003), що є раннім прикладом практичного картографування ризикових зон у ПМД. Просторові закономірності ризику, важливі для аналізу поширення мінних територій, розглянуто у роботі з картографічним відображенням груп населення, що мешкають у зонах ризику (Lacroix, Herzog, & Eriksson, 2011). Розуміння просторового розподілу ризиків і методів їх кодування на картах розкрито у (Gasser, Knežević, & Carrier, 2011). Геостатистична модель, представлена у праці (Alegria et al., 2017), є ефективною стосовно часу та витрат методом побудови карти ризику, пов'язаного з мінами, яка є такою ж репрезентативною, як і карти, створені учасниками ПМД. Її можна використовувати як доповнення до карт зон ризику, створених цими учасниками, оскільки вони дещо відрізняються, але демонструють значний ступінь перекриття. Дослідження (Killeen, Jaupri, & Barrett, 2022) за даними знімків високої роздільної здатності демонструє приклад використання геопросторових технологій для моніторингу й аналізу мінних загроз даних у кількісній оцінці змін територій після розмінування.

Наукові дослідження засвідчують, що поєднання географічного аналізу, картографування, ГІС та ДЗЗ формує комплексний підхід до вивчення небезпечних територій. Застосований підхід дуже залежить від використання непрямих показників, пов'язаних з наявністю мінних полів (Maathuis, 2003). Такий підхід дає змогу не лише описувати їхню просторову структуру, а й виявляти закономірності поширення мінної небезпеки, оцінювати ризики для населення та підвищувати ефективність гуманітарного розмінування.

Однією із ключових наукових прогалин у сфері гуманітарного розмінування є недостатня узагальненість і систематизованість історичних та просторових даних, що суттєво обмежує можливості комплексного географічного аналізу мінної небезпеки. По-перше, значна частина історичних даних про мінування має фрагментарний характер. Карти мінних полів, схеми бойових дій та звіти військових підрозділів часто створювалися без єдиних стандартів координатної прив'язки, що унеможливило їх повноцінну інтеграцію до сучасних ГІС. По-друге, просторові дані сучасних обстежень здебільшого орієнтовані на оперативні потреби розмінування і рідко узагальнюються на регіональному чи глобальному рівні. У результаті наукові дослідження часто обмежуються локальними кейсами, тоді як порівняльний аналіз просторових закономірностей поширення мінної небезпеки між країнами та конфліктами залишається недостатньо розробленим. По-третє, у наукових публікаціях простежується дефіцит довготривалих просторово-часових наборів даних. Більшість досліджень фіксує стан територій на визначений момент часу, що ускладнює аналіз еволюції мінної небезпеки, змін у землекористуванні та впливу розмінування на розвиток територій. По-четверте, обмеженням залишається узагальнення даних ДЗЗ. Хоча супутникові знімки широко використовуються, вони здебільшого застосовуються для оцінки конкретних територій після розмінування, а не для формування глобальних або регіональних моделей поширення небезпечних зон.

У зв'язку з цим актуальним є проведення глобального географічного аналізу історії, динаміки та просторових закономірностей поширення замінованих територій, який базувався б на інтеграції історичних джерел, сучасних геопросторових даних, результатів дистанційного зондування та методів просторового аналізу. Такий підхід дозволить перейти від опису окремих випадків до системного розуміння глобальних закономірностей мінної небезпеки та створить наукове підґрунтя для підвищення ефективності гуманітарного розмінування у світовому масштабі.

Методи

Географічні й картографічні підходи до вивчення небезпечних (зокрема замінованих) територій сформувалися на перетині географії, просторового аналізу, ГІС і ДЗЗ та на сьогодні становлять методологічну основу гуманітарного розмінування.

По-перше, географічний підхід зосереджується на виявленні просторових закономірностей поширення небезпек. Дослідники аналізують зв'язок замінованих територій з фізико-географічними умовами (рельєф, типи землекористування, гідромережа), історією воєнних дій і соціально-демографічними чинниками. Адже замінування (невід'ємний елемент системи інженерних загорджень) пов'язане з фактором природної прохідності територій і витратою мінімуму ресурсів для досягнення максимальної ефективності (Фтемов, 2025). Саме такий підхід дозволяє перейти від опису окремих мінних полів до регіонального та глобального аналізу мінної небезпеки.

По-друге, картографічний підхід забезпечує візуалізацію та систематизацію просторових даних. У наукових публікаціях широко застосовуються: карти підозрілих небезпечних територій; карти ризику, що поєднують дані про мінну загрозу та щільність населення; тематичні й аналітичні карти, створені в середовищі ГІС для підтримки прийняття рішень, зокрема щодо черговості розмінування територій.

По-третє, важливе місце займає просторово-аналітичний підхід, який базується на використанні ГІС-засобів і просторової статистики. Наукові роботи демонструють

застосування методів просторового згущення, аналізу "гарячих точок", оцінки щільності ядра та багатокритеріального аналізу для моделювання ймовірності мінної загрози. Це дозволяє не лише фіксувати небезпечні ділянки, а й прогнозувати потенційно заміновані території.

По-четверте, сучасні публікації активно використовують ДЗЗ. Супутникові знімки середньої та високої роздільної здатності застосовуються для: виявлення змін у землекористуванні в зонах конфліктів; оцінки наслідків гуманітарного розмінування; уточнення меж небезпечних територій у важкодоступних регіонах.

Перехід від географічного підходу до просторового аналізу в гуманітарному розмінуванні означає зміну па-

радигми – від описового картографування до аналітичного, модельно-орієнтованого управління ризиками. Наведені методи просторового аналізу (табл. 1) застосовуються комплексно та вигідно взаємодоповнюють один одного. На практиці гуманітарні оператори розмінування спочатку формують базу просторових даних (інциденти, інфраструктура, демографія, рельєф та ін.), після чого проводять багатоплановий аналіз із використанням ГІС-засобів. Такий підхід дає змогу перейти від загальної оцінки небезпечності території (Suspected Hazard Areas, SHA) до чітко окреслених меж підозрілого й підтвердженого забруднення (Confirmed Hazard Areas, CHA).

