

CARTO-SEMIOTICS OF HUMANITARIAN EXCHANGES: SPATIAL REPRESENTATION OF MINE HAZARDS

¹Taras HUTSUL, ²Vasyl KOSOVAN

^{1,2}Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine

¹t.gutsul@chnu.edu.ua ²vasa-kosowan@ukr.net

¹<https://orcid.org/0000-0002-7192-3289> ²<https://orcid.org/0009-0007-9117-8726>

Abstract

Maps and GIS are an integral part of humanitarian demining, enabling the management, analysis and visualisation of the vital geographical information required for safe and effective mine action operations. Despite the widespread use of standardised cartographic symbols, there is currently no unified international standard for humanitarian demining cartographic symbols, and no previous efforts have been successful. The absence of an official standard, combined with variations in cartographic symbols, creates additional risks and hazards in mine clearance operations. This article examines cartosemiotic approaches to the spatial representation of mine hazards within the humanitarian demining system. The aim of the study is to justify cartosemiotic approaches to the spatial representation of mine hazards. To achieve this objective, scientific approaches to cartosemiotics and risk mapping have been analysed, existing methods for representing hazardous areas have been systematised, and the characteristics of the spatial representation of mine hazards have been investigated, taking into account the requirements of the IMAS international standards. The methodological framework is based on a combination of geoinformation analysis and a cartosemantic approach. A comparative-analytical method and an analysis of international practices in humanitarian demining were employed. The information base is drawn from open geospatial data, materials from international organisations, remote sensing data, and data on mine-contaminated areas. It has been established that modern mine hazard mapping systems require adaptation to conditions of high uncertainty and data dynamism. The specific features of using graphical variables to convey risk levels, the degree of information reliability and the status of territories have been identified. The feasibility of applying multi-level cartosemiotic models and integrating GeoAI technologies for predictive hazard mapping and decision support in the field of humanitarian demining has been substantiated.

Key words: cartosemiotics, humanitarian demining, landmine contamination, risk mapping, geographic information systems, spatial analysis.

First received: 11-05-2026

Accepted: 03-07-2026

Published: 14-07-2026

DOI: <https://doi.org/10.17721/2413-7154/2026.95.47-70>

License: Creative Commons Attribution CC BY 4.0

ISSN: 2413-7154 (print), 2413-7553 (online)

КАРТОСЕМІОТИКА ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ: ПРОСТОРОВЕ ВІДОБРАЖЕННЯ МІННОЇ НЕБЕЗПЕКИ

¹Тарас ГУЦУЛ, ²Василь КОСОВАН

^{1,2}Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, Україна

¹t.gutsul@chnu.edu.ua ²vasa-kosowan@ukr.net

¹<https://orcid.org/0000-0002-7192-3289> ²<https://orcid.org/0009-0007-9117-8726>

Анотація

Кarti та ГІС є невід'ємною частиною гуманітарного розмiнування для управління, аналізу та відображення важливої географічної інформації, необхідної для безпечних та ефективних операцій з протимінної діяльності (ПМД). Попри широке використання стандартизованих картографічних символів, наразі не існує уніфікованого міжнародного стандарту для картографічних символів гуманітарного розмiнування, і жодні попередні зусилля не були успішними. Відсутність офіційного стандарту разом з відмінністю картографічних символів, у програмах розмiнування створює додаткові ризики та небезпеки. У статті досліджено картосеміотичні підходи до просторового відображення мінної небезпеки в системі гуманітарного розмiнування. Метою дослідження є обґрунтування картосеміотичних підходів просторового відображення мінної небезпеки. Для досягнення поставленої мети проаналізовано наукові підходи до картосеміотики та картографування ризиків, систематизовано існуючі способи відображення небезпечних територій, а також досліджено особливості просторового представлення мінної небезпеки з урахуванням вимог міжнародних стандартів IMAS. Методологічну основу становить поєднання геоінформаційного аналізу та картосеміотичного підходу. Застосовано порівняльно-аналітичний метод та аналіз міжнародних практик гуманітарного розмiнування. Інформаційна база сформована на основі відкритих геопросторових даних, матеріалів міжнародних організацій, ДЗЗ та даних про мінно забруднені території. Встановлено, що сучасні системи картографування мінної небезпеки потребують адаптації до умов високої невизначеності й динамічності даних. Визначено особливості використання графічних змінних для передачі рівнів ризику, ступеня достовірності інформації та статусу територій. Обґрунтовано доцільність застосування багаторівневих картосеміотичних моделей і інтеграції технологій GeoAI для прогнозного картографування небезпек та підтримки прийняття рішень у сфері гуманітарного розмiнування.

Ключові слова: картосеміотика, гуманітарне розмiнування, мінне забруднення територій, картографування ризиків, геоінформаційні системи, просторовий аналіз.

Рукопис вперше отримано: 11-05-2026

Прийнято до друку: 03-07-2026

Опубліковано: 14-07-2026

DOI: <https://doi.org/10.17721/2413-7154/2026.95.47-70>

Ліцензія: Creative Commons Attribution CC BY 4.0

ISSN: 2413-7154 (друкована версія), 2413-7553 (електронна версія)

Вступ

Мінне забруднення територій – одна з найсерйозніших довгострокових загроз безпеки постконфліктних регіонів та сталого розвитку у світовому вимірі. Не менше 57 країн світу забруднено мінами та вибухонебезпечними предметами (ВНП) на орієнтовній площі в понад 200 тис. км², як правило найбільш продуктивних земель (ICBL-СМС, 2025). За оцінками Служби ООН з питань протимінної діяльності (ПМД) та Женевського міжнародного центру гуманітарного розмінування (ЖМЦГР), наявність мін і ВНП призводить до людських втрат та каліцтв, обмежує землекористування, ускладнює відновлення інфраструктури та економіки.

У цьому контексті ключовим інструментом зменшення мінної загрози та відновлення безпечного середовища життєдіяльності є гуманітарне розмінування. Саме гуманітарне розмінування забезпечує системне виявлення, оцінку та усунення небезпек, пов'язаних із ВНП, а також створює передумови для повернення територій до безпечного використання, відновлення господарської діяльності та досягнення цілей сталого розвитку (рис. 1). Сталий розвиток визначають як такий, що «задовольняє потреби сьогодення без шкоди для здатності майбутніх поколінь задовольняти власні потреби». Він досягається через 3 виміри – економічний розвиток, соціальну справедливість та захист навколишнього середовища, що повинні бути збалансовані та враховані в унісон. На рис. 1 «прямі» зв'язки – це ті результати ПМД, які, як вважається, мають безпосередній вплив на цілі ЦСР. «Непрямі» зв'язки стосуються результатів ПМД, які сприяють досягненню цілей ЦСР у середньо- та довгостроковій перспективі.

Повернення земель у господарський обіг дозволяє безпечно здійснювати на них різну діяльність, у тому числі сільськогосподарську, що сприяє подоланню бідності (ЦСР 1) та стабілізує місцеві продовольчі системи запобігаючи голоду (ЦСР 2). Пріоритет надається житловим районам та районам, необхідним для соціально-економічних цілей. Усунення фізичних перешкод підвищує мобільність населення сприяючи доступу до базових соціальних послуг, таких як послуги охорони здоров'я (ЦСР 3), освіти (ЦСР 4), водопостачання та санітарії (ЦСР 6), тим самим формуючи стійкість до майбутніх криз. Повернення біженців та створення робочих місць не може обійтися без налагодження енергетичної інфраструктури, і часто потребує появи генеруючих потужностей та енергетичних мереж (ЦСР 7). Безпечні умови діяльності приваблюють розвиток підприємництва та створюють нові робочі місця (ЦСР 8). Реалізація програм ПМД залучає значну кількість саперів, медиків, водіїв і т. ін., багато з яких набирається з місцевого населення, що також сприяє досягненню попередньої цілі. Розмінування допомагає усунути потенційну екологічну небезпеку, яку становлять міни в землі, та сприяє відновленню деградованих наземних екосистем (ЦСР 15), водночас розкриваючи потенціал для туризму (ЦСР 8). Природні ресурси можна захищати, ефективно використовувати та управляти ними сталим чином лише за умови безпечного доступу до

них (ЦСР 12). Встановлення пріоритетів завдань ПМД забезпечує реалізацію ЦСР 10, водночас є неможливим без першочергового, якісного та комплексного планування просторового розвитку територій, що безпосередньо пов'язане з ЦСР 11.

