

© І.В. Давидова¹, В.В. Мельник-Шамрай¹, А.В. Панасюк¹, А.М. Махно¹
¹Державний університет «Житомирська політехніка», Житомир, Україна

ВИКОРИСТАННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ЧАС ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

I. Davydova¹, <https://orcid.org/0000-0001-6535-3948>

V. Melnyk-Shamrai¹, <https://orcid.org/0000-0002-3551-5085>

A. Panasiuk¹, <https://orcid.org/0000-0001-7468-2022>

A. Makhno¹, <https://orcid.org/0000-0002-7428-9578>

¹State University «Zhytomyr Polytechnic», Zhytomyr, Ukraine

USE OF CARTOGRAPHIC MATERIALS DURING ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

Мета. Висвітлити роль і напрями використання картографічних матеріалів у процесі оцінки впливу на довкілля (ОВД), визначити їхні переваги та обмеження, а також окреслити перспективи розвитку цього інструментарію в екологічній практиці.

Методика. Використано методи систематизації та узагальнення наукових і практичних джерел щодо застосування картографічних матеріалів у сфері ОВД. Основна увага приділена аналізу нормативно-правових документів, прикладів практичного впровадження картографічних рішень і можливостей геоінформаційних систем. Ілюстративні матеріали наведені на прикладі Звіту з оцінки впливу на довкілля ТОВ «Гранітний кар'єр».

Результати. У статті розглянуто роль і значення картографічних матеріалів у процесі оцінки впливу на довкілля (ОВД), підкреслено їхню важливість як універсального засобу просторового аналізу та візуалізації. Карти виступають ефективним інструментом для відображення складних екологічних процесів, виявлення потенційно небезпечних територій, моделювання різних сценаріїв розвитку та прийняття обґрунтованих рішень. Вони забезпечують прозорість та доступність інформації для експертів, органів влади і громадськості, дозволяють визначати зони впливу, моделювати кумулятивні ефекти, оцінювати ризики і планувати заходи з мінімізації негативних наслідків.

Наукова новизна. У статті систематизовано сучасні напрями використання картографічних матеріалів у структурі звіту з ОВД, акцентовано на їхній ролі як інструменту не лише ілюстративного, а й аналітичного характеру. Показано, що розвиток геоінформаційних технологій відкриває нові можливості для комплексного моделювання та інтеграції екологічних, соціальних і техногенних факторів у процесі оцінювання.

Практична значимість. Запропоновані підходи до застосування картографічних матеріалів можуть бути використані у практиці підготовки звітів з ОВД, екологічному плануванні та моніторингу. Їхнє впровадження сприяє підвищенню обґрунтованості управлінських рішень, мінімізації екологічних ризиків, прозорості комунікації з громадськістю та реалізації принципів сталого розвитку.

Ключові слова: оцінка впливу на довкілля, картографічні матеріали, геоінформаційні системи, просторовий аналіз, моніторинг, сталий розвиток, природний камінь, гірництво.

Вступ. Сучасний розвиток господарської діяльності супроводжується зростанням антропогенного навантаження на природне середовище. Реалізація промислових, транспортних, інфраструктурних та інших проєктів часто пов'язана з потенційними екологічними ризиками, що потребує проведення процедури оцінки впливу на довкілля (ОВД). Ефективність цієї процедури безпосередньо залежить від якості та повноти вихідної інформації про стан природних компонентів і просторову організацію території.

Картографічні матеріали посідають ключове місце серед джерел даних для ОВД, оскільки дозволяють наочно відображати розташування природних і техногенних об'єктів, визначати межі впливу планованої діяльності, виявляти вразливі екосистеми та оцінювати можливі кумулятивні ефекти. Сучасні геоінформаційні системи (ГІС), супутникові знімки та тематичні карти створюють передумови для глибокого просторового аналізу, який неможливо забезпечити лише за допомогою традиційних текстових чи табличних даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні підходи до ОВД ґрунтуються на міжнародних нормах та керівництвах, які прямо підкреслюють роль просторової інформації. Базовий правовий каркас формують Директива 2011/92/ЄС [1] і її оновлення 2014/52/ЄС [2], що вимагають ідентифікації, опису та оцінки суттєвих впливів із просторовою прив'язкою. В Україні ці вимоги імплементовано Законом «Про оцінку впливу на довкілля» №2059-VIII [3]. Комплементарні настанови ООН/ЮНЕП [4] та Міжнародної асоціації з оцінювання впливу (IAIA) [5] деталізують принципи кращих практик і технічні аспекти підготовки матеріалів ОВД, де карти та ГІС названі ключовими інструментами доказовості.

Власне роль картографічних матеріалів у процесі ОВД двоїста: (1) вони забезпечують прозору комунікацію (наочність територіальних меж, зон впливу, чутливих рецепторів), і (2) створюють основу для аналітики через ГІС-операції (оверлеї, буферизація, мережевий аналіз, багатокритеріальна оцінка). Ще з 1990-х описано успішні кейси застосування ГІС в екологічному плануванні та підготовці звітів ЕІА/ОВД, зокрема для оцінки впливу вітрових парків і в процедурах NEPA у США [6]. Подальші огляди систематизували використання ГІС у кумулятивних оцінках [7, 8]. Окремий клас джерел — методичні й технічні напрацювання (ESRI) [9-11], які демонструють стандартні робочі процеси просторового аналізу для потреб екологічного менеджменту та оцінювання ризиків.

Інтеграція дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з картографуванням розширила можливості ОВД — від базового картування покриття/використання земель до моніторингу теплових «островів», якості повітря, вод і біотопів [12]. Сучасні огляди підкреслюють, що регулярні супутникові ряди (Sentinel, Landsat) підвищують відтворюваність оцінок, а також дозволяють валідовувати припущення звітів ОВД незалежними даними. Нові публікації (2020–2025) акцентують на мультискейлових індикаторах та інтегрованих підходах для сталого розвитку, придатних для включення у картографічні розділи звітів [13, 14].