Таблиця 1

Приклади просторового аналізу в гуманітарному розмінуванні
(відповідно до практик IMAS та UNMAS)

Метод просторового аналізу	Мета	Джерела даних	Просторові інструменти	Практичний результат
Аналіз щільності інцидентів	Виявлення точок вибухових інцидентів	Координати інцидентів, звіти про вибухи	Kernel Density Estimation (KDE)	Визначення зон високої ймовірності мінування та пріоритетів обстеження
Буферний аналіз	Оцінка ризику навколо важливих об'єктів	Карти інфраструктури, плани населених пунктів	(Proximity / Buffer)	Визначення небезпечних зон навколо шкіл, доріг, ЛЕП та ін.
Моделювання ліній бойових дій	Реконструкція оборонних рубежів	ДЗЗ, військові карти, свідчення очевидців	Overlay analysis, spatial reconstruction	Окреслення підозрюваних небезпечних зон (SHA)
Мережевий аналіз	Оцінка впливу мін на мобільність	Дорожні мережі, блоковані сегменти	Shortest path, service area analysis	Пріоритизація очищення критичних маршрутів
Аналіз землекористування	Оцінка соціально-економічного впливу	Кадастрові дані, агрокарти, щільність населення	LULC classification, overlay	Визначення замінованих орних земель та економічних втрат
Аналіз рельєфу	Виявлення потенційно небезпечних форм рельєфу	Цифрові моделі рельєфу / місцевості	Slope, aspect, terrain modelling	Локалізація вузьких проходів, висот, природних бар'єрів
Аналіз змін	Виявлення нових інженерних споруд	Супутникові знімки "до/після", БПЛА	Raster differencing, temporal analysis	Локалізація нових траншей, порушень ґрунту

Гуманітарне розмінування є міждисциплінарним видом діяльності, оскільки поєднує знання, методи та підходи з різних галузей науки і практики з метою зменшення мінної небезпеки й відновлення безпечного використання територій. Інформаційне забезпечення гуманітарного розмінування аналогічно має міждисциплінарну спрямованість і суміщає статистичні, картографічні, геоінформаційні, дані ДЗЗ та нормативні джерела. Це створює основу для виявлення глобальних і регіональних просторових закономірностей поширення замінованих територій та оцінки їхнього впливу на соціально-економічний розвиток і безпеку населення. Глобальний масштаб використовується для узагальнень, а не для локальних практичних рішень.

Результати

З часом численні дослідження визначили та проаналізували причини, що призвели до збройних конфліктів, зокрема: територіальні суперечки, контроль над ресурсами, політичну та ідеологічну конкуренцію, етнічні й релігійні протиріччя, геостратегічне положення, внутрішні політичні кризи та державну слабкість, історичні та колоніальні спадщини, зовнішнє втручання та проксі-війни. Безперечно, збройні конфлікти відігравали вирішальну роль у всесвітній історії. Найчастіше вони закінчувалися для великих людських спільнот зміною режиму, втратою незалежності, фрагментацією або розпадом раніше сформованих утворень, здачею або здобуттям нових територій, великими втратами, які могли призвести до розпаду деяких військових держав (Bizău, & Stănculescu, 2022).

З метою зниження ефективності чисельно переважаючого противника, компенсуючи нестачу сил оборонців, що в сучасній військовій термінології визначається як "множник сили", почали застосовувати різноманітні пастки оборонного характеру, які до цього використовувалися переважно у мисливській практиці. Тому перші протипіхотні міни були простими інженерними пастками, призначеними для стримування або уповільнення просування противника. Істотний вплив на подальший розвиток мінних засобів мав упровадження порохо, що суттєво змінили характер ведення бойових дій. Ранні мінні пристрої створювалися шляхом адаптації наявних артилерійських осколкових боєприпасів, які приводилися в дію дистанційно або за допомогою простих механізмів підризу. У такому вигляді наземні міни застосовувалися виключно з оборонною метою (Гуцул, Ткач, & Хобзей, 2024).

Під час Громадянської війни в Америці протипіхотні міни забезпечили економію сил для Конфедератів і викликали тривогу наступаючої армії Союзних Штатів. У Першій світовій війні протипіхотні міни зупиняли союзні танки, мінімізуючи їх ударний ефект. І союзники, і країни ОСІ швидко побачили, що наземні міни можуть дати користь у захисті. У результаті протягом війни використано понад 100 млн мін. Після Другої світової війни міни стали невід'ємною частиною оборони. В'єтнам довів, що протитанкові наземні міни бувають корисними в наступі, на них припадало 70 % утрат бронетехніки. Війна Судного дня повторила це, коли спочатку ізраїльські оборонні міни поля вийшли з ладу, а потім швидко перетворилися

на наступальну зброю. Під час останнього великомасштабного конфлікту, війни в Перській затоці, мінні поля були легко пробиті (Matthew, McDonald, & Rutherford, 2004). Актуальність і роль мінної зброї у форматі сучасних війн і збройних конфліктів наведено у праці (Куртсеїтов та ін., 2020). На конкретних прикладах встановлено, що мінна зброя продовжує залишатися важливим фактором у сучасних війнах і прикордонних конфліктах.

Відповідно до стандартів IMAS (04.10; 08.20; 09.10) формування замінованих територій – це комплекс військово-тактичних, природно-географічних, інфраструктурних, соціально-демографічних, техногенних і часових факторів, які враховуються під час нетехнічного й технічного обстеження територій (після збройних конфліктів) (IMAS, 2025). Закономірно, що більшість замінованих територій виникають у наслідок військових дій з метою уповільнення просування противника, захисту стратегічних об'єктів, створення оборонних рубежів. Замінування часто застосовувалося як засіб утримання контролю над територією без постійної присутності армії. Під час війн та збройних конфліктів ресурси армій обмежені, і мінні поля часто використовують як економічно ефективний спосіб оборони, що сприяє розширенню зон замінування без належного планування. У період воєн часто мінування проводиться швидко, без точного обліку й картування, що лише посилює приховану післявоєнну небезпеку для цивільного населення. Масштаб і просторові характеристики мінного забруднення безпосередньо пов'язані з особливостями воєнних дій у різні історичні періоди. Розуміння цих передумов необхідне для ефективного гуманітарного розмінування та планування безпечного використання земель у мирний час.

У гуманітарному розмінуванні аналіз просторових патернів дозволяє зрозуміти, як мінні загрози розподілені на території. Щодо просторової статистики виділяють два основні типи патернів: зональні (сконцентровані у певних обмежених, виражених зонах з чіткими межами, часто пов'язаними з конкретними об'єктами або природними/штучними бар'єрами) та азональні (розподіл мін або інцидентів не має явної регулярності; часто випадковий або хаотичний, не пов'язаний із чіткими об'єктами або лініями фронту). Пріоритетність замінування об'єктів у військовому контексті визначається не випадково, а через оцінку оперативної доцільності, ризику та ресурсу. Рішення приймаються з урахуванням військової доктрини, інженерної розвідки та завдань операції. Заміновані території часто з'являються на стратегічно важливих ділянках:

- 1) лінія фронту та підступи до позицій – передній край оборони; "сіра зона"; підходи до окопів, бліндажів, спостережних пунктів (з метою зупинки або сповільнення наступу противника);
- 2) ймовірні маршрути наступу техніки – польові дороги; перехрестя; просіки; мости й переправи (ускладнення просування бронетехніки та логістики);
- 3) важливі стратегічні об'єкти – склади боєприпасів; аеродроми; енергетичні об'єкти; вузли зв'язку (захистити або унеможливити швидке захоплення);
- 4) узбережжя та зони можливого десанту – пляжі; порти; прибережні укріплення (запобігти морському або річковому десанту);
- 5) залишені або окуповані території – покинуті будівлі; сільськогосподарські угіддя; лісові масиви; узбіччя доріг (створення небезпеки для цивільного населення після бойових дій).

Візуалізація замінованих територій на планово-картографічних матеріалах має ряд унікальних особливостей, які відрізняють її від звичайного топографічного чи тематичного картографування, зокрема:

- поєднання високої точності та невизначеності;
- обмеження в доступі до території;
- використання спеціальної символіки та стандартів;
- динамічний характер картографічних зображень;
- інтеграція різних типів просторових даних;
- значення для безпеки та гуманітарної діяльності.