В широкому розумінні, «гуманітарне розмінування» є комплексом заходів ПМД, що здійснюється з метою усунення небезпек, пов'язаних із ВНП на територіях, які зазнали впливу воєнних дій. До таких заходів належать нетехнічне (НТО) та технічне обстеження (ТО) територій, картографування, виявлення та знешкодження ВНП, маркування, підготовка документації після розмінування, інформування населення щодо ПМД та передача очищеної території. В умовах забруднення територій ВНП особливого значення набуває ефективне представлення просторової інформації про рівень ризиків і характер небезпек.

Масштаби мінного забруднення в Україні безпрецедентні, що перетворює цю проблему на один із ключових викликів національної безпеки та гуманітарного відновлення, а за оцінками міжнародних організацій – ставить країну серед найбільш мінно забруднених територій світу. Станом на лютий 2026 р. близько 132 076 км² території України перебуває під загрозою забруднення мінами та ВНП, що становить майже чверть площі країни (Handicap International – Humanity & Inclusion, 2026).

Оттавська конвенція про заборону протипіхотних мін (Конвенція про заборону застосування, накопичення запасів, виробництва і передачі протипіхотних мін та про їхнє знищення) була започаткована в 1997 р. для організації міжнародних зусиль по вирішенню глобальної проблеми наземних мін. Вона забороняє майбутнє виробництво протипіхотних мін та впроваджує систему з видалення встановлених мін. Станом на 2025 р. за даними звіту ООН (United Nations, 2025) 166 країн – учасники Конвенції, тоді як 31 ще не приєдналася. Несправедлива ситуація та потреба самозахисту обумовила 15 липня 2025 р. вихід України із Оттавської конвенції (President of Ukraine, 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).

Великий інтерес досі виявляється до поняття графічності, яке передбачає «передачу просторової інформації, яку неможливо адекватно передати вербальними або числовими засобами». Картографічні матеріали використовуються як основний інструмент підтримки прийняття рішень у процесах планування, виконання та контролю робіт з розмінування. Ухвалення управлінських і оперативних рішень щодо пріоритетності розмінування значною мірою ґрунтується на достовірних картографічних даних (Strizhko, 2025). Карта не лише засіб відображення інформації, а інструмент комунікації між різними групами користувачів – операторами розмінування, аналітиками, органами управління та місцевим населенням.

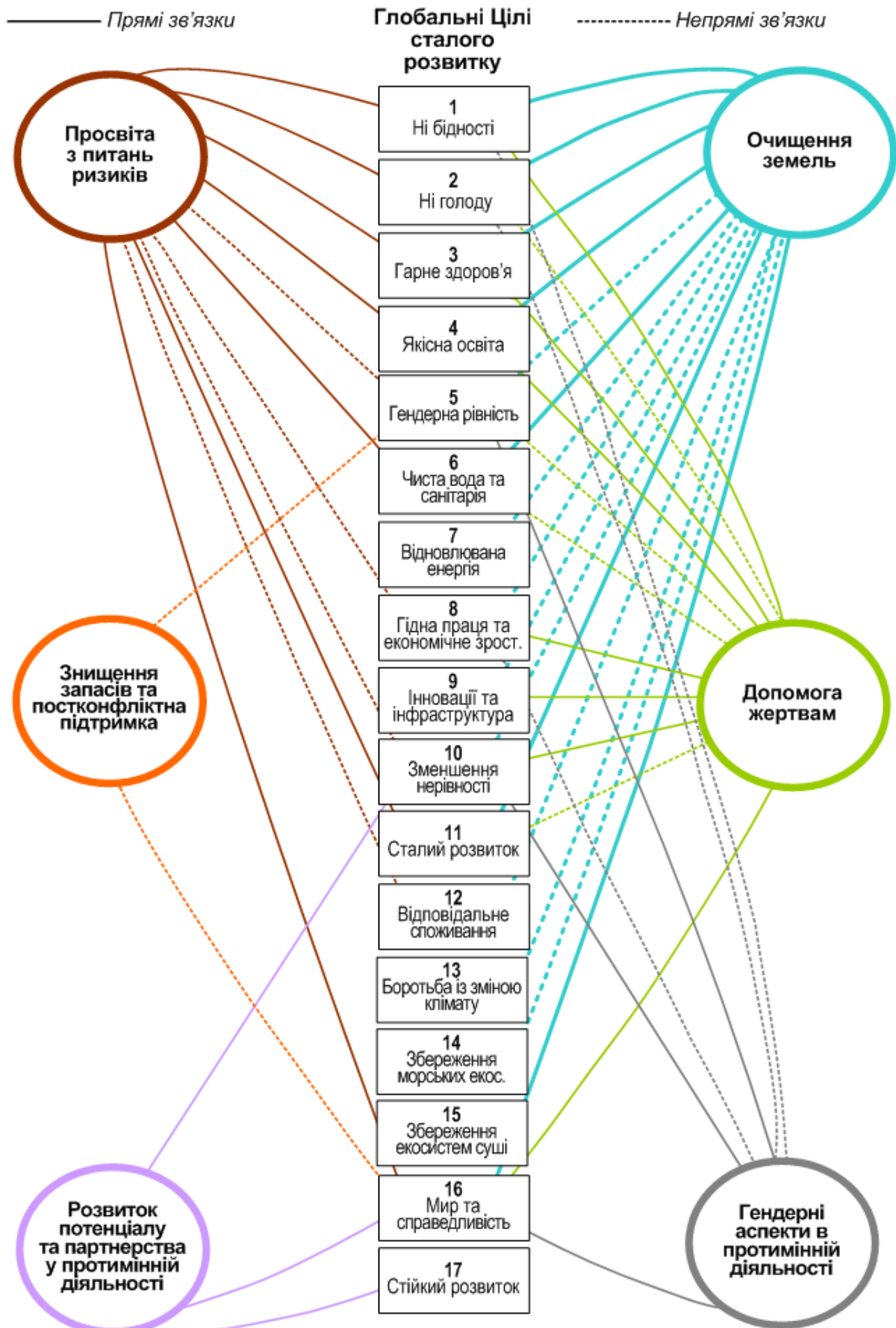


Рисунок 1. Основні прямі та непрямі зв'язки між ПМД та Цілями сталого розвитку (за (GICHD & UNDP, 2017))

Жодна держава не спроможна повною мірою забезпечити самостійне очищення забруднених територій без залучення міжнародної допомоги. На міжнародному рівні система гуманітарного розмінування функціонує як багаторівнева структура, у межах якої інституції виконують різні, але взаємодоповнюючі ролі: безпосереднє проведення робіт, нормативно-методичне забезпечення та фінансування. Оператори гуманітарного розмінування (HALO Trust, Mines Advisory Group, Danish Demining Group, Norwegian People's Aid та Fondation Suisse de Déminage та ін.) здійснюють практичну діяльність із обстеження та очищення територій від ВНП. У діяльності всіх операторів розмінування картографування використовується на всіх етапах: від НТО до передачі очищених територій.

Стандартизатори та координаційні інституції формують нормативну та методичну базу гуманітарного розмінування, забезпечують розроблення стандартів, координацію дій та інформаційне управління. До них належать Служба ООН з питань протимінної діяльності та ЖМЦГР, які відіграють ключову роль у впровадженні міжнародних стандартів ПМД (IMAS), розвитку інформаційних систем (зокрема IMSMA) та поширенні кращих практик. Стандартизатори та координаційні інституції закладають семіотичну основу протимінного картографування, уніфікуючи мову символів на глобальному рівні.

Тематичне картографування здійснюється із застосуванням геоінформаційних систем (ГІС). Проте сам по собі потужний інструментарій просторового аналізу не вирішує концептуальної проблеми відображення прихованої, багаторівневої та динамічної загрози таким чином, щоб кінцевий картографічний матеріал залишався читабельним, інтуїтивно зрозумілим і не перевантаженим надлишковими деталями. Незважаючи на наявність міжнародних стандартів у сфері ПМД, зокрема IMAS, питання уніфікованого картосеміотичного відображення мінної небезпеки залишається недостатньо дослідженим. Відсутність єдиної, глибоко опрацьованої системи картографічних знаків для потреб гуманітарного розмінування призводить до того, що різні суб'єкти ПМД можуть візуально відображатися по-різному. Стандартні полігони чи піктограми погано справляються з передаванням найголовнішого – ступеня вірогідності загрози та динаміки очищення території. Критичні наслідки помилок у сприйнятті інформації обумовлюють підвищені вимоги до якості картографічного представлення даних у системах ПМД. Виникає гостра потреба у переході від простої фіксації координат виявлених предметів до повноцінного картосеміотичного моделювання, де необхідно адекватно відображати різні рівні ризику та ступінь невизначеності просторової інформації, що залишається одним із головних викликів у сучасній картографії. Саме тому ефективна візуалізація мінної небезпеки потребує впровадження стандартизованих картографічних рішень.