Окремим вектором є картографування кумулятивних ефектів: стохастичні та детерміністичні моделі «складання» впливів через безступеневі багатоваріантні моделі та гексагональні/фішнет-сітки, просторові індекси тиску-чутливості, а також морські керівництва з оцінювання кумулятивних ефектів, де картографічні продукти є основою для стратегічних (SEA) і просторових планів [7, 8]. Ці підходи напряму переносні в розділи «зони впливу», «аналіз альтернатив» і «моніторинг» звітів ОВД.

У вітчизняному академічному просторі просторово-аналітичні підходи до ОВД і екологічного менеджменту підтримують навчальні та наукові праці представників Житомирської політехніки. Навчальний посібник Пацевої, Мельник-Шамрай та Лук'янової [15] системно висвітлює етапи ОВД і містить вимоги до картографічних додатків. Додатково у виданнях та тезах, що зберігаються в електронному архіві Університету, розглянуто картографічне відображення політик ЄС у водному секторі на цифрових картах області, використання ГІС у гірничій справі (просторове планування робіт і екологічні обмеження) й прикладні методики картографічного аналізу для управлінських рішень — що прямо релевантно до структурних розділів ОВД на етапах «опис території», «аналіз альтернатив» і «моніторинг».

Мета статті (постановка завдання). Актуальність теми досліджень зумовлена необхідністю впровадження комплексного картографічного супроводу у процесі екологічної оцінки, що сприятиме підвищенню обґрунтованості управлінських рішень, зменшенню екологічних ризиків та забезпеченню прозорості процедури ОВД відповідно до національних і міжнародних стандартів.

Мета статті – висвітлити роль і напрями використання картографічних матеріалів під час проведення оцінки впливу на довкілля, визначити їх переваги і проблемні аспекти, а також окреслити перспективи розвитку цього інструментарію в екологічній практиці.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконати такі завдання:

1. Проаналізувати нормативно-правові засади використання картографічних матеріалів у сфері ОВД.
2. Систематизувати основні види картографічних матеріалів, що застосовуються під час екологічних оцінок.
3. Розглянути напрями використання карт у процесі визначення та прогнозування впливів на довкілля.
4. Навести практичні приклади застосування картографічного аналізу під час оцінки впливу на довкілля.
5. Оцінити переваги та проблемні аспекти застосування картографічних матеріалів у сучасній практиці ОВД.
6. Визначити перспективні напрями розвитку картографічного та геоінформаційного забезпечення екологічної оцінки.

Виклад основного матеріалу. Одним із ключових завдань під час підготовки звіту з оцінки впливу на довкілля є забезпечення його максимальної зрозумілості, інформативності та прозорості для широкого кола зацікавлених сторін –

від галузевих експертів та органів державної влади до місцевих громад і громадських організацій. Важливим інструментом у цьому контексті виступає візуалізація просторової інформації, яка дозволяє не лише узагальнювати складні обсяги даних, але й робити їх доступними для неспеціалістів. Картографічні матеріали здатні суттєво підвищити якість сприйняття змісту звіту, адже вони наочно демонструють просторові взаємозв'язки між об'єктом планованої діяльності та природним середовищем.

Використання карт дає змогу:

- уникати надмірної текстової перевантаженості звіту за рахунок подання великого масиву інформації у компактній та зрозумілій формі;
- забезпечити чітке уявлення про масштаб та характер впливів, межі їх поширення та потенційно вразливі території;
- створити можливість для багатокритеріального аналізу завдяки накладанню кількох тематичних шарів (наприклад, зонування землекористування, меж природоохоронних територій, гідрографічної мережі);
- зробити процес обговорення результатів ОВД більш інтерактивним, оскільки карти легко інтегруються в цифрові презентації, геопортали та системи відкритих даних.

Картографічні матеріали виступають універсальним засобом комунікації, який поєднує наукову обґрунтованість з доступністю для громадськості. У структурі звіту з ОВД вони можуть бути використані на різних етапах – від опису загальних відомостей про плановану діяльність до візуалізації альтернативних варіантів і плану моніторингу, що робить їх невід'ємним елементом сучасної практики екологічного оцінювання.

Загальні відомості про плановану діяльність.

На початковому етапі підготовки звіту з ОВД особливе значення має чітке відображення місця розташування планованого об'єкта та його просторового контексту. Топографічні карти, схеми територіального розташування та інші картографічні матеріали дозволяють візуалізувати проєкт у межах адміністративних одиниць (область, район, громада), а також у прив'язці до фізико-географічних особливостей території. Така інформація є ключовою для попереднього уявлення про характер середовища, в якому буде реалізовано діяльність.

Картографічні матеріали на цьому етапі виконують низку завдань:

- Визначення координат та меж проєкту. Карта з нанесеними географічними координатами та контурами території дозволяє встановити просторові межі впливу й одразу відмежувати їх від суміжних земель (рис. 1).
- Просторова прив'язка до населених пунктів. Відображення відстаней до найближчих міст, сіл і селищ важливе для оцінки потенційних соціальних і санітарно-гігієнічних наслідків (рис. 2).
- Наявність транспортної інфраструктури. Схеми, що показують дороги, залізничні колії, трубопроводи чи інші інженерні комунікації, дають можливість оцінити доступність території, а також потенційні додаткові навантаження (шум, викиди від транспорту, ризику аварій).

• Співвіднесення з природоохоронними територіями. Карти з нанесеними межами об'єктів природно-заповідного фонду, водоохоронних зон та територій Смарагдової мережі дозволяють на ранньому етапі виявити ризики територіальних конфліктів між планованою діяльністю та екологічними обмеженнями.