Відправною точкою для будь-якого аналізу кількості мін у землі є визнання того, що ці цифри ніколи не будуть нічим іншим, як приблизними оцінками. На картографічному матеріалі майже завжди невідомою є не лише кількість мін, а й точне їхнє розташування. Цю невідомість усувають через унікальне поєднання ймовірності – зон підозрілого забруднення (SHA) та факту – зон підтвердженої забрудненості за наявності прямих доказів (СНА), а не точних координат кожного ВВП. Нетехнічне обстеження зазвичай встановлює, чи є докази наявності загрози ВВП, загальний характер і приблизне місцезнаходження шляхом створення зон підозрілого або підтвердженого забруднення.

Високий рівень забруднення та загроза життю саперів унеможливають традиційне дослідження всіх ділянок і зумовлюють використання ДЗЗ, зокрема за допомогою БПЛА, аерофотозйомки та супутникових знімків, що впливає на масштаб, деталізацію та точність майбутніх картографічних творів. ООН визнає дистанційні методи ефективними та безпечними для розмінування (United Nations Mine Action Service, 2018). Керівні принципи стандартів ПМД рекомендують застосовувати дистанційні засоби завжди, коли це можливо, у межах тактичної ситуації. Якщо дистанційні засоби застосувати неможливо, слід використовувати напівдистанційні методи. Ручні дії із приведення території в безпеку дозволяються лише як крайній захід, коли всі інші можливі методи вичерпано.

Символи є засобом графічного відображення інформації на картах і тому є невід'ємною частиною комунікації з різною аудиторією під час криз, адже інтерпретація карти або візуалізація може вплинути на безпеку та захист людських життів (Kostelnick, & Hoeniges, 2018). Різноманітність створених у гуманітарному розмінуванні карт (загальні карти попередження цивільного населення, карти операцій з розмінування та ін.) сприяє використанню широкого набору картографічних символів для зображення багатьох категорій мінних небезпек і ПМД для різноманітної картографічної аудиторії (Kostelnick et al., 2008). Використання спеціальної символіки (приміром, позначення різних типів мін і боєприпасів) та стандартів (IMAS) для кодифікації рівня підтвердження даних при картографуванні мінних і небезпечних територій дозволяє уніфікувати карти для міжнародної координації гуманітарного розмінування.

Мінні поля – не статичні. Міни можуть переміщуватися внаслідок несприятливих фізико-географічних явищ (паводки, ерозія) (Bajic et al., 2015) або з'являтися внаслідок нових замінувань, що в ПМД вимагає регулярної актуалізації даних і постійного оновлення карт. Наземні міни та ВВП залишки війни мобілізуються й переміщуються в раніше незабруднені райони (Baselt et al., 2023).

Договір про заборону протипіхотних мін 1997 р. (офіційно – Конвенція про заборону застосування, накопичення запасів, виробництва та передачі протипіхотних мін та про їхнє знищення) забезпечує надійну основу для

урядів щодо мінімізації страждань цивільного населення, яке проживає в районах, уражених протипіхотними мінами. Сторони цього Договору мають негайно припинити використання, накопичення запасів, виробництво та передачу протипіхотних мін. Наявні запаси протипіхотних мін повинні бути знищені протягом 4 років, а протипіхотні міни в замінованих районах – знешкоджені під їхньою юрисдикцією або контролем протягом 10 років. Кінцева мета Міжнародної кампанії за заборону наземних мін та Коаліції з питань кластерних боєприпасів – це світ, вільний від наземних мін і касетних боєприпасів. Загалом 166 країн на сьогодні зобов'язані цим Договором, тоді як 31 – ще не приєдналася.

Глобальна мінна криза значною мірою є результатом величезного збільшення кількості мін, установлених у 1970-х, 1980-х та на початку 1990-х рр. Експерти уряду США з мін у 1993 р. підраховали, що за попередні 15 років установлено понад 65 млн протипіхотних мін, у середньому понад 4 млн/рік. У середині 1990-х рр. ООН та уряд США підраховали, що щорічно встановлюється близько 2,5 млн мін, тоді як лише 80 000/рік видаляється шляхом розмінування.

У 1993 р. Human Rights Watch повідомила, що, за оцінками уряду США, світове виробництво протипіхотних мін за 25-річний період з 1968 по 1993 рр. становило щонайменше 190 млн протипіхотних мін, при цьому середній показник знизився приблизно до 5 млн/рік у 1988–1993 рр. Достовірно неможливо навіть оцінити приблизну кількість мін, вироблених за будь-який із років. Здається певним, що в останні роки світове виробництво не менше 5 млн/рік.

Сучасний досвід гуманітарного розмінування переко-нує у відсутності повної та точної інформації про

міни та ВВП, що обумовлює подальшу спрямованість аналітичної діяльності на дослідження іншої інформації та/або випадків імовірності мінного забруднення. Фактичне вивільнення земель базується на нетехнічних обстеженнях, технічних обстеженнях або очищенні, якщо два обстеження показують забрудненість. Нетехнічні обстеження використовують моделі оцінки з інформацією, зібраною з карт від мешканців (Ekenberg et al., 2018). Картографування застосовує максимально можливу кількість доступних даних, а отже, інтегрує різні їх типи. Це створює багатшарову структуру карт, де кожен шар має власний рівень надійності та масштаб.

Візуалізація замінованих територій є критично важливою для безпеки населення та ефективності гуманітарного розмінування. Вона дозволяє чітко позначати небезпечні ділянки, планувати маршрути саперів і гуманітарних місій, а також оцінювати ризики для цивільного населення. Гуманітарне розмінування є тривалим процесом і часто обмежується наявними ресурсами. Унаслідок цього держави зазвичай розмінують лише пріоритетні для господарського використання території, тоді як важкодоступні або малопродуктивні ділянки можуть залишатися замінованими протягом десятиків років, маркованими лише інформаційними попереджувальними знаками на місцевості.

Заміновані території сконцентровані переважно у країнах з історією військових конфліктів, колишніх колоніальних воєн, локальних громадянських або повстанських конфліктів. Найбільші площі мін зафіксовані в Афганістані, Камбоджі, Колумбії, Сирії, Україні, Іраку та Лаосі. Деякі території залишаються мінованими десятиліттями (рис. 1) через складність розмінування й політичну нестабільність.