У цьому контексті особливої актуальності набуває застосування картосеміотичного підходу, що дозволяє системно дослідити засоби візуального представлення інформації

(на картах, просторових даних), специфічні знакові системи, їх змістове навантаження та інтерпретаційні особливості, що передають геопросторову інформацію. Означений підхід розглядає карту як систему знаків із чітко визначеними значеннями та правилами інтерпретації.

Класичні підходи до управління територіями в умовах повоєнного відновлення потребують докорінної трансформації. Наявність навіть підозри (припущення) про замінування паралізує соціально-економічну активність цілих регіонів, унеможливаючи безпечне використання сільськогосподарських угідь та відновлення інфраструктурних об'єктів. Відтак, гуманітарне розмінування виступає не лише вузькоспеціалізованою технічною процедурою, а базовим фундаментом для будь-якого подальшого просторового планування та ревіталізації постраждалих громад.

Метою дослідження є обґрунтування картосеміотичних підходів просторового відображення мінної небезпеки та розроблення підходів картографічного забезпечення гуманітарного розмінування. Картосеміотичний підхід дозволяє розуміти як карти впливають на сприйняття реальності, виявляти маніпуляції або упередження на них для підвищення ефективності їх подальшого використання.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання дослідження:

- проаналізувати наукові підходи до картосеміотики та картографування ризиків у тематичному картографуванні;
- систематизувати існуючі підходи до відображення небезпечних територій;
- дослідити особливості просторового представлення мінної небезпеки, у тому числі з урахуванням вимог IMAS.

Теоретико-методологічні основи дослідження

Картографічне відображення просторових явищ традиційно розглядається як процес передачі інформації за допомогою знакових систем, що формуються відповідно до принципів картографічної семіотики. Означений міждисциплінарний напрям теоретичної картографії досліджує структуру, функції та інтерпретаційні властивості сприйняття картографічних знаків та образів, а також закономірності побудови знакових систем, що забезпечують адекватне сприйняття просторової інформації користувачем (Bertin, 1983; MacEachren, 1995). Наукова література засвідчує формування підходів до картосеміотики та картографування ризиків на перетині картографії, ГІС, семіотики, когнітивної психології та теорії ризиків. Жак Бертен був одним із перших, хто запропонував категоризацію графічних властивостей (кольору, орієнтації, розміру, форми, текстури та значення), які він назвав візуальними змінними, що служать будівельними блоками для картографічних символів. Сучасні дослідження дозволяють виокремити кілька основних наукових підходів, кожен із яких акцентує увагу на певному аспекті створення та використання тематичних карт ризику.

Семіотичний підхід є базовим у картосеміотиці та ґрунтується на розгляді карти як системи знаків і символів, у якій кожен картографічний елемент виконує функцію носія певного змісту. Основна увага приділяється: структурі картографічних знаків; співвідношенню між знаком і реальним об'єктом; правилам побудови картографічної мови; узгодженості системи умовних позначень. У межах класичних підходів до картографічної семіотики виділяються такі ключові аспекти: синтаксичний (структура та взаємозв'язки знаків), семантичний (значення знаків) та прагматичний (інтерпретація знаків користувачем) (Kraak & Ormeling, 2010). Саме прагматичний аспект набуває особливої ваги у випадках, коли карта використовується для підтримки прийняття рішень у середовищах підвищеного ризику, зокрема у гуманітарному розмінуванні. Проблематика відображення небезпечних об'єктів розглядається у низці наукових робіт, присвячених картографуванню ризиків, надзвичайних ситуацій та екологічних загроз. У цих дослідженнях підкреслюється необхідність використання спеціалізованих знакових систем, які забезпечують швидке та однозначне розпізнавання рівнів небезпеки, типів загроз та ступеня їх достовірності (Montello, 2002; Robinson et al., 1995). Зокрема, застосовуються градаційні шкали, колірні моделі ризику, а також комбіновані графічні елементи, що дозволяють передавати складну багатовимірну інформацію. В (Kostelnick et al., 2008) запропоновано новий стандартний набір картографічних символів для мінної небезпеки та ПМД (наприклад, розмінування, зменшення небезпеки, інформування про мінну небезпеку та ТО) у діяльності з гуманітарного розмінування, а також п'ятиетапний підхід для розробки набору символів, який може бути застосовано до проектування відповідних картографічних символів у середовищі цифрового картографування. Семіотичний підхід прагне до стандартизації умовних позначень; уніфікації легенд; забезпеченні однозначності інтерпретації карт. Для гуманітарного розмінування це особливо важливо, оскільки неправильне трактування символів може впливати на безпеку населення та ефективність управлінських рішень. Міжнародні стандарти ПМД визначають загальні підходи до управління інформацією, класифікації небезпечних територій та документування результатів розмінування (IMAS 08.10; IMAS 05.10). Проте ці стандарти лише частково регламентують питання візуального представлення даних, залишаючи відкритими аспекти, пов'язані з картосеміотичною організацією інформації. Внаслідок цього на практиці спостерігається різноманітність підходів до відображення мінної небезпеки, що ускладнює обмін даними між організаціями та знижує ефективність використання картографічних матеріалів. Розвиток кризового картографування залежить не лише від геоданих, а й від семіотики та дизайну символів, які впливають на швидкість і точність прийняття рішень у надзвичайних ситуаціях (Kostelnick & Hoeniges, 2018). Сучасні тенденції семіотичного підходу вбачаються у переході від статичних символів до адаптивної символіки ГІС;

мультирівневій семіотиці; інтеграції символів у веб ГІС та IMSMA; автоматичній генерації умовних позначень.

Когнітивний підхід досліджує, як людина сприймає, інтерпретує та запам'ятовує картографічну інформацію. У центрі уваги перебуває не сама карта, а процес взаємодії з нею. Основними напрямками досліджень є: візуальне сприйняття кольорів і форм; швидкість розпізнавання небезпечних зон; когнітивне навантаження карти; психологічні аспекти сприйняття ризику. Когнітивний підхід особливо активно застосовується у: кризовому картографуванні; картах евакуації; картах мінної небезпеки; веб-картографічних сервісах оперативного реагування. Дослідження (Brennan et al., 2016) демонструє перехід від суто фізичного відображення небезпеки до врахування суб'єктивного просторового сприйняття ризику населенням. Теоретичну базу сучасної геовізуалізації, де карта розглядається як інтерактивний аналітичний інструмент для прийняття рішень, що поєднує картографію, когнітивну науку та аналіз просторових даних наведено (Slocum, 2009). Сучасні тенденції когнітивного підходу полягають у адаптації карт під рівень користувача; відстеженні руху очей оператора; мінімізації «інформаційного шуму», функціональності (UX) та візуальній естетиці (UI) дизайну для гуманітарних карт.

У межах *комунікаційного підходу* карта розглядається як інструмент передачі інформації між джерелом даних і користувачем. Головною метою є забезпечення ефективної ризик-комунікації. Одним із перших, хто дослідив ідею картографії як науки про комунікацію, був Робінсон, який чітко висловив свою позицію у другому виданні «Елементів картографії». Він розглядав основний процес картографії як «концептуальне планування та дизайн карти як засобу комунікації або дослідження» (Robinson, 1960). Кітс, очевидно, був першим, хто спеціально визначив і назвав концепцію картографічної комунікації, пов'язав її з теорією інформації, посилаючись на кодування, декодування та шум, що впливає на систему зв'язку в картографічному контексті (Keates, 1964). Основні завдання комунікаційного підходу: передача складної просторової інформації у зрозумілій формі; підтримка прийняття управлінських рішень; інформування населення про рівень небезпеки; формування правильної поведінки в умовах ризику. Водночас гуманітарне розмінування має низку специфічних особливостей, які відрізняють його від інших сфер застосування картографії ризиків. По-перше, мінна небезпека характеризується високим рівнем просторової невизначеності, що зумовлено обмеженістю або фрагментарністю вихідних даних. По-друге, інформація про небезпечні території є динамічною та постійно уточнюється у процесі проведення НТО та ТО. По-третє, результати картографування використовуються різними групами користувачів – від фахівців з розмінування до органів влади та цивільного населення, що висуває підвищені вимоги до універсальності та зрозумілості знакових систем (Lacroix et al., 2013). Прикладну основу сучасної ГІС-картографії, де карта розглядається як інструмент аналізу

й комунікації просторової інформації в цифровому середовищі, а не лише як графічне представлення даних розглянуто (Peterson, 2020). Сучасні тенденції комунікаційного підходу полягають у веб-картографуванні громадської безпеки; впровадженні інтерактивних дашбордів (панелей моніторингу); картографуванні кризових ситуацій у реальному часі.