Рис. 1. Місце планованої діяльності на супутниковій карті [16]

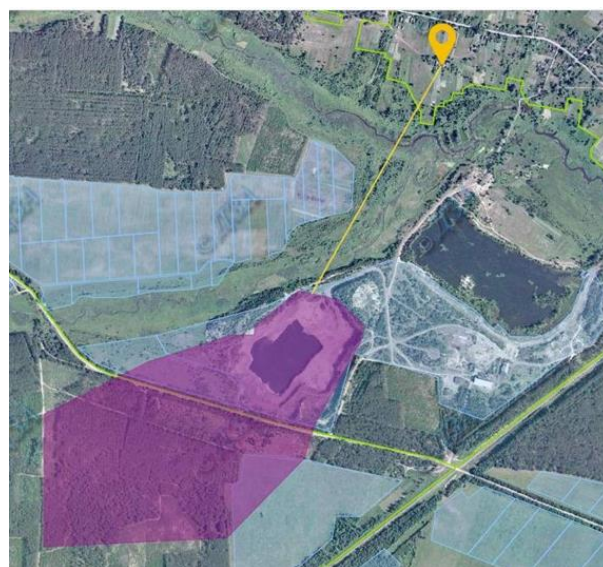


Рис. 2. Найближча житлова забудова до родовища [16]

Важливим є й те, що топографічні та оглядові карти цього розділу виконують функцію «точки входу» для читача звіту: вони забезпечують швидке орієнтування у просторі навіть для тих, хто не володіє спеціальними знаннями. Завдяки картографічним матеріалам зменшується необхідність у довгих текстових описах адміністративно-територіального розташування, що підвищує доступність документа для широкої громадськості.

Крім того, використання сучасних геоінформаційних систем (ГІС) надає можливість створювати інтерактивні карти, які можуть бути представлені як додатки у цифровому форматі (наприклад, *shapefile* чи *kmz*). Це відповідає європейській практиці забезпечення відкритості даних у сфері екологічної інформації та сприяє кращій взаємодії між замовниками, контролюючими органами та громадськістю.

Опис території, яка може зазнати впливу.

У цьому розділі основну увагу приділяють характеристиці просторових і природних особливостей території, що може піддаватися впливу планованої діяльності чи проекту. Тематичні карти виступають ключовим джерелом просторової інформації, оскільки вони дозволяють системно оцінити природні ресурси, екосистеми та особливості рельєфу.

Основні види карт та їх значення:

1. Геологічні карти – надають інформацію про наявність корисних копалин, схильність території до зсувів, осідань або інших геодинамічних процесів.

2. Гідрологічні карти (рис. 3) – показують річкові та водні системи, водозбірні басейни, болота, джерела та підземні води. Вони дозволяють оцінити потенційний вплив на водні ресурси та водні екосистеми.

3. Ґрунтові карти (рис. 4) – ідентифікують типи ґрунтів, їх родючість, ерозійну схильність та здатність до самовідновлення після порушень.

4. Ландшафтні карти – відображають природні комплекси, рельєф, рослинність, природні об'єкти та зони естетичної цінності.

5. Карти землекористування – демонструють, які землі використовуються для сільського господарства, лісового господарства, рекреаційної діяльності або промисловості. Вони допомагають оцінити потенційний конфлікт між різними типами використання земель.



Рис. 3. Умовно-прибережна захисна смуга [16]

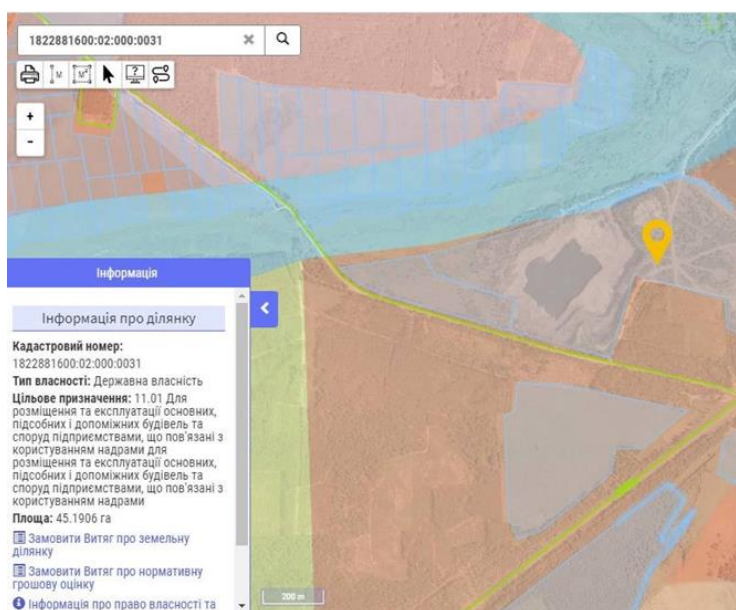


Рис. 4. Дані Публічної кадастрової карти щодо ґрунтового покриття на земельній ділянці [16]

В результаті аналізу карт та схем складається повне уявлення про природні умови території, її екологічну чутливість і потенційні ресурси, які можуть зазнати впливу. Це дозволяє не лише оцінити ризики, а й планувати заходи щодо мінімізації негативних наслідків діяльності.

Опис планованої діяльності.

Планована діяльність передбачає створення та функціонування комплексу об'єктів, які мають певний просторовий вплив на навколишнє середовище. Насамперед важливо чітко визначити характер і масштаби проекту: його призначення, тривалість, передбачувані етапи реалізації та територіальні межі.