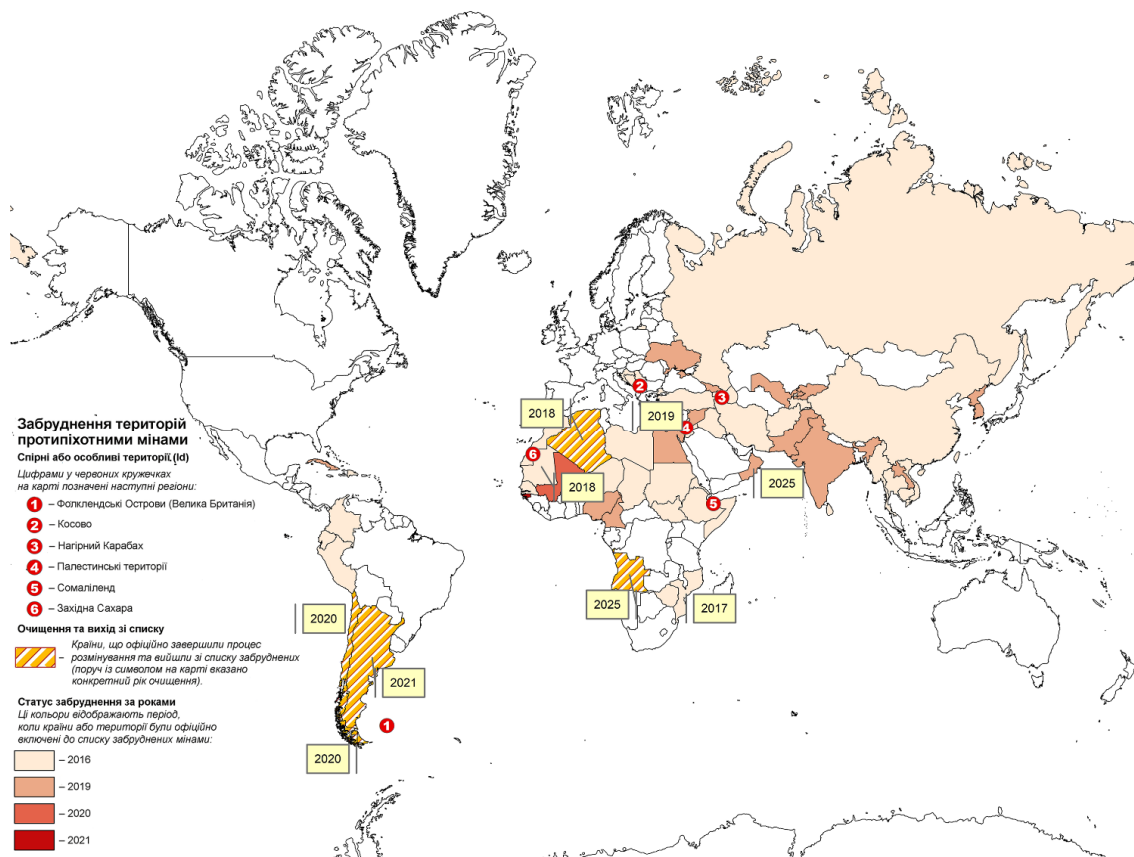


Рис. 1. Динаміка поширення замінованих територій за країнами світу (за даними Mine Action Review, n.d.)

Тенденції сучасного стану замінованих територій у світі: збереження високого ризику в зонах активних або нещодавніх конфліктів, поступове зменшення площ у

стабільних країнах завдяки розмінуванню та міжнародній підтримці, а також зростання застосування технологій для прискорення очищення територій (рис. 2).

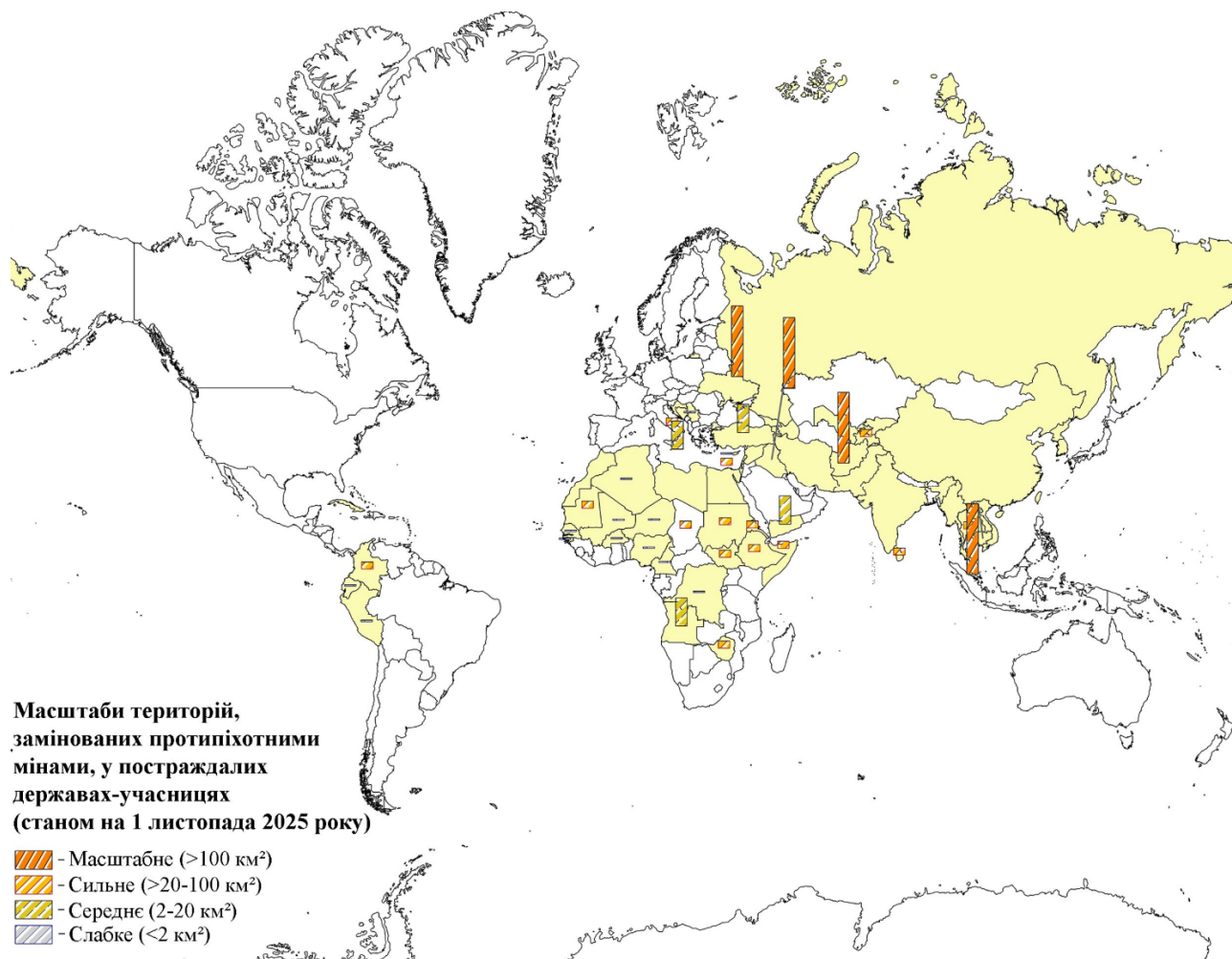


Рис. 2. Сучасний стан замінованих територій у світі (станом на 2025 р.) (за даними Mine Action Review, 2025)

За 2024 р. загалом у світі очищено від мін 175,39 км² замінованої території. Найвищий показник розмінування за всю історію у 2023 р. – 237,85 км². Приблизно 93 % очищених територій у всьому світі у 2024 р. припадало на держави-учасниці Конвенції про заборону протипіхотних мін. Звіт з оцінки ПМД щодо ступеня забруднення визначає масове забруднення в Афганістані, Камбоджі, Іраку та Україні, сильне забруднення в Анголі, Боснії та Герцеговині, Туреччині та Ємені, середнє й помірне забруднення в інших 27 постраждалих країнах. Загалом, до 2025 р. кількість забруднених держав скоротилася на одну. Оман виключили попри завершення очищення території, Центральноафриканську Республіку – через відсутність вагомих доказів, а Алжир навпаки повернули в перелік (Mine Action Review, 2025).