ГІС-підхід базується на інтеграції просторових даних, математичного моделювання та автоматизованого аналізу ризиків. У межах цього підходу ризик визначається як результат взаємодії: небезпеки (hazard); вразливості (vulnerability); експозиції (exposure). ГІС-технології забезпечують: багатошаровий аналіз; просторове моделювання; оцінювання пріоритетності; аналіз часової динаміки; прогнозування ризиків. У сфері гуманітарного розмінування ГІС-підхід дозволяє: визначати пріоритетні території; оцінювати щільність мінного забруднення; аналізувати близькість до критичної інфраструктури; моделювати потенційний вплив на населення. У контексті геопросторових досліджень важливу роль відіграють також питання інтеграції даних, отриманих з різних джерел, включаючи дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), безпілотні літальні апарати (БПЛА) та сенсорні системи (Hutsul, 2026a). Окремий напрям сучасних досліджень пов'язаний із використанням БПЛА та сенсорних технологій для збору даних у ПМД. Застосування мультиспектральних, тепловізійних, георадарних, магнітометричних та хімічних сенсорів дозволяє отримувати великі обсяги високодеталізованої просторової інформації про стан поверхні та підповерхневих об'єктів (Hutsul, 2026b). Однак інтеграція таких даних у картографічні моделі потребує розроблення відповідних знакових засобів, здатних відобразити не лише факт наявності загрози, але й рівень достовірності, тип джерела даних та ступінь їх інтерпретації. Дослідження (Colon et al., 2007) також логічно вписується в сучасний ГІС-підхід до картографування ризиків, оскільки роботизовані системи виступають джерелом просторових даних для автоматизованого моделювання небезпеки, яка надалі трансформується у семіотично інтерпретовані карти ризику в рамках тематичної картографії. Сучасні тенденції ГІС-підходу полягають у інтеграції ГІС та ДЗЗ; оновленні карт в режимі реального часу; хмарних ГІС для гуманітарних операцій та просторовому аналізі щільності ризику.

Ризик-орієнтований підхід сформувався у сфері управління надзвичайними ситуаціями та управління ризиками. Його ключова особливість полягає у тому, що карта не лише відображає просторовий розподіл об'єктів, а й кількісно або якісно оцінює рівень ризику. У межах підходу виділяють: карти небезпеки; карти вразливості; карти експозиції; інтегральні карти ризику. В Україні обґрунтовано методологічні підходи до оцінювання та картографування ризиків виникнення надзвичайних ситуацій у європейському контексті (Rudenko & Dronova, 2014). Такі дослідження засвідчують, що просторове моделювання загроз і створення інтерактивних карт ризиків є критично

важливими інструментами підтримки прийняття управлінських рішень у кризових ситуаціях. Сучасні тенденції ризик-орієнтованого підходу полягають у оцінці ризику територій; прогнозованому картографуванні; інтеграції соціально-економічних даних; оцінці пріоритетів розмінування на основі ШІ.

Сучасні дослідження визнають, що ризикові дані часто є неповними, неточними або динамічними, що обумовлює появу окремого підходу до картографування невизначеності. Його основні принципи: відображення достовірності даних; візуалізація похибок моделювання та ймовірності ризику; демонстрація часової мінливості. У картах мінної небезпеки це особливо актуально через: неповноту даних бойових дій; зміну стану територій; різну точність польових обстежень. Методологічну основу для ймовірнісного картографування мінної небезпеки, де просторовий аналіз поєднується з кількісною оцінкою невизначеності, а тематична карта розглядається як інструмент представлення не лише ризику, а й достовірності просторових прогнозів розглянуто (Ostrouchov et al., 2008). Сучасні тенденції підходу до картографування невизначеності охоплюють ймовірнісні карти ризиків; нечіткі ГІС; шари надійності; візуалізацію невизначеності.

Новітнім напрямом є інтеграція штучного інтелекту (ШІ), машинного навчання та великих геоданих (GeoAI). Основні напрями досліджень: автоматичне виявлення небезпечних територій; класифікація супутникових знімків; прогнозування ризиків; автоматизована генералізація; адаптивна символізація. У сфері гуманітарного розмінування цей підхід стає перспективним для: моніторингу територій; аналізу слідів бойових дій; автоматизованого оцінювання пріоритетності розмінування за геопросторовими даними та соціально-економічною інформацією (Cirillo et al., 2024). Автори (Rubio et al., 2024) формують новий напрям – ШІ-орієнтовану картосеміотику гуманітарного розмінування. У статті (Hutsul, 2025c) демонстровано, що інтеграція ШІ, машинного навчання та великих геоданих формує новий GeoAI-підхід до картографування небезпек, у якому тематична карта перетворюється з пасивного засобу відображення на інтелектуальну систему просторового прогнозування та автоматизованого аналізу ризиків. Сучасні тенденції підходу інтеграції ШІ, машинного навчання та GeoAI охоплюють: обґрунтований ШІ у картографії; прогнозні карти замість описових карт; моделювання ризиків у реальному часі; інтеграцію великих мовних моделей (LLM) та ГІС; автоматичну генерацію ризикових карт.

Основи сучасної картосеміотики закладено в працях, присвячених візуальним змінним, класифікації знаків та їх ролі у формуванні картографічного повідомлення (Molochko & Molochko, 2018).

Таким чином, аналіз теоретичних підходів у галузі картосеміотики, тематичного картографування та ГІС, а також практики відображення ризиків і небезпек свідчить про наявність наукової та прикладної прогалини у сфері картосеміотичного забезпечення

гуманітарного розмінування. Існуючі концепції не повною мірою враховують специфіку мінної небезпеки як об'єкта картографування та потребують адаптації до умов високої невизначеності, динамічності даних і критичності їх інтерпретації.

У зв'язку з цим актуальним є розроблення спеціалізованого картосеміотичного підходу, який би забезпечував системне, однозначне та інформативне відображення мінної небезпеки з урахуванням особливостей джерел просторових даних (Hutsul, 2026a), рівнів їх достовірності та потреб різних категорій користувачів.

Систематизація підходів до відображення небезпечних територій зазвичай спирається на кілька ключових критеріїв: тип загрози, спосіб візуалізації, рівень деталізації та джерела даних. Підходи відрізняються залежно від природи ризику: природні загрози (повені, землетруси, пожежі, зсуви), техногенні (радіаційне забруднення, хімічні аварії, промислові зони ризику), соціально-військові (зони бойових дій, мінна небезпека, криміногенність), епідеміологічні (поширення хвороб). Забруднення мінами належить передусім до техногенного, оскільки вибухові пристрої це штучно створені об'єкти. Сучасні підходи зазвичай комбінують в середовищі ГІС (інтерактивні багатошарові тематичні карти, теплові карти, контурні ізолінійні карти, багатоджерельні просторові дані), що дозволяє одночасно забезпечити точність, актуальність і зрозумілість.

Методика дослідження та дані

Дослідження базується на поєднанні геоінформаційного аналізу та картосеміотичного підходу, що дозволяє одночасно розглядати мінну небезпеку як: просторове явище (розподіл ризиків у географічному просторі) та інформаційно-комунікаційний об'єкт (спосіб його відображення та інтерпретації на карті).

Методологічно робота реалізується у три послідовні етапи:

- 1) збір та підготовка просторових даних про потенційно небезпечні території;
- 2) геоінформаційний аналіз структури та інтенсивності мінної небезпеки (просторово-аналітична обробка);
- 3) картосеміотичне моделювання способів візуального кодування ризиків.

У межах дослідження застосовано комплекс методів. Геоінформаційні методи включають просторове накладання шарів, аналіз щільності небезпечних територій, буферний аналіз зон потенційного ураження та елементи просторового узагальнення даних. Це дозволяє виявити просторові закономірності поширення мінної небезпеки та її зв'язок із населенням та інфраструктурою.