Картографічні матеріали відіграють ключову роль у відображенні розташування основних виробничих споруд, транспортних і лінійних об'єктів, а також зон, відведених під складування або утилізацію відходів (рис. 5). Завдяки картам

можна зрозуміти, як нові об'єкти вписуються у вже існуючу просторову структуру, де саме проходитимуть дороги, трубопроводи чи лінії електропередач, яким чином вони перетинаються з природними та соціальними елементами середовища. Такі візуалізації допомагають оцінити не лише функціональну доцільність розміщення споруд, а й ризики їхньої взаємодії з природними комплексами та населеними пунктами.

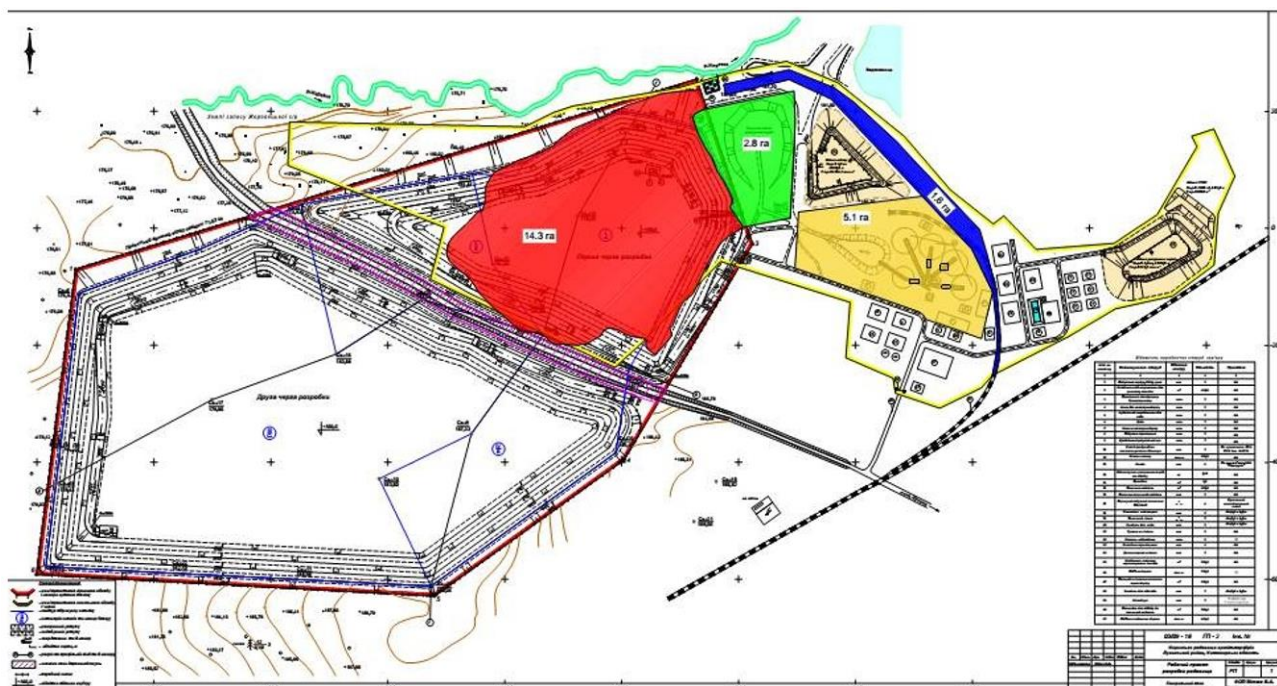


Рис. 5. Генеральний план ТОВ «Гранітний кар'єр» [16]

Окремої уваги заслуговують технологічні процеси, які реалізовуватимуться в межах проєкту. Важливо описати, які ресурси використовуватимуться, у яких обсягах залучатиметься вода чи енергія, де можуть утворюватися відходи, викиди чи скиди. Саме ці процеси формують основу потенційного впливу на довкілля і визначають екологічну чутливість території.

При оцінці планованої діяльності враховуються й інженерно-географічні обмеження: рельєф, ґрунтово-гідрологічні умови, схильність до зсувів чи підтоплення, а також близькість до населених пунктів, об'єктів інфраструктури або територій з особливим природоохоронним статусом. Усі ці чинники можуть як ускладнювати реалізацію проєкту, так і формувати додаткові ризики для навколишнього середовища.

Загалом, опис планованої діяльності має на меті не лише подати загальну характеристику проєкту, а й показати, у який спосіб він взаємодіятиме з навколишнім середовищем. Використання картографічних матеріалів дозволяє заздалегідь спрогнозувати можливі конфлікти із природними системами, оцінити масштаби впливу на довкілля та соціальну сферу, а також визначити напрями для мінімізації чи компенсації потенційних негативних наслідків.

Визначення та оцінка впливів.

Оцінка впливів є одним із ключових етапів екологічного аналізу, адже саме на цьому етапі встановлюється характер, масштаби та інтенсивність змін у довкіллі під дією планованої діяльності. Для цього широко використовуються картографічні матеріали, які наочно демонструють просторові межі поширення окремих факторів впливу та дозволяють порівняти їх із чутливими природними чи соціальними елементами території.

Завдяки спеціальним схемам можна візуалізувати зони акустичного навантаження, що показують, як далеко поширюється шумове забруднення від виробничих майданчиків, транспортних коридорів чи інженерних об'єктів. Аналогічно, карти розсіювання забруднюючих речовин у повітрі відображають динаміку поширення викидів в атмосфері залежно від рельєфу, напрямку вітрів та інших кліматичних чинників. Для оцінки стану земельних ресурсів використовуються карти потенційного підтоплення, ерозії або деградації ґрунтів, які дозволяють передбачити зони ризику та визначити необхідні заходи з попередження негативних наслідків.