У звіті ООН (United Nations, 2025) висловлюється стурбованість скороченням фінансування ПМД, попри зростаючу потребу. Зазначається, що добровільні внески до Цільового фонду ООН з ПМД зменшилися зі 125 млн \$ до 46 млн \$ за останні 7 років. Численні неурядові організації також були змушені закрити програми та звільнити тисячі співробітників, більшість із яких є громадянами постраждалих країн. Ця тенденція підриває сталий розвиток та ефективність зусиль з ПМД у всьому світі. Також

висвітлюються зростаючі виклики для міжнародно-правової бази гуманітарного роззброєння. Маршалові острови (12 березня 2025 р.), Тонга (25 червня 2025 р.) приєдналися до Договору про заборону мін у 2025 р. Загалом 166 країн на сьогодні пов'язані договором, тоді як 31 ще не приєдналася. Несправедлива ситуація та потреба самозахисту обумовили 15 липня 2025 р. вихід України із Оттавської конвенції (Конвенції про заборону застосування, накопичення запасів, виробництва і передачі протипіхотних мін та про їхнє знищення) (Про зупинення для України дії Конвенції про заборону ..., 2025). Напружена ситуація та обґрунтовані побоювання щодо національної безпеки призвели до подібних заяв ще п'ятох європейських країн: Естонії, Латвії, Литви (27 грудня 2025 р.), Фінляндії (10 січня 2026 р.) та Польщі (20 лютого 2026 р.) (Fleck, 2025).

Протипіхотні наземні міни широко використовувалися в конфліктах державами, які не є його учасницями, – М'янмою та Росією, а також Іраном і Північною Кореєю вздовж їхніх відповідних кордонів протягом періоду із середини 2024 р. до жовтня 2025 р.). Росія широко використовувала протипіхотні міни в Україні з моменту вторгнення в країну в лютому 2022 р. У М'янмі обсяги використання протипіхотних мін урядовими силами зросли за

останні два роки. Повідомлення свідчать про використання протипіхотних мін Іраном уздовж кордонів з Афганістаном та Пакистаном, а також Північною Кореєю уздовж кордонів з Південною Кореєю та Китаєм. У липні 2025 р. держава-учасниця Таїланд звинуватила сусідню державу-учасницю Камбоджу у використанні протипіхотних мін уздовж їхнього спірного кордону в кількох випадках, проте Камбоджа заперечила ці звинувачення. У 2024–2025 рр. з'являється все більше ознак використання протипіхотних мін Україною, хоча масштаби цього використання незрозумілі. Недержавні збройні групи (повстанські рухи, терористичні організації, приватні військові компанії) також використовували протипіхотні міни у 10-ти державах-учасницях – Беніні, Буркіна-Фасо, Камеруні, Центральнорадянській Республіці, Колумбії, Демократичній Республіці Конго, Малі, Нігері, Нігерії та Того, а також у державах, які не є учасницями Договору про заборону мін, таких як Індія, М'янма та Пакистан.

Загалом 12 держав, які не є учасницями Договору про заборону протипіхотних мін, залишаються у списку країн, що розробляють, виробляють або купують протипіхотні міни: Вірменія, Китай, Куба, Індія, Іран, М'янма, Північна Корея, Пакистан, Росія, Сінгапур, Південна Корея та В'єтнам. Індія, М'янма, Росія та Південна Корея, схоже, активно виробляють або розробляють протипіхотні міни. Останніми роками виготовляли саморобні міни, які активуються жертвами в Колумбії, Єгипті, Палестині (Сектор Гази), Індії, М'янмі та Ємені.

Зі 166 держав-учасниць Договору про заборону мін 94 офіційно завершили знищення своїх запасів протипіхотних мін, знищивши їх загалом понад 55 млн. Загалом 62 держави-учасниці зберігають протипіхотні міни для навчальних і дослідницьких цілей.

У 2024 р. зареєстровано щонайменше 6279 жертв від наземних мін і вибухонебезпечних залишків війни (1945 загиблих та 4325 поранених). Стан виживання 9-ти жертв – невідомий. Цивільне населення становило 90 % (5385) усіх зареєстрованих жертв, де був відомий військовий або цивільний статус. Діти становили 46 % (1701) жертву серед цивільного населення, де вікову групу було вказано. Кількість жертв від мін/вибухонебезпечних залишків війни, зареєстрованих у 2024 р., є найвищим річним показником утрат із 2020 р.

У 2024 р. глобальне фінансування ПМД становило 1,07 млрд \$. Міжнародне фінансування ПМД зменшилося на 5 % порівняно з 2023 р. Більшість міжнародного фінансування надавалася через міжнародні неурядові організації, що становило 67 % від загального фінансування, тоді як лише 2 % надано безпосередньо національними установами. Україна залишається основним одержувачем міжнародного фінансування третій рік поспіль. Україна отримала 252,4 млн \$, що становить 33 % усіх коштів міжнародних донорів, за нею йдуть Ірак (60,8 млн \$) та Ємен (47,1 млн \$). У 2025 р. створено робочу групу під головуванням Норвегії для вивчення можливості створення добровільного трастового фонду для кращої підтримки держав-учасниць у виконанні їхніх зобов'язань щодо очищення.

Дискусія і висновки

Три аспекти дозволяють комплексно оцінювати ризик, планувати пріоритети гуманітарного розмінування та оптимізувати використання ресурсів. Історичні – визначаються минулими бойовими діями, залишеними оборонними спорудами й попереднім використанням мін і вибухових пристроїв, і пояснюють, чому певні ділянки стали потенційно небезпечними. Динамічні – пов'язані зі зміною бойової обстановки, переміщенням військ,

техніки й залишених боєприпасів визначають поточну небезпеку та допомагають прогнозувати можливі шляхи поширення мін. Просторові – відображають розподіл мін і ВВП на території, включно з патернами концентрації (зональні й азональні) та взаємозв'язком із об'єктами інфраструктури, рельєфом і шляхами руху, що допомагає у визначенні концентрації ризику та пріоритетності розмінування.

Просторові закономірності у гуманітарному розмінуванні відображають як вибухонебезпечні предмети, розподілені на території, а типи територій визначають, які ділянки є найбільш ризиковими та пріоритетними для розмінування. Поєднання аналізу патернів і типів територій дозволяє ефективно планувати заходи з ПМД, оптимізувати ресурси та підвищити безпеку цивільного населення.