Картосеміотичний аналіз спрямований на дослідження системи умовних знаків і принципів візуального кодування небезпеки. Розглядаються графічні змінні (колір, форма, розмір, насиченість), а також семантичні рівні інтерпретації (тип загрози, ступінь

ризика, просторово-часова динаміка). Оцінюється однозначність та інтерпретаційна ефективність картографічних символів у контексті гуманітарного розмінування.

Порівняльно-аналітичний метод використовується для зіставлення національних підходів до картографування мінної небезпеки з міжнародними практиками (зокрема UNMAS, ЖМЦГР та стандартами IMAS), що дозволяє виявити відмінності у структурі картографічних моделей та рівні стандартизації символіки.

Інформаційну базу дослідження становлять відкриті геопросторові дані щодо територій, забруднених ВНП, адміністративно-територіальні межі, дані з гуманітарного розмінування, а також матеріали міжнародних організацій (UNMAS, ЖМЦГР, IMAS). Додатково використовуються дані ДЗЗ та супутникові знімки для виявлення змін земної поверхні.

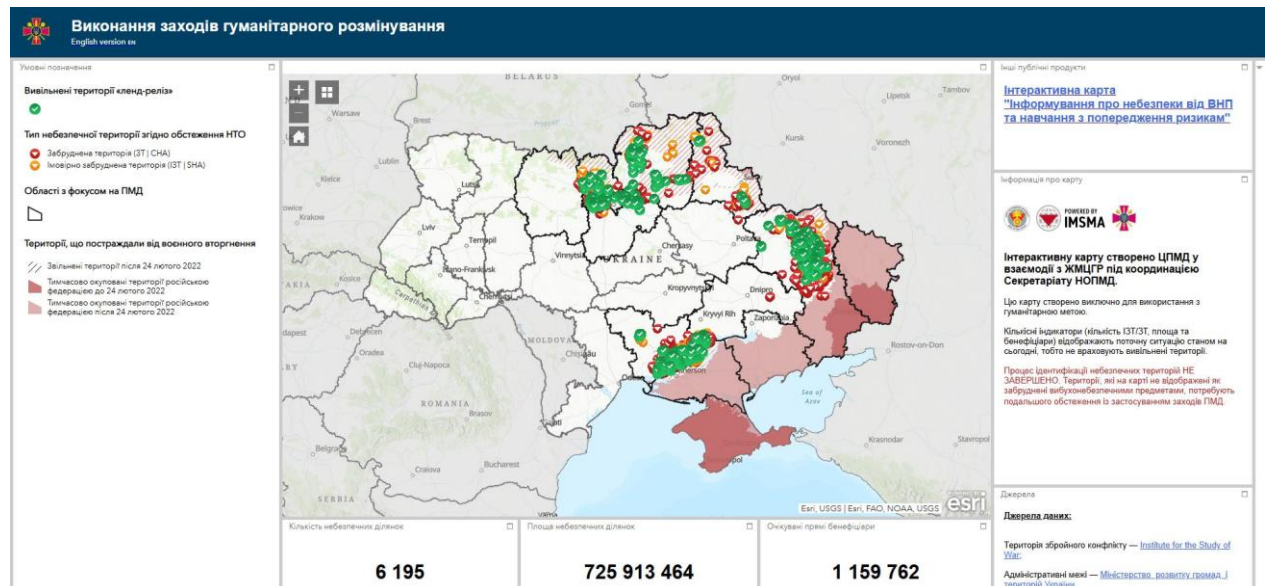
Обмеження дослідження пов'язані з фрагментарністю просторових даних, динамічністю оновлення інформації про мінну ситуацію та відмінностями у міжнародних класифікаційних підходах до небезпечних територій.

Результати та їх обговорення

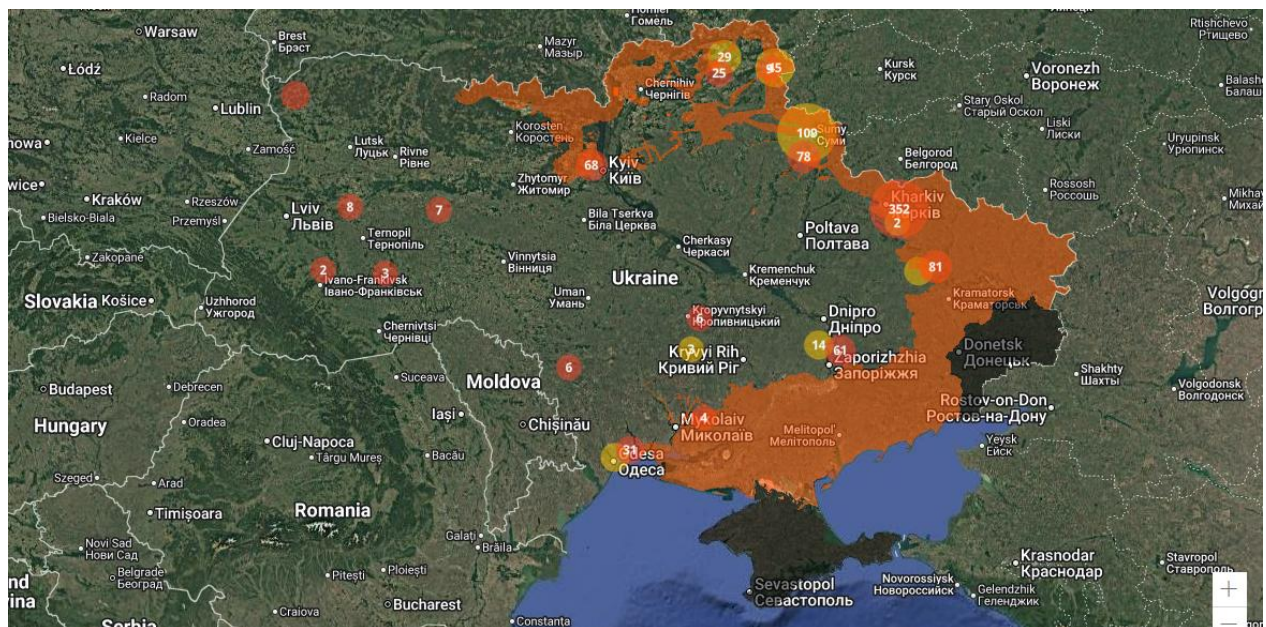
Міністерством оборони України за сприяння ЖМЦГР розробило Інтерактивну карту територій (рис. 2а), забруднених мінами та ВНП. На карті задокументовані ділянки, на яких знайдено докази забруднення ВНП. Інформація постійно оновлюється, однак процес ідентифікації небезпечних територій не завершено через бойові дії та російську окупацію частини України. Території, що на карті не відображені як забруднені, потребують подальшого обстеження та збору доказів.

Іншим подібним додатком є Mine Action Ukraine. Розроблений Державною службою з надзвичайних ситуацій України (ДСНС), додаток містить карту, на якій показано ділянки з підтвердженими та непідтвердженими ВНП (рис. 2б). Наведено детальні інструкції для тих, хто знайшов ВНП, і таким чином допомагає українцям захистити себе від травм та врятувати життя. Додаток також дозволяє цивільним особам повідомляти ДСНС про будь-які знайдені вибухові або підозрілі предмети. Важко переоцінити важливість цього додатка, враховуючи те, що Україна одна з найбільш замінованих країн у світі (Yagori, 2024). Важливо, що для отримання доступу до двох вищезгаданих додатків громадянин України повинен підтвердити свою особу через онлайн-портал державних послуг «Дія» (Mikhailova, 2024).

Створення та поширення карт стало простіше, ніж будь-коли, а платформи соціальних мереж дозволяють картам швидко досягати широкої видимості та залученості. Такі карти можна вважати прикладами вірусних картографічних карт, які швидко досягають популярності завдяки поширенню в соціальних мережах (Robinson, 2018).



а – Міністерства оборони України (МОУ)

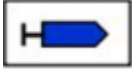
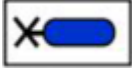
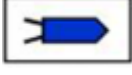


6 – ДСНС.

Рисунок 2. Інтерактивні карти територій, забруднених мінами та ВНП

Розмінування, яке проводить ДСНС має оперативний характер, і його основна мета швидке усунення безпосередніх загроз життю та інфраструктурі. ДСНС працює «за фактом звернення» або в зоні подій, однак не завжди проводить повне очищення територій до стандарту «clean land», а лише усуває конкретні небезпеки, а отже територія може залишатися потенційно забрудненою. При створенні картографічних матеріалів для потреб гуманітарного розмінування та цивільного захисту доцільно враховувати умовні знаки (Державна служба України з надзвичайних ситуацій, 2025), що використовуються ДСНС України, з метою узгодження картосеміотики та підвищення інтероперабельності між суб'єктами реагування (табл. 1).