Особливе значення має застосування геоінформаційних систем (ГІС), які відкривають можливість проведення просторового моделювання. За допомогою таких методів можна оцінювати не лише вплив кожного чинника окремо, а й кумулятивні ефекти — тобто сумарний результат одночасної дії кількох джерел впливу. Наприклад, поєднання шумового забруднення, забруднення повітря та вібрацій може створювати більш серйозні ризики для здоров'я населення й екосистем, ніж кожен чинник окремо.

У процесі визначення та оцінки впливів важливо враховувати їхню тривалість (коротко- чи довгострокові), оборотність (тимчасові чи незворотні), а також масштаби поширення (локальні, регіональні, транскордонні). Таке комплексне бачення дозволяє сформулювати повне уявлення про екологічні та соціальні ризики планованої діяльності, а також своєчасно розробити заходи щодо їхнього пом'якшення чи компенсації.

Розгляд альтернатив.

Одним із ключових етапів оцінки впливу на довкілля є аналіз можливих альтернатив реалізації запланованої діяльності. Вибір оптимального рішення передбачає врахування екологічних, соціально-економічних та просторово-планувальних чинників. Використання картографічних матеріалів у цьому процесі дозволяє здійснити комплексне зіставлення різних варіантів розташування об'єкта чи застосування альтернативних технологій.

По-перше, картографічні дані забезпечують наочність під час порівняння сценаріїв. Візуалізація у вигляді тематичних карт дозволяє відобразити, як кожен із варіантів впливатиме на навколишнє середовище, зокрема на землекористування, водні ресурси, атмосферне повітря чи біорізноманіття. Завдяки цьому можна швидко виявити потенційні зони конфлікту, де господарська діяльність може суперечити екологічним інтересам.

По-друге, просторовий аналіз сприяє об'єктивному зіставленню екологічних ризиків. Використовуючи інструменти геоінформаційних систем, дослідники можуть оцінити відстань до природоохоронних територій, густоту населення в зоні впливу, рівень антропогенного навантаження на ландшафт. Це дозволяє кількісно порівняти альтернативи та аргументовано обґрунтувати вибір найбільш прийняттого варіанту.

По-третє, карти дають змогу моделювати майбутні сценарії. Наприклад, накладання шару передбачуваного забруднення на карту водозбору дозволяє прогнозувати поширення негативних наслідків у просторі. Аналогічно, моделювання шумового чи транспортного навантаження на різних ділянках може показати, яка альтернатива матиме найменший негативний вплив.

Важливим аспектом є також участь громадськості у процесі розгляду альтернатив. Картографічні матеріали роблять технічні дані доступними для ширшої аудиторії, адже просторові схеми та карти легше сприймаються, ніж таблиці чи текстові описи. Це підвищує прозорість процесу прийняття рішень та довіру до його результатів.

Заходи щодо запобігання та пом'якшення впливів.

Важливим завданням оцінки впливу на довкілля є не лише виявлення потенційних ризиків, але й розроблення комплексу заходів, що здатні запобігти або зменшити їх негативні наслідки. У сучасних умовах такі заходи стають складовою просторового планування, адже їхня ефективність значною мірою залежить від правильного розташування у межах досліджуваної території. Картографічні матеріали при цьому відіграють ключову роль, оскільки дозволяють чітко візуалізувати місця впровадження рішень, оцінити їхню взаємодію з навколишнім середовищем та зробити заходи максимально конкретними і просторово прив'язаними.

За допомогою карт можна визначити межі санітарно-захисних зон навколо промислових підприємств, транспортних коридорів чи полігонів відходів, що дає можливість мінімізувати вплив на населення і природні об'єкти. Вони також дають змогу відобразити ділянки, призначені для рекультивациі після завершення будівельних або видобувних робіт, що особливо важливо у випадках значної трансформації ландшафтів. Окреме місце займає позначення територій для створення зелених насаджень, які виконують функцію природних фільтрів і шумозахисних бар'єрів, а також розташування очисних споруд, систем дренажу чи протипаводкових інженерних рішень. У результаті заходи перестають бути абстрактними рекомендаціями та перетворюються на просторово конкретизовані рішення, інтегровані у загальну систему землекористування.

Картографічні матеріали також дозволяють здійснювати аналіз ефективності запропонованих заходів. За допомогою геоінформаційних систем можна моделювати поширення забруднюючих речовин до та після впровадження очисних технологій, оцінити зменшення шумового навантаження завдяки створенню зелених коридорів, визначити рівень зниження ризику підтоплення при облаштуванні дренажних систем або спрогнозувати зміни у стані біорізноманіття після

проведення рекультивації. Це надає можливість не лише візуалізувати заплановані дії, а й обґрунтовано оцінити їхню дієвість.

Приклади практичного застосування картографії на етапі розроблення заходів доволі різноманітні. Так, у випадку будівництва кар'єру картографічні матеріали допомогли визначити конкретні ділянки, які підлягали рекультивації та відновленню лісового покриву (рис. 6). Для індустріальних парків із їхньою високою концентрацією виробництв картографічно окреслено санітарно-захисні зони, де передбачено створення зелених насаджень і шумозахисних бар'єрів. У міських інфраструктурних проєктах просторовий аналіз дозволяє розташувати очисні споруди в таких місцях, де вони забезпечували максимальний ефект без конфлікту з житловою забудовою.