У сучасному гуманітарному розмінуванні картографування перестало бути просто інструментом нанесення об'єктів на карту і стало аналітичним процесом. Статичні карти перетворюються в історичну спадщину, натомість інтерактивні беззаперечно підвищують оперативність планування розмінування із використанням багатопланових карт підозрюваних (SHA) і підтверджених (СНА) небезпечних зон. Можливість інтеграції різних типів даних, зокрема ДЗЗ, суттєво збільшує повноту та підвищує достовірність інформації, а отже й висновків на їх основі. Карти стають інструментом стратегічного планування, а не лише візуалізації. Використання міжнародних стандартів, таких як International Mine Action Standards (IMAS), забезпечує сумісність карт і методів між країнами та організаціями, що підвищує ефективність міжнародної координації та інтеграції даних до інформаційних систем на глобальному рівні.

Сучасне картографування в гуманітарному розмінуванні поєднує класичну картографію, просторовий аналіз і ГІС-технології та гуманітарну місію, що робить такі карти дуже специфічними й водночас життєво необхідними.

Джерела фінансування: Автор заявляє про відсутність зовнішнього фінансування для проведення цього дослідження та підготовки рукопису до публікації.

Список використаних джерел

Про зупинення для України дії Конвенції про заборону застосування, накопичення запасів, виробництва і передачі протипіхотних мін та про їхнє знищення. (2025). Закон України від 15.07.25. № 4519-ІХ. Верховна Рада України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4519-20#Text>

Горбулін, В. П. (2022). Світова глобальна проблема розмінування: український вектор. *Вісник Національної академії наук України*, (2), 3–13. <https://doi.org/10.15407/vishn2022.02.003>

Гуцул, Т. (2025). Геоінформаційні системи в гуманітарному розмінуванні територій: історія, розвиток, сучасність. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки*, 3(63), 85–92. <https://doi.org/10.17721/1728-2217.2025.63.85-92>

Гуцул, Т. (2026). Геопросторові дані в гуманітарному розмінуванні територій: значення, класифікація та можливість застосування на різних етапах. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки*, 1(65), 1–11. <https://doi.org/10.17721/1728-2217.2025.64>

Гуцул, Т. В., Ткач, В. О., & Хобзей, М. М. (2024). *Класифікація та особливості методів гуманітарного розмінування територій на сучасному етапі*. Чернівецький національний університет імені Ю. Федьковича. <https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/10515>

Куртсеїтов, Т., Мосов, С., Третьяковський, М., & Ясько, В. (2020). Мінна зброя у фокусі сучасних війн і збройних конфліктів. *Збірник наук. праць Центру Воєнно-стратегічних досліджень НУОУ імені Івана Черняховського*, 2(69), 116–121. <https://doi.org/10.33099/2304-2745/2020-2-69/116-121>

Фтемов, Ю. (2025). Інженерна підтримка мобільності військ (сил) в умовах збройних конфліктів: виклики та шляхи вирішення. *Військово-технічний збірник*, (32), 67–78. <https://doi.org/10.33577/2312-4458.32.2025.67-78>

Alegria, A. C., Zimanyi, E., Cornelis, J., & Sahli, H. (2017). Hazard mapping of landmines and ERW using geo-spatial techniques. *Journal of Remote Sensing & GIS*, 6(2), 197. <https://doi.org/10.4172/2469-4134.1000197>

- Bajic, M., Ivelja, T., Hadzic, E., Balta, H., Skelac, G., & Grujic, Z. (2015). Impact of flooding on mine action in Bosnia and Herzegovina, Croatia, and Serbia. *JMU Scholarly Commons*, 19(1), 12. <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol19/iss1/12>
- Baselt, I., Skejic, A., Zindovic, B., & Bender, J. (2023). Geologically-Driven Migration of Landmines and Explosive Remnants of War – A feature focusing on the Western Balkans. *Geosciences*, 13(6), 178. <https://doi.org/10.3390/geosciences13060178>
- Bizău, A.-M., & Stănculescu, R. (2022). Causes of armed conflict. *Land Forces Academy Review*, 27(3), 171–177. <https://doi.org/10.2478/raft-2022-0022>
- Cheatle, T. R. (1998). The history of landmines. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 91(11), 606–607. <https://doi.org/10.1177/014107689809101119>
- Ekenberg, L., Fasth, T., & Larsson, A. (2018). Hazards and quality control in humanitarian demining. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 35(4), 897–913. <https://doi.org/10.1108/ijqrm-01-2016-0012>
- Engeset, R. (2003). Suspected hazard area mapping in non-technical landmine surveys. *The Journal of Conventional Weapons Destruction*, 7(3), Article 32. <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol7/iss3/32/>
- Fleck, A. (2025, December 4). *Where landmines still threaten lives*. Statista. <https://www.statista.com/chart/26209/landmines-contamination-map/>
- Gasser, R., Knežević, G., & Carrier, M. (2011). Mine risk management by mapping. *The Journal of ERW and Mine Action*, 15(2), Article 21. <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol15/iss2/21/>
- GICHD & UNDP. (2017). *Leaving no one behind: Mine action and the Sustainable Development Goals*. <https://www.undp.org/publications/mine-action-and-sustainable-development-goals>
- GICHD. (n.d.). Publications & Resources. <https://www.gichd.org/publications-resources/publications/>
- Goodchild, M. F., & Haining, R. P. (2003). GIS and spatial data analysis: Converging perspectives. *Papers in Regional Science*, 83(1), 363–385. <https://doi.org/10.1007/s10110-003-0190-y>
- Hamlin, J., & Jaupi, L. (2018). Minefield sketch maps in humanitarian mine action. *The Journal of Conventional Weapons Destruction*, 22(1), Article 5. <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol22/iss1/5>
- Hutsul, T., Khobzei, M., Tkach, V., Krulikovskiy, O., Moisiuk, O., Ivashko, V., & Samila, A. (2024). Review of approaches to the use of unmanned aerial vehicles, remote sensing and geographic information systems in humanitarian demining: Ukrainian case. *Heliyon*, 10(7), e29142. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29142>
- ICBL-CMC. (2025). *Landmine Monitor 2025*. https://www.wom.ch/fileadmin/user_upload/Aktuelles/2025_Landmine_Monitor_web.pdf
- International Campaign to Ban Landmines & Cluster Munition Coalition. (n.d.). *Our impact*. <https://icblcmc.org/our-impact?type=21&page=1&sites=IMAS>
- IMAS. (2025). *International Mine Action Standards*. United Nations Mine Action Service. <https://www.mineactionstandards.org/standards/>
- James Madison University, Center for International Stabilization and Recovery. (n.d.). *The Journal of Conventional Weapons Destruction*. Retrieved January 27, 2026. <https://www.jmu.edu/cisr/journal/index.shtml>
- James Madison University. (n.d.). *Global Conventional Weapons Destruction Repository*. JMU Scholarly Commons. Retrieved January 27, 2026, from <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-globalcwr/index.html>
- Killeen, J., Jaupi, L., & Barrett, B. (2022). Impact assessment of humanitarian demining using object-based peri-urban land cover classification and morphological building detection from VHR Worldview imagery. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 27, Article 100766. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100766>
- Kostelnick, J. C., & Hoeniges, L. C. (2018). Map Symbols for Crisis Mapping: Challenges and Prospects. *The Cartographic Journal*, 56(1), 59–72. <https://doi.org/10.1080/00087041.2017.1413810>
- Kostelnick, J. C., Dobson, J. E., Egbert, S. L., & Dunbar, M. D. (2008). Cartographic symbols for humanitarian demining. *The Cartographic Journal*, 45(1), 18–31. <https://doi.org/10.1179/000870408x276585>
- Lacroix, P., Herzog, J., & Eriksson, D. (2011). Mapping populations at risk of ERW. *The Journal of ERW and Mine Action*, 15(2), Article 25. <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol15/iss2/25/>
- Landmine and Cluster Munition Monitor. (n.d.). *Country profiles*. <https://www.the-monitor.org/country-profiles>
- Maathuis, B. H. (2003). Remote sensing based detection of minefields. *Geocarto International*, 18(1), 51–60. <https://doi.org/10.1080/10106040308542263>
- Matthew, R. A., McDonald, B., & Rutherford, K. R. (Eds.). (2004). *Landmines and human security: International politics and war's hidden legacy*. State University of New York Press. <https://www.jstor.org/stable/jj.18253240>
- Mine Action Review. (2025). *Clearing the Mines 2025: A report by Mine Action Review for the Twenty-Second Meeting of States Parties to the Anti-Personnel Mine Ban Convention* (PDF). https://www.mineactionreview.org/assets/downloads/Clearing_the_Mines_2025.pdf
- Mine Action Review. (n.d.). *Documents and reports*. <https://www.mineactionreview.org/documents-and-reports>
- MAG. (n.d.). Annual reports. Retrieved January 27, 2026. <https://www.maginternational.org/about-mag/annual-reports/>
- Santana-Cordero, A. M. (2021). Geographic information science in historical landscape studies. *GeoFocus: International Review of Geographical Information Science and Technology*, 28, 121–134. <https://doi.org/10.21138/GF.736>
- The HALO Trust. (n.d.). *Boosting Land Mine Clearance with Field-Focused Workflows*. https://www.halotrust.org/news/boosting-landmine-clearance-with-field-focused-workflows/?utm_source=chatgpt.com
- United Nations Geospatial. (n.d.). *Thematic maps*. United Nations. <https://www.un.org/geospatial/mapsgeo/thematic>
- United Nations Mine Action Service. (2018). *United Nations improvised explosive devised isposal standards* (Doc. No. 2018.05). United Nations Mine Action Service. https://unmas.org/sites/default/files/un_jedd_standards.pdf
- United Nations Mine Action Service. (2023). *International Mine Action Standard (IMAS) 05.10: Information management for mine action* (2nd ed., Amendment 2). Retrieved January 27, 2026. <https://www.mineactionstandards.org/standards/05-10/>
- United Nations. (2025, July 28). *Assistance in mine action: Report of the Secretary-General (A/80/272)*. United Nations Digital Library. <https://digitallibrary.un.org/record/4087658>