Таблиця 1. Частина умовних знаків, що використовуються під час складання Схематичної карти

Зображення	Тлумачення	Зображення	Тлумачення
	Фіксований орієнтир		Протипіхотна міна
	Опорна точка		Протитанкова міна
	Стартова точка		Протипіхотна міна ОЗМ-72
	Точка повороту		Протипіхотна міна МОН
	Місце виникнення нещасного випадку з людьми		Артилерійський снаряд
	Місце виникнення нещасного випадку з тваринами		Мінометна міна
	Окрема будівля, споруда		Авіаційна бомба
	Зруйнована будівля, споруда		Касетний боєприпас

Гуманітарне розмінування здійснюють державні, міжнародні або неурядові організації, акредитовані в Україні (оператори ПМД). Його мета повністю повернути територію до безпечного використання. Оператори ПМД працюють згідно національних стандартів (НСПМД) та міжнародними IMAS.

Спираючись на класичну картографічну семіотику, знакова система для картування мінної небезпеки будується на суворо регламентованих графічних змінних:

- колір виконує сигнальну та категоризаційну функції. Червоний колір традиційно маркує підтверджену небезпеку, жовтий або помаранчевий – імовірну, а зелений застосовується для ідентифікації очищених або безпечних територій;
- форма та структура знака (суцільні або штрихові/пунктирні лінії, точкові пунсони) диференціюють типи меж (точні геодезичні чи орієнтовні візуальні) та локалізацію об'єктів простору (точкові знахідки боєприпасів чи площинні зони суцільного забруднення).

Згідно IMAS 7.11, «очищення земель» – процес докладання всіх розумних зусиль для прийняття рішень на основі доказів для виявлення, визначення та усунення будь-якої

присутності або підозри щодо вибухонебезпечних предметів (ВНП) шляхом НТО, ТО та/або очищення (IMAS 07.11). Символіка вивільнення земель включає точкові та багатокутні символи (табл. 2), які можна використовувати для великомасштабних карт окремих небезпечних зон та дрібномасштабних національних або регіональних карт кількох зон. Точкові та багатокутні символи, що представляють одне й те саме значення для атрибутів землі «класифікація», «статус» та «продукт вивільнення земель», були розроблені таким чином, щоб користувачі карт могли легко пов'язувати ці два символи зі зміною масштабу карти.

Технічні нотатки IMAS 07.11 не є ні юридичними документами, ні стандартами. Немає жодної юридичної вимоги приймати поради, наведені в них. Символи вивільнення земель можна завантажити в різних форматах, сумісних з ГІС (файли стилів та файли шрифтів), для використання в різних настільних та веб-додатках, таких як IMSMA, ArcGIS Desktop, ArcGIS Online, Google Earth та інші. URL-адреси зображень точкових символів та детальний опис полігональних символів доступні на вікі-сторінці IMSMA (GitHub – GICHD IMSMA Core Documentation, n.d). Символи додатково інтегровані в бібліотеку стилів ESRI для ArcGIS Online.

Створення авторських наборів умовних знаків дає змогу більш точно відображати просторові характеристики явищ, рівні небезпеки, ступінь невизначеності та статуси територій у системі гуманітарного розмінування. Розробка власних бібліотек стилів та символів можлива в QGIS, Inkscape (SVG-пиктограми), ArcGIS Pro та інших відомих ГІС.

Приклади, що ілюструють різноманітність точкових та площинних умовних знаків гуманітарного розмінування наведено у публікації (Kostelnick et al., 2008) для деяких балканських країн: Албанського виконавчого органу з протимінної діяльності (АМАЕ), Хорватського центру протимінної діяльності (СРОМАС) та Центру протимінної діяльності Боснії і Герцеговини (ВНМАС).

Незважаючи на те, що умовні знаки розроблено для однієї й тієї ж мети, ці набори символів відрізняються за різними аспектами. На перший погляд, найбільш помітною відмінністю є графічний вигляд символів – від економічно стилізованих специфічних графічних символів до надзвичайно простих геометричних абстрактних форм.

Порівняльний аналіз картографічних рішень у сфері гуманітарного розмінування засвідчив відсутність повної уніфікації картосеміотичних підходів навіть за умов використання спільної нормативної бази IMAS. Відмінності стосуються не лише графічного дизайну символів, але й принципів візуального кодування рівнів небезпеки, статусу територій та ступеня достовірності просторової інформації. Це підтверджує, що сучасна система картографування мінної небезпеки перебуває на етапі формування та потребує подальшої стандартизації.

Таблиця 2. Символіка вивільнення земельних ділянок

Атрибут	Стан території у процесі гуманітарного розмінування	Технічна примітка щодо ПМД 07.11/01		Інтерактивна карта територій МОУ		IMSMA Core (ЖМЦГР)	
		Символіка вивільнення землі					
		багатокутник	точка	багатокутник	точка	багатокутник	точка
Класифікація	Підтверджена небезпечна територія (ПНТ)						
	Ймовірно небезпечна територія (ЙНТ)						
Статус	Відкрита земельна ділянка з ПНТ або ЙНТ з повідомленням, однак без проведення жодних заходів щодо її зменшення або очищення						
	Відкрита земельна ділянка (ПНТ або ЙНТ) на карті великого масштабу з повідомленням, однак без жодних заходів щодо її зменшення або очищення						
	Раніше небезпечна зона, яка була вивільнена, на карті великого масштабу						
Продукт вивільнення земель	Раніше небезпечна зона, яку було закрито/звільнено, на карті дрібного масштабу						
	Земельна ділянка, площа якої була зменшена шляхом ТО, на карті великого масштабу.						
	Земельна ділянка, яка була розчищена						
	Вивільнені землі на дрібномасштабній карті						

Складено авторами на основі (IMAS 07.11; Державна служба України з надзвичайних ситуацій, n.d.; Geneva International Centre for Humanitarian Demining [GICHD], n.d.).

У процесі дослідження встановлено, що картографування мінної небезпеки суттєво відрізняється від класичного тематичного картографування природних або соціально-економічних явищ. Основною причиною є високий рівень невизначеності вихідних даних. На відміну від більшості тематичних карт, де відображається вже встановлений факт або статистично підтверджене явище, у гуманітарному розмінуванні значна частина

картографічної інформації має імовірнісний характер. Фундаментальним принципом картографування у цій сфері є «презумпція небезпеки»: територія вважається забрудненою доти, доки технічним шляхом не буде доведено протилежне. Навіть за відсутності безпосередньо виявлених ВНП, якщо існують непрямі ознаки бойових дій, свідчення населення або результати дистанційного аналізу територія також вважатиметься небезпечною. Картографування ризиків вимагає обов'язкової високоточної геодезичної прив'язки зон забруднення до сталих об'єктів місцевості (орієнтирів) та просторового моделювання буферних зон навколо ідентифікованих загроз із врахуванням рельєфу, типу ґрунту та радіуса розльоту осколків конкретних типів боєприпасів.

У цьому контексті особливого значення набуває картографування невизначеності. Проведений аналіз показав, що традиційні картографічні методи недостатньо ефективно передають ступінь достовірності просторових даних. Використання лише бінарного поділу територій на «небезпечні» та «безпечні» не відображає реальної складності мінної ситуації. Відтак доцільним є застосування багаторівневих моделей ризику, у яких картографічні символи одночасно передають: тип загрози; рівень підтвердження небезпеки; джерело даних; стадію обстеження або очищення території; часову актуальність інформації.

Дослідження показало, що найбільш ефективними для відображення мінної небезпеки є комбіновані картосеміотичні моделі, які поєднують площинні, лінійні та точкові символи. Площинні полігони доцільно використовувати для представлення зон потенційного або підтвердженого забруднення, тоді як точкові символи забезпечують локалізацію окремих знахідок ВНП, місць інцидентів або виконаних робіт з очищення територій. Лінійні елементи ефективні для позначення маршрутів безпечного пересування, меж обстеження та інженерних бар'єрів.

Встановлено, що колірна модель є одним із ключових елементів картосеміотики мінної небезпеки. Червоні відтінки стійко асоціюються з високим рівнем ризику та небезпеки, жовті та помаранчеві – з потенційною загрозою або невизначеністю, тоді як зелений колір використовується для відображення очищених територій. Така система відповідає базовим когнітивним принципам візуального сприйняття ризику та забезпечує швидке інтуїтивне розпізнавання небезпечних зон користувачем.