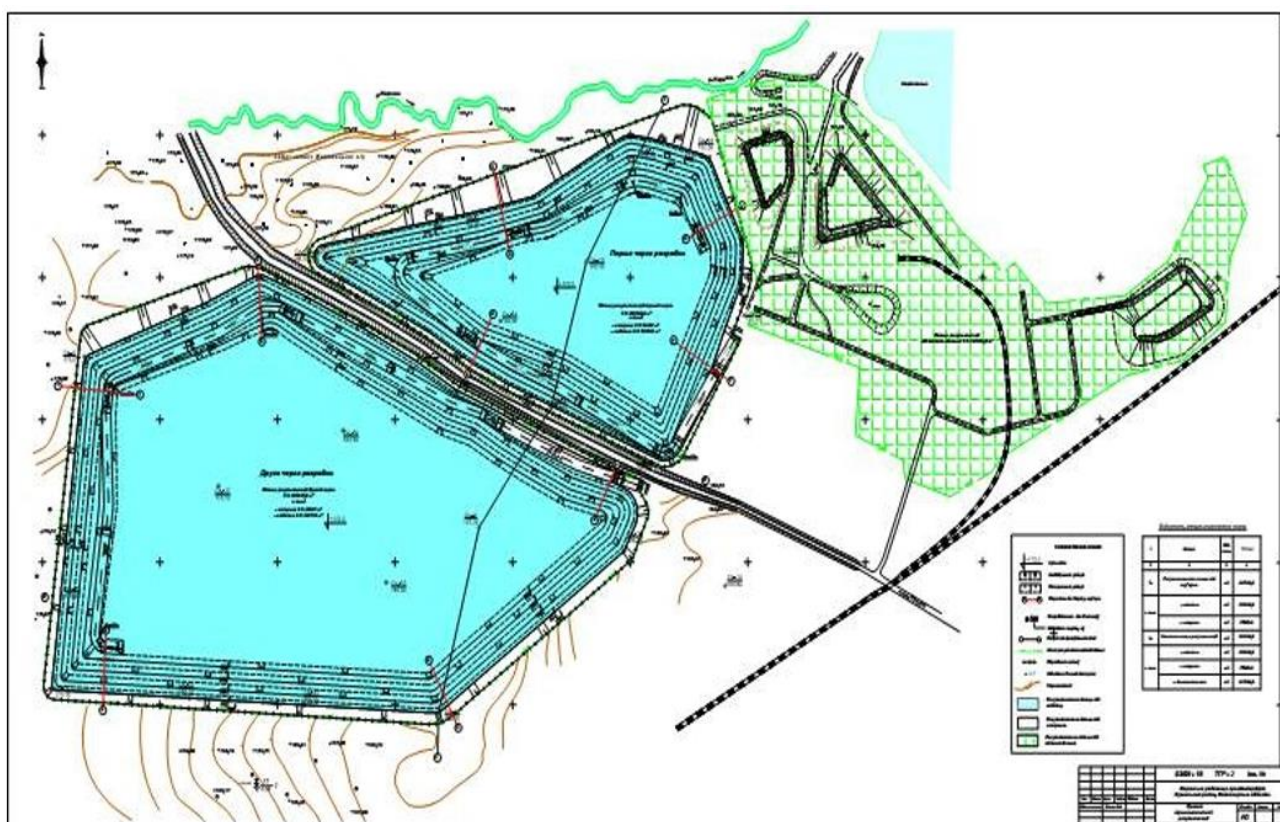


Рис. 6. Схема рекультивації порушених земель [16]

Програма моніторингу.

Невід'ємною складовою процесу оцінки впливу на довкілля є формування програми моніторингу, яка забезпечує систематичне відстеження стану природного середовища під час реалізації проєкту та після його завершення. Завдяки цьому можливо не лише своєчасно виявляти негативні зміни, а й оцінювати ефективність заходів із запобігання та пом'якшення впливів. Програма моніторингу виступає гарантією дотримання екологічних стандартів і забезпечує прозорість у відносинах між суб'єктом господарювання, органами влади та громадськістю.

Картографічні матеріали відіграють у цьому процесі особливу роль, адже вони дозволяють просторово відобразити розташування пунктів моніторингу і

тим самим чітко окреслити охоплення території контролю (рис. 7). На тематичних картах можна позначати гідрогеологічні свердловини для відбору проб ґрунтових вод, пости контролю якості атмосферного повітря, ділянки біомоніторингу, де спостерігається стан рослинності та фауни, а також пункти контролю за рівнем шуму чи радіаційним фоном. Завдяки такій візуалізації стає можливим оцінити рівномірність розташування пунктів спостереження, уникнути прогалин у територіальному охопленні та визначити пріоритетні зони, де моніторинг повинен бути більш інтенсивним.

Крім того, використання геоінформаційних систем дає змогу поєднувати результати спостережень у часі та просторі, формувати карти динаміки змін і порівнювати їх із базовими (фоновими) показниками. Це дозволяє своєчасно виявляти відхилення від норми, прогнозувати можливі тенденції та приймати коригувальні управлінські рішення. Просторове представлення даних моніторингу значно підвищує їхню наукову і практичну цінність, адже створює основу для комплексного аналізу.



Рис. 7. Схема місць забору води та скиду кар'єрних вод [16]

Додатки до звіту

Важливою складовою будь-якого звіту з оцінки впливу на довкілля є блок додатків, де доцільно систематизовано подавати всі створені картографічні матеріали. Такий підхід забезпечує зручність користування звітом і дозволяє виокремити графічну інформацію в окремий розділ, не перевантажуючи основну частину документа надмірними візуалізаціями. Усі карти, схеми та діаграми, що супроводжують аналітичні розділи, доцільно винести до додатків, зберігаючи

при цьому чіткі посилання на них у тексті звіту. Це дає змогу користувачам швидко знаходити необхідний матеріал та працювати з ним у більш зручному форматі.

Подання картографічних матеріалів у вигляді окремого блоку дозволяє структурувати їх відповідно до логіки проведеного аналізу: спочатку карти вихідних даних (природні умови, існуюче землекористування, екологічні обмеження), далі матеріали з аналізу впливів (альтернативи розташування, прогнозовані зони впливу, оцінка ризиків), а наприкінці – карти заходів з мінімізації, моніторингу та рекультивації. Така послідовність полегшує розуміння загальної логіки дослідження й дозволяє комплексно оцінити просторову складову проєкту.