References

- Alegria, A. C., Zimanyi, E., Cornelis, J., & Sahli, H. (2017). Hazard mapping of landmines and ERW using geo-spatial techniques. *Journal of Remote Sensing & GIS*, 6(2), 197. <https://doi.org/10.4172/2469-4134.1000197>
- Bajic, M., Ivelja, T., Hadzic, E., Balta, H., Skelac, G., & Grujic, Z. (2015). Impact of flooding on mine action in Bosnia and Herzegovina, Croatia, and Serbia. *JMU Scholarly Commons*, 19(1), 12. <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol19/iss1/12>
- Baselt, I., Skejic, A., Zindovic, B., & Bender, J. (2023). Geologically-driven migration of landmines and explosive remnants of war – A feature focusing on the Western Balkans. *Geosciences*, 13(6), 178. <https://doi.org/10.3390/geosciences13060178>
- Bizău, A.-M., & Stănculescu, R. (2022). Causes of armed conflict. *Land Forces Academy Review*, 27(3), 171–177. <https://doi.org/10.2478/raft-2022-0022>
- Cheatle, T. R. (1998). The history of landmines. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 91(11), 606–607. <https://doi.org/10.1177/014107689809101119>
- Ekenberg, L., Fasth, T., & Larsson, A. (2018). Hazards and quality control in humanitarian demining. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 35(4), 897–913. <https://doi.org/10.1108/ijqrm-01-2016-0012>
- Engeset, R. (2003). Suspected hazard area mapping in non-technical landmine surveys. *The Journal of Conventional Weapons Destruction*, 7(3), Article 32. <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol7/iss3/32/>
- Fleck, A. (2025, December 4). *Where landmines still threaten lives*. Statista. <https://www.statista.com/chart/26209/landmines-contamination-map/>
- Ftemov, Y. (2025). Engineering support for military mobility (forces) in armed conflicts: challenges and solutions. *Military Technical Collection*, (32), 67–78 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.33577/2312-4458.32.2025.67-78>
- Gasser, R., Knežević, G., & Carrier, M. (2011). Mine risk management by mapping. *The Journal of ERW and Mine Action*, 15(2), Article 21. <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol15/iss2/21/>
- GICHD & UNDP. (2017). *Leaving no one behind: Mine action and the Sustainable Development Goals*. <https://www.undp.org/publications/mine-action-and-sustainable-development-goals>
- GICHD. (n.d.). Publications & Resources. <https://www.gichd.org/publications-resources/publications/>
- Goodchild, M. F., & Haining, R. P. (2003). GIS and spatial data analysis: Converging perspectives. *Papers in Regional Science*, 83(1), 363–385. <https://doi.org/10.1007/s10110-003-0190-y>
- Hamlin, J., & Jaupi, L. (2018). Minefield sketch maps in humanitarian mine action. *The Journal of Conventional Weapons Destruction*, 22(1), Article 5. <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol22/iss1/5>
- Horbulin, V. P. (2022). World global demining problem: Ukrainian vector. *Visnyk of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 2, 3–13 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/vishn2022.02.003>
- Hutsul, T. (2025). Geographic information systems in humanitarian demining: history, development, and modernity. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Military-special sciences*, 3(63), 85–92 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.17721/1728-2217.2025.63.85-92>
- Hutsul, T. (2026). Geospatial data in humanitarian territory clearance: significance, classification and possible application at different stages. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Military-special sciences*, 1(65), 1–11 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.17721/1728-2217.2026>
- Hutsul, T. V., Tkach, V. O., & Khobzei, M. M. (2024). Classification and features of humanitarian demining methods at the present stage). Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University [in Ukrainian]. <https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/10515>
- Hutsul, T., Khobzei, M., Tkach, V., Krulikovskiy, O., Moisiuk, O., Ivashko, V., & Samila, A. (2024). Review of approaches to the use of unmanned aerial vehicles, remote sensing and geographic information systems in humanitarian demining: Ukrainian case. *Heliyon*, 10(7), e29142. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29142>
- ICBL-CMC. (2025). *Landmine Monitor 2025 (27th annual edition)*. https://www.wom.ch/fileadmin/user_upload/Aktuelles/2025_Landmine_Monitor_web.pdf
- International Campaign to Ban Landmines & Cluster Munition Coalition. (n.d.). *Our impact*. <https://icblcmc.org/our-impact?type=21&page=1&sites=IMAS>
- IMAS. (2025). *International Mine Action Standards*. United Nations Mine Action Service. <https://www.mineactionstandards.org/standards/>