Водночас результати дослідження свідчать, що надмірна деталізація картографічних матеріалів може призводити до зростання когнітивного навантаження та ускладнювати інтерпретацію інформації. Особливо це стосується інтерактивних веб-карт, у яких одночасно відображається велика кількість тематичних шарів. У таких умовах важливого значення набувають принципи когнітивної картографії, орієнтовані на мінімізацію інформаційного шуму та адаптацію картографічного інтерфейсу до різних категорій користувачів.

Інтернет стає технічним засобом одержання доступу до геопросторової інформації та надає суспільству інструменти для оброблення географічної інформації без обмежень за місцем розташування. Аналітики визначають поточну війну як першу, що відбувається в умовах цифрової трансформації, розвитку широкосмугового інтернету, існування соціальних мереж, стрімкого розвитку ШІ. Не менш важливими стають набори даних, які надходять до баз даних із соціальних мереж (Twitter, Telegram і Facebook та ін.) та інформаційних агентств, перевіряються на причетність до сектору ПМД і доповнюють ймовірні небезпеки на інтелектуальних інтерактивних картах (Lanclos, & Cottray, 2022). Добре структуроване дослідження з відкритих джерел, засноване на соціальних мережах, стає дедалі важливішою частиною етапу оцінювання документації та контекстної інформації, необхідної для НТО (Mathewson, 2022).

Аналіз сучасних інтерактивних картографічних сервісів України засвідчив поступовий перехід від статичних карт до динамічних геоінформаційних платформ. Такі системи поєднують: оперативне оновлення просторових даних; інтеграцію польової інформації; краудсорсингові повідомлення; супутниковий моніторинг; елементи автоматизованого аналізу ризиків.

Фактично карта перетворюється із засобу візуалізації на інтегровану систему підтримки прийняття рішень у сфері ПМД.

Окремим результатом дослідження стало виявлення перспективності інтеграції GeoAI-підходів у процеси картографування мінної небезпеки. Використання машинного навчання, аналізу супутникових знімків та автоматизованої класифікації просторових даних створює передумови для переходу від описового картографування до прогнозного моделювання ризиків. У цьому випадку картографічна система здатна не лише відображати вже відомі небезпечні території, але й прогнозувати ймовірність мінного забруднення на основі просторових патернів бойових дій, щільності інфраструктури, типів ландшафтів та інших факторів.

Отримані результати загалом підтверджують положення семіотичного, когнітивного та ризик-орієнтованого підходів, викладених у працях Bertin, MacEachren, Robinson, Краак та інших дослідників. Водночас специфіка гуманітарного розмінування потребує розширення класичних картосеміотичних моделей за рахунок інтеграції категорій невизначеності, динамічності даних та багаторівневої ризик-комунікації.

Таким чином, гуманітарне розмінування формує окремий прикладний напрям сучасної тематичної картографії, у межах якого карта виступає не лише інструментом просторового аналізу, але й критично важливим елементом системи безпеки, управління ризиками та суспільної комунікації.

Висновки

У результаті проведеного дослідження обґрунтовано роль картосеміотичного підходу у просторовому відображенні мінної небезпеки та картографічному забезпеченні гуманітарного розмінування. Встановлено, що сучасне картографування мінної небезпеки виходить за межі традиційного тематичного картографування та поєднує елементи семіотики, когнітивної картографії, геоінформаційного аналізу, ризик-орієнтованого моделювання та просторової комунікації.

Проаналізовано основні наукові підходи до картосеміотики та картографування ризиків, серед яких семіотичний, когнітивний, комунікаційний, ГІС-підхід, ризик-орієнтований підхід, підхід до картографування невизначеності та інтеграція GeoAI. Встановлено, що кожен із них відображає окремий аспект представлення ризиків, однак лише їх комплексне поєднання дозволяє адекватно відобразити специфіку мінної небезпеки.

Систематизація існуючих підходів до відображення небезпечних територій засвідчила, що сучасні картографічні моделі поступово переходять від статичних схем до інтерактивних багатошарових геоінформаційних систем. Особливого значення набуває візуалізація невизначеності, рівня достовірності даних та динаміки зміни небезпечних територій.

Досліджено особливості просторового представлення мінної небезпеки з урахуванням міжнародних стандартів IMAS та практики операторів ПМД. Встановлено, що відсутність повної уніфікації картографічної символіки ускладнює інтероперабельність даних між різними суб'єктами гуманітарного розмінування та може негативно впливати на ефективність ризик-комунікації.

Обґрунтовано доцільність використання багаторівневих картосеміотичних моделей, у яких умовні знаки одночасно передають тип загрози, ступінь ризику, рівень достовірності інформації, стадію обстеження території та часову актуальність даних. Встановлено, що найбільш ефективними є комбіновані моделі, які поєднують площинні, точкові та лінійні елементи символізації.

Ефективність застосування ГІС у гуманітарному розмінуванні безпосередньо залежить від якості розробленої картографічної моделі. В основу побудови запропонованої системи умовних позначень покладено принципи картографічної семіотики, адаптовані до екстремальних умов протимінної діяльності:

1) стандартизація та однозначність: суворі відповідності базовим протоколам IMAS та національним стандартам (СОП 08.10/ДСНС) для уникнення подвійного тлумачення символів;

2) мінімізація когнітивного навантаження: використання ієрархічної масштабованої фільтрації, за якої на дрібних масштабах відображаються лише

узагальнені полігони ризику (гарячі точки), а на великих – деталізуються конкретні точкові об'єкти (ВНП, орієнтири, поворотні точки);

3) синтактична сумісність: забезпечення чіткого читання знаків мінної небезпеки на тлі загальногеографічної чи топографічної основи без злиття з об'єктами гідрографії, рельєфу чи інфраструктури.

Перспективним напрямом розвитку визначено інтеграцію технологій штучного інтелекту, машинного навчання та великих геоданих у процеси картографування мінної небезпеки. GeoAI-підхід створює передумови для формування адаптивних картографічних систем, здатних здійснювати автоматизоване оцінювання ризиків, прогнозування потенційно небезпечних територій та підтримку прийняття рішень у режимі реального часу.

Практичне значення дослідження полягає у можливості використання отриманих результатів для вдосконалення картографічного забезпечення гуманітарного розмінування, розвитку геоінформаційних систем ПМД, підвищення ефективності ризик-комунікації та формування стандартизованих підходів до просторового відображення мінної небезпеки.

Funding

The authors received no financial support for the research, authorship, and publication of this article.

Фінансування

Автори не отримували фінансової підтримки для проведення дослідження, підготовки рукопису та публікації цієї статті.

Conflict of interest

The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship and publication of this article.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність будь-яких потенційних конфліктів інтересів щодо проведення дослідження, підготовки рукопису та публікації цієї статті.

References | Список використаних джерел

- Bertin, J. (1983). *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps*.
Brennan, M., O'Neill, E., Brereton, F., Dreoni, I., & Shahumyan, H. (2016). Exploring the spatial dimension of community-level flood risk perception: a cognitive mapping approach. *Environmental Hazards*, 15(4), 279–310. <https://doi.org/10.1080/17477891.2016.1202807>
Cirillo, F., Solmaz, G., Peng, Y. H., Bizer, C., & Jebens, M. (2024). *Desk-AId: Humanitarian aid desk assessment with geospatial AI for predicting landmine areas*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.09444>