Окремої уваги заслуговує питання форматів подання карт. Поряд із друкованими чи растровими зображеннями доцільно забезпечувати надання матеріалів у цифрових форматах, таких як *shapefile*, *geoJSON*, *kmz* чи інші формати, що підтримуються геоінформаційними системами. Це суттєво підвищує рівень відкритості даних та робить їх придатними для подальшого використання різними зацікавленими сторонами – від органів влади й науковців до громадських організацій. Крім того, цифрові карти дозволяють проводити додаткові аналізи, перевіряти моделі та уточнювати просторові рішення без необхідності повторного створення вихідних матеріалів.

Переваги та обмеження використання картографічних матеріалів у процесі ОВД.

Використання картографічних матеріалів у процесі оцінки впливу на довкілля має низку беззаперечних переваг (таблиця 1), що роблять їх ключовим інструментом просторового аналізу та обґрунтування управлінських рішень. Насамперед карти забезпечують високий рівень наочності: складні екологічні процеси, взаємозв'язки та ризики можна представити у зрозумілій графічній формі, що значно полегшує сприйняття інформації як фахівцями, так і громадськістю. Важливим є й потенціал картографії у здійсненні комплексного просторового аналізу, адже вона дозволяє виявляти закономірності розподілу впливів, накладати різнорідні інформаційні шари та оцінювати взаємодію антропогенних і природних факторів. Картографічні матеріали забезпечують можливість інтеграції різних типів даних — екологічних, соціальних, економічних, інфраструктурних, що створює цілісну картину для прийняття рішень.

Разом із тим існують певні обмеження у використанні картографічних матеріалів. Однією з головних проблем є точність даних, адже карти завжди містять узагальнення, спрощення та похибки, які можуть впливати на результати аналізу. Важливим чинником є масштабність: надто дрібні масштаби ускладнюють детальний аналіз, тоді як великомасштабні карти не завжди доступні для значних територій. Доступність актуальних картографічних матеріалів також часто є обмеженою через комерційну вартість або закритість деяких джерел просторових даних. Додатковим викликом є потреба у спеціалізованому програмному забезпеченні та кваліфікованих кадрах для роботи з геоінформаційними системами, що не завжди доступно у практиці проведення ОВД.

Попри наявні обмеження, перспективи розвитку картографічних технологій відкривають нові можливості для їх застосування у сфері ОВД. Зокрема, інтеграція штучного інтелекту та методів big data дозволяє автоматизувати обробку великих обсягів інформації, підвищуючи швидкість та точність аналізу. Широкого поширення набувають технології 3D-картографії, що забезпечують багатовимірне моделювання впливів і дозволяють оцінювати їх у динаміці. Окремим напрямом є створення цифрових двійників територій, які поєднують картографічні дані з реальними процесами у режимі реального часу. Такі підходи роблять можливим більш глибокий аналіз сценаріїв, точне прогнозування наслідків та ефективне управління територіями в умовах сталого розвитку.

Таблиця 1

SWOT-аналіз використання картографічних матеріалів
у процесі оцінки впливу на довкілля

Переваги (S – Strengths)	Обмеження (W – Weaknesses)
Висока наочність і зрозумілість для користувачів.	Обмежена точність та узагальнення даних.
Можливість комплексного просторового аналізу.	Залежність від масштабу та рівня деталізації.
Інтеграція різних типів даних (екологічних, економічних, соціальних).	Недостатня доступність актуальних картографічних матеріалів.
Підтримка прийняття управлінських рішень.	Висока вартість спеціалізованого програмного забезпечення і даних.
Забезпечення прозорості та відкритості інформації.	Потреба у кваліфікованих фахівцях.
Перспективи розвитку (O – Opportunities)	Загрози (T – Threats)
Використання штучного інтелекту для автоматизації аналізу.	Низька якість або застарілість вихідних даних.
Інтеграція big data та супутникових спостережень.	Залежність від комерційних постачальників інформації.
Розвиток 3D-картографії та візуалізації у VR/AR.	Ризики кібербезпеки при роботі з цифровими платформами.
Створення цифрових двійників територій.	Технологічна нерівність між країнами та регіонами.
Поширення відкритих геоданих та глобальних геоплатформ.	Можливість маніпулятивного використання карт у процесі прийняття рішень.

Загрози використання картографічних матеріалів у процесі оцінки впливу на довкілля полягають у ризиках низької якості або застарілості даних, що може призвести до викривлених висновків і помилкових рішень. Важливою проблемою є також залежність від комерційних постачальників просторової інформації, оскільки доступ до детальних карт часто обмежений високою вартістю чи ліцензійними обмеженнями. Додатковим чинником виступають ризики кібербезпеки при використанні цифрових платформ, адже збої або несанкціонований доступ можуть поставити під загрозу цілісність даних. Не менш суттєвою є технологічна нерівність між різними країнами та регіонами, яка обмежує рівні можливості у застосуванні сучасних інструментів просторового аналізу. Нарешті, завжди існує небезпека маніпулятивного або вибіркового використання картографічних матеріалів з метою виправдання рішень, що суперечать принципам сталого розвитку та екологічної безпеки.

Висновки. Проведене дослідження підтвердило, що картографічні матеріали є невід'ємним інструментом сучасної практики оцінки впливу на довкілля. Вони забезпечують поєднання наукової аналітики з доступністю інформації для широкого кола користувачів, дозволяють просторово відображати масштаби та характер впливів, робити їх зрозумілими для експертів, органів влади і громадськості. Карти виступають ефективним засобом комунікації, оскільки унаочнюють складні просторові процеси, сприяють прозорості прийняття рішень і зменшують соціальні ризики.