James Madison University, Center for International Stabilization and Recovery. (n.d.). *The Journal of Conventional Weapons Destruction*. Retrieved January 27, 2026. <https://www.jmu.edu/cisr/journal/index.shtml>

James Madison University. (n.d.). Global Conventional Weapons Destruction Repository. *JMU Scholarly Commons*. Retrieved January 27, 2026. <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-globalcwg/index.html>

Killeen, J., Jaupi, L., & Barrett, B. (2022). Impact assessment of humanitarian demining using object-based peri-urban land cover classification and morphological building detection from VHR Worldview imagery. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 27, Article 100766. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100766>

Kostelnick, J. C., & Hoeniges, L. C. (2018). Map symbols for crisis mapping: Challenges and prospects. *The Cartographic Journal*, 56(1), 59–72. <https://doi.org/10.1080/00087041.2017.1413810>

Kostelnick, J. C., Dobson, J. E., Egbert, S. L., & Dunbar, M. D. (2008). Cartographic symbols for humanitarian demining. *The Cartographic Journal*, 45(1), 18–31. <https://doi.org/10.1179/000870408x276585>

Kurtseitov, T., Mosov, S., Trembovetskyi, M., & Yasko, V. (2020). Mine weapons in the focus of modern wars and armed conflicts. *Collection of Scientific Works of the Center for Military and Strategic Research of the National Defense University of Ukraine*, 2(69), 116–121 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.33099/2304-2745/2020-2-69/116-121>

Lacroix, P., Herzog, J., & Eriksson, D. (2011). Mapping populations at risk of ERW. *The Journal of ERW and Mine Action*, 15(2), Article 25. <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol15/iss2/25/>

Landmine and Cluster Munition Monitor. (n.d.). *Country profiles*. <https://www.the-monitor.org/country-profiles>

Maathuis, B. H. (2003). Remote sensing based detection of minefields. *Geocarto International*, 18(1), 51–60. <https://doi.org/10.1080/10106040308542263>

Matthew, R. A., McDonald, B., & Rutherford, K. R. (Eds.). (2004). *Landmines and human security: International politics and war's hidden legacy*. State University of New York Press. <https://www.jstor.org/stable/jj.18253240>

Mine Action Review. (2025). *Clearing the Mines 2025: A report by Mine Action Review for the Twenty-Second Meeting of States Parties to the Anti-*

Personnel Mine Ban Convention (PDF). https://www.mineactionreview.org/assets/downloads/Clearing_the_Mines_2025.pdf

Mine Action Review. (n.d.). *Documents and reports*. <https://www.mineactionreview.org/documents-and-reports>

MAG. (n.d.). *Annual reports*. Retrieved January 27, 2026. <https://www.maginternational.org/about-mag/annual-reports/>

Santana-Cordero, A. M. (2021). Geographic information science in historical landscape studies. *GeoFocus: International Review of Geographical Information Science and Technology*, 28, 121–134. <https://doi.org/10.21138/GF.736>

The HALO Trust. (n.d.). *Boosting land mine clearance with field-focused workflows*. https://www.halostrust.org/news/boosting-landmine-clearance-with-field-focused-workflows/?utm_source=chatgpt.com

United Nations Geospatial. (n.d.). *Thematic maps*. United Nations. <https://www.un.org/geospatial/mapsgeo/thematic>

United Nations Mine Action Service. (2018). *United Nations improvised explosive device disposal standards* (Doc. No. 2018.05). United Nations Mine Action Service. https://unmas.org/sites/default/files/un_jedd_standards.pdf

United Nations Mine Action Service. (2023). *International Mine Action Standard (IMAS) 05.10: Information management for mine action* (2nd ed., Amendment 2). Retrieved January 27, 2026. <https://www.mineactionstandards.org/standards/05-10/>

United Nations. (2025, July 28). *Assistance in mine action: Report of the Secretary-General (A/80/272)*. United Nations Digital Library. <https://digitallibrary.un.org/record/4087658>

Verkhovna Rada of Ukraine. (2025). On the suspension of the Convention on the Prohibition of the Use, Stockpiling, Production and Transfer of Anti-Personnel Mines and on their Destruction for Ukraine (Law No. 4519-IX) [in Ukrainian]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4519-20#Text>

Отримано редакцією журналу / Received: 02.03.26
Прорецензовано / Revised: 12.04.26
Схвалено до друку / Accepted: 30.04.26
Опубліковано / Published: 30.05.26

Taras HUTSUL, PhD (Engin.), Assoc. Prof., Senior Researcher
ORCID ID: 0000-0002-7192-3289
e-mail: t.gutsul@chnu.edu.ua
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine

SPATIAL PATTERNS OF THE SPREAD OF MINED TERRITORIES AROUND THE WORLD

Background. *The issue of mine-contaminated areas remains a global concern and poses a complex set of long-term humanitarian, socioeconomic, and security challenges. As of 2025, the mine threat remains critical for at least 57 countries worldwide, hindering territorial recovery, population mobility, and economic development. At the same time, it directly impacts the achievement of most of the Sustainable Development Goals. Despite a significant body of research, there is a shortage of comprehensive historical-spatial data and global comparative approaches. The aim of this article is to analyze the historical preconditions for the formation of mined territories, identify the spatiotemporal dynamics of their spread, and generalize geographical patterns.*

Methods. *Humanitarian demining is inherently interdisciplinary. It combines technical, social, security, and spatial approaches. Historical analysis has helped identify the causes of mine contamination, while spatial analysis has revealed patterns of its spread. Cartography and GIS have enabled the identification, visualization, risk assessment, and modeling of hazardous areas on a global scale.*

Results. *Mined areas are concentrated in post-conflict regions at strategically important locations: mountain passes, bridges, river crossings, and roads. It has been established that the formation of mined areas is determined by a combination of military-tactical, natural-geographical, and socio-infrastructure factors.*

The scale of mine contamination is determined by the characteristics of military operations in various historical periods. The dynamic nature of minefields and current trends are demonstrated: a reduction in areas in stable countries and an increase in the technological sophistication of demining. Mined areas form "hotspots" where the risk remains high for decades after conflicts. The spread of mines into new areas is often linked to local conflicts or the activity of insurgent groups. Global dynamics are characterized by both local concentration and a long-term hazard effect.

Conclusions. *The combination of historical, dynamic, and spatial analysis provides a comprehensive understanding of mine hazards and enhances the effectiveness of humanitarian demining. Mapping is transformed into a tool for analytical risk management, and the integration of GIS and remote sensing improves the accuracy of assessments and the soundness of decisions. The results obtained form the basis for optimizing demining priorities and supporting the sustainable development of post-conflict territories.*

Keywords: *geographical distribution, humanitarian demining, mined areas, cartographic analysis, spatial analysis.*

Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.