- Colon, E., De Cubber, G., Ping, H., Habumuremyi, J.-C., Sahli, H., & Baudoin, Y. (2007). Integrated robotic systems for humanitarian demining. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 4(2), 24. <https://doi.org/10.5772/5694>
- Fleck, A. (2025, December 4). Where landmines still threaten lives. *Statista Daily Data*. www.statista.com/chart/26209/landmines-contamination-map/
- Geneva International Centre for Humanitarian Demining (GICHD). (2020). *Improvised explosive device clearance good practice guide*. [www.gichd.org/fileadmin/uploads/gichd/migration/fileadmin/GICHD-resources/rec-documents/external-documents/Improvised Explosive Device Clearance Good Practice Guide 2021.pdf](https://www.gichd.org/fileadmin/uploads/gichd/migration/fileadmin/GICHD-resources/rec-documents/external-documents/Improvised_Explosive_Device_Clearance_Good_Practice_Guide_2021.pdf)
- Geneva International Centre for Humanitarian Demining (GICHD). (n.d.). *IMSMA Core*. <https://www.gichd.org/our-response/information-management/imsma-core/>
- GICHD, & UNDP (2017). *Leaving no one behind: Mine action and the Sustainable Development Goals*. <https://www.gichd.org/publications-resources/publications/leaving-no-one-behind-mine-action-and-the-sustainable-development-goals/>
- GitHub – GICHD IMSMA Core Documentation. (n.d.). *IMSMA Core documentation*. GitHub.
- Handicap International – Humanity & Inclusion. (2026). Landmines: use, contamination and civilian harm in Ukraine – Factsheet 2026. In *ReliefWeb*. <https://reliefweb.int/node/4205643>
- Hutsul, T. (2025c). Modern trends of artificial intelligence in humanitarian territory demining and its integration into geoinformation systems. *Visnyk Taras Shevchenko National University of Kyiv Military-Special Sciences*, 4(64), 64–74. [In Ukrainian]. [Гуцул, Т. (2025c). Сучасні тенденції штучного інтелекту в гуманітарному розмінуванні територій та його інтеграції в геоінформаційні системи. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки*, 4(64), 64–74.]. <https://doi.org/10.17721/1728-2217.2025.64.67-74>
- Hutsul, T. (2026a). Geospatial data in humanitarian territory clearance: significance, classification and possible application at different stages. *Visnyk Taras Shevchenko National University of Kyiv Military-Special Sciences*, 1 (65), 61–71. [In Ukrainian]. [Гуцул, Т. (2026a). 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), 61–71.]. <https://doi.org/10.17721/1728-2217.2026.65.61-71>
- Hutsul, T. (2026b). Remote sensing – the optimal technology for collecting geospatial data in humanitarian mine action. *Municipal Economy of Cities*, 1(196), 216–231. [In Ukrainian]. [Гуцул, Т. (2026b). Дистанційне зондування – оптимальна технологія збору геопросторових даних в гуманітарному розмінуванні. *Комунальне господарство міст. Серія: «Інформаційні технології та інженерія»*, 1(196), 216–231.]. <https://doi.org/10.33042/3083-6727-2026-1-196-216-231>
- International Mine Action Standards. (2013). IMAS 07.11: *Land release*. Geneva International Centre for Humanitarian Demining. <https://www.mineactionstandards.org/standards/07-11/>
- International Mine Action Standards. (2021a). IMAS 08.10: *Non-technical survey*. United Nations Mine Action Service.
- International Mine Action Standards. (2021b). IMAS 05.10: *Information management for mine action*. United Nations Mine Action Service.
- Keates, J. S. (1964). *Cartographic communication*. In F. E. I. Hamilton (Ed.), *Abstracts of papers presented to the 20th International Geographical Congress* (p. 9). Nelson.
- 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>
- Kraak, M., & Ormeling, F. (2010). *Cartography: Visualization of Geospatial Data*. Taylor & Francis.

- Lacroix, P., Herzog, J., Eriksson, D., & Weibel, R. (2013b). Methods for visualizing the explosive remnants of war. *Applied Geography*, 41, 179–194. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.04.007>
- Lanclos, R., & Cottray, O. (2022, April 12). Ukraine: The HALO Trust Maps Landmines and Explosive Remnants of War. *ESRI Blog*. <https://www.esri.com/about/newsroom/blog/halo-trust-maps-ukraine-explosive-remnants>
- MacEachren, A. M. (1995). *How maps work: Representation, Visualization, and Design*. Routledge.
- Mathewson, A. (2022). Open-Source research and mapping of explosive ordnance contamination in Ukraine. *JMU Scholarly Commons*, 26(1), 3. <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol26/iss1/3>
- Mikhailova, E. (2024). Maps beyond icons: Semiotic analysis of maps of Ukraine during the Russo-Ukrainian War. *Ukrainian Analytical Digest*, 8, 2–8. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000696568>
- Molochko, A., & Molochko, N. (2018). Map semiotics: a complete view of the scientific linguistic concept of modern cartography that claims to be its general theory. *Visnyk Taras Shevchenko National University of Kyiv Military-Special Sciences*, 2(39), 39–47. [In Ukrainian]. [Молочко, А. & Молочко, М. (2018). Картосеміотика: довершений вигляд наукознавчої мовної концепції сучасної картографії, що претендує на роль її загальної теорії. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки*, 2(39), 39–47.]. <https://doi.org/10.17721/1728-2217.2018.39.39-47>
- Montello, D. R. (2002). Cognitive map-design research in the twentieth Century: Theoretical and empirical approaches. *Cartography and Geographic Information Science*, 29(3), 283–304. <https://doi.org/10.1559/152304002782008503>
- Ostrouchov, G., Doll, W. E., Beard, L. P., Morris, M. D., & Wolf, D. A. (2008). Multiscale structure of UXO site characterization: spatial estimation and uncertainty quantification. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 23(2), 215–225. <https://doi.org/10.1007/s00477-007-0212-4>
- Peterson, G. (2020). *GIS Cartography*. <https://doi.org/10.1201/9781003046325>
- President of Ukraine. (June 29, 2025). Decree of the President of Ukraine No. 441/2025 “On the Decision of the National Security and Defense Council of Ukraine of June 29, 2025, ‘On Ukraine’s Withdrawal from the Convention on the Prohibition of the Use, Stockpiling, Production, and Transfer of Anti-Personnel Mines and on Their Destruction of September 18, 1997’”. [in Ukrainian]. [Президент України. (2025, 29 червня). Указ Президента України № 441/2025 «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 29 червня 2025 року “Про вихід України з Конвенції про заборону застосування, накопичення запасів, виробництва і передачі протипіхотних мін та про їхнє знищення від 18 вересня 1997 року”»]. <https://www.president.gov.ua/documents/4412025-55505>
- Robinson, A. C. (2018). Elements of viral cartography. *Cartography and Geographic Information Science*, 46(4), 293–310. <https://doi.org/10.1080/15230406.2018.1484304>
- Robinson, A. H. (1960). *Elements of Cartography* (2nd ed.). John Wiley.
- Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., Kimerling, A. J., & Guptill, S. C. (1995). *Elements of Cartography* (6th ed.). John Wiley & Sons.
- Rubio, Z., Zeng, X., Wang, Y., Alvarado, A., Rivera, R., Heidari, H., & Fang, F. (2024). *RELAND: Risk estimation of landmines via interpretable invariant risk minimization*. URL: <https://arxiv.org/abs/2311.03115>
- Rudenko, L., & Dronova, O. (2014). Evaluation and mapping of state of emergency risk in Ukraine – European context. *Ukrainian Geographical Journal*. 1, 53–60. [in Ukrainian]. [Руденко Л. Г., Дронова О. Л. (2014). Оцінювання й картографування ризиків виникнення надзвичайних ситуацій в Україні – європейський контекст. *Український географічний журнал*. № 1, 53–60]. <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0000230726>
- Slocum, T. A. (2009). *Thematic Cartography and Geovisualization*. Prentice Hall.
- State Emergency Service of Ukraine. (May 12, 2025). Order No. NS-536 “On the Approval of Methodological Recommendations for the Development of Cartographic Documents in the

- Field of Civil Protection.*”. [In Ukrainian]. [Державна служба України з надзвичайних ситуацій. (2025, May 12). *Наказ № НС-536 «Про затвердження методичних рекомендацій щодо розроблення картографічних документів у сфері цивільного захисту»*]. <https://dsns.gov.ua/nakazi-z-osnovnoyi-diyalnosti/nakaz-dsns-ukrayini-ns-536-vid-12052025>
- State Emergency Service of Ukraine. (n.d.). *Demining in Ukraine* [in Ukrainian]. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. (n.d.). *Розмінування України*. mine.dsns.gov.ua
- Strizhkova, A. (2025). Updating the legal support for humanitarian demining in Ukraine with innovative approaches to land release. *Law And Innovations*, 4 (52), 94–100. [In Ukrainian]. [Стріжкова, А. (2025). Оновлення правового забезпечення гуманітарного розмінування України інноваційними підходами до вивільнення земель. *Право та інновації*, № 4(52), 94–100.]. [https://doi.org/10.37772/2518-1718-2025-4\(52\)-12](https://doi.org/10.37772/2518-1718-2025-4(52)-12)
- 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>
- Yagori, Ya. (2024) ‘Eight apps that will be useful for Ukrainians during the war’, February 6. *Ekonomichna Pravda*, Available at: <https://epravda.com.ua/publications/2024/02/06/709575/> (Accessed: 10 April 2024).
-