Важливим є те, що картографічні матеріали не обмежуються функцією ілюстрації, а активно використовуються для просторового аналізу, моделювання альтернатив, визначення зон ризику, розроблення заходів з мінімізації впливів і формування програм моніторингу. Водночас наявні певні обмеження, пов'язані з точністю, масштабністю та доступністю даних, а також потребою у спеціалізованому програмному забезпеченні та підготовлених кадрах.

Перспективи розвитку пов'язані з інтеграцією картографії з інноваційними цифровими технологіями: використанням супутникового моніторингу, big data, алгоритмів штучного інтелекту, тривимірної візуалізації та створенням цифрових двійників територій. Це розширює можливості прогнозування екологічних наслідків і підвищує якість екологічного управління.

Отже, комплексне використання картографічних матеріалів у структурі звіту з оцінки впливу на довкілля сприяє прийняттю більш зважених рішень, підвищує рівень обґрунтованості та відкритості екологічної оцінки і відповідає сучасним міжнародним стандартам у сфері сталого розвитку.

Перелік посилань

1. Directive 2011/92/EU on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment (codified). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2011/92/oj/eng> EUR-Lex
2. Directive 2014/52/EU amending Directive 2011/92/EU (EIA). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2014/52/oj/eng> EUR-Lex
3. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» №2059-VIII (23.05.2017). <https://zakon.rada.gov.ua/go/2059-19>

4. UNEP. Environmental Impact Assessment Training Resource Manual (Sadler & McCabe, eds.). https://digitallibrary.un.org/record/574137/files/EIA_Training_Resource_Manual.pdf
5. IAIA. Best Practice Principles of EIA (International Best Practice Principles). <https://iaia.org/wp-content/uploads/2025/02/BEST-PRACTICE-Principles-of-EIA.pdf> iaia.org
6. Sparkes, A. (1996). A GIS for the Environmental Impact Assessment of a Wind Farm. ESRI Europe Proceedings. <https://proceedings.esri.com/library/userconf/europroc96/PAPERS/PN26/PN26F.HTM>
7. Atkinson, S.F. et al. (2011). Assessing the cumulative effects of projects using GIS techniques. Environmental Impact Assessment Review. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195925511000217>
8. Erikstad, L. et al. (2021). Calculating cumulative effects in GIS using a stepless multivariate model. Journal of Outdoor Recreation and Tourism. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215016121002004>
9. ESRI (2011). Geographic Information Systems and Environmental Health (white paper). https://www.esri.com/~media/files/pdfs/library/whitepapers/pdfs/gis_and_env_health.pdf
10. ESRI (2000). GIS Technology for Disasters and Emergency Management. <https://www.esri.com/~media/files/pdfs/library/whitepapers/pdfs/disasterngmt.pdf> esri.com
11. ESRI Proceedings (1997). Using GIS to Address NEPA's EIS Requirements. <https://proceedings.esri.com/library/userconf/proc97/proc97/to200/pap171/p171.htm> proceedings.esri.com
12. Harker, K.J. et al. (2021). Integrating remote sensing into EIA. FACETS. <https://www.facetsjournal.com/doi/10.1139/facets-2020-0049> facetsjournal.com
13. Avtar, R. et al. (2020). Remote sensing for sustainable development (огляд з прикладами оцінювання впливів). *Sustainability Science (PMC)*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7470744/>
14. Manapragada, N.V.S.K. et al. (2025). Remote sensing for environmentally responsive urban built environments. *Sustainable Cities and Society*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352938525000825>
15. Пацева І.Г., Мельник-Шамрай В.В., & Лук'янова В.В. (2022). *Оцінка впливу на довкілля: навчальний посібник*. ДУ «Житомирська політехніка». <https://eztuir.ztu.edu.ua/handle/123456789/8111>
16. Звіт з оцінки впливу на довкілля ТОВ «Гранітний кар'єр» (2021). 353 с.

ABSTRACT

Purpose. To highlight the role and directions of using cartographic materials in the Environmental Impact Assessment (EIA) process, identify their advantages and limitations, and outline the prospects for developing this tool in environmental practice.

Methodology. Methods of systematization and generalization of scientific and practical sources on the application of cartographic materials in the field of EIA were employed. Particular attention was paid to analyzing regulatory and legal documents, examples of practical implementation of cartographic solutions, and the potential of geographic information systems. Illustrative materials are presented using the Environmental Impact Assessment Report of Granite Quarry LLC as a case study.

Results. The article examines the role and significance of cartographic materials in the EIA process, emphasizing their importance as a universal means of spatial analysis and visualization. Maps effectively represent complex environmental processes, identify potentially hazardous areas, model alternative development scenarios, and support informed decision-making. They ensure transparency and accessibility of information for experts, authorities, and the public, enabling the delineation of impact zones, modeling of cumulative effects, risk assessment, and planning of mitigation measures.

Scientific Novelty. The article systematizes contemporary approaches to using cartographic materials within the structure of EIA reports, emphasizing their role as illustrative and analytical instruments.

It demonstrates that the development of geoinformation technologies opens new opportunities for integrated modeling and the incorporation of environmental, social, and technogenic factors into the assessment process.

Practical Significance. The proposed approaches to using cartographic materials can be applied in preparing EIA reports and environmental planning and monitoring. Their implementation contributes to strengthening the substantiation of managerial decisions, minimizing environmental risks, enhancing public communication transparency, and advancing sustainable development principles.

Keywords: *environmental impact assessment, cartographic materials, geographic information systems, spatial analysis, monitoring, sustainable development, mining.*

дата першого надходження статті до видання	04.07.2025
дата прийняття до друку статті після рецензування	07.08.2025
дата публікації (оприлюднення)	10.09.2025