

Інна Володимирівна Гамаюн¹, Марина Олегівна Пілічева²

¹студентка 1 курсу магістратури кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем
Харківський національний університет імені О. М. Бекетова (Харків, Україна)
E-mail: innavl2002@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8730-1580>

²кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем
Харківський національний університет імені О. М. Бекетова (Харків, Україна)
E-mail: maryna.pilicheva@kname.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1733-7534>
Scopus Author ID: 57215290310, Researcher ID: ABG-5067-2020

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДАНИХ ІЗ ВІДКРИТИХ ДЖЕРЕЛ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ БАЗИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

У статті досліджено особливості використання даних з відкритих джерел з метою їх інтеграції для формування бази геопросторових даних територіальної громади. Розроблено систему класифікації відкритих джерел геопросторових даних за шістьма категоріями. Проведено порівняльний аналіз картографічних сервісів та ресурсів з доступним експортом геопросторових даних. Визначено, що більшість геопросторової інформації з картографічних сервісів можливо отримати у відкритих форматах, таких як: GeoJSON, KML (XML), SHP, проте точність даних варіює від 1 до 15 м. Визначено переваги та недоліки джерел геопросторових даних, а також встановлено, що тільки їх інтеграція дозволить сформувати базу геоданих з повною інформацією про об'єкти територіальної громади.

Стаття є публікацією науково-методичного характеру.

Ключові слова: база геопросторових даних; геоінформаційні системи; територіальна громада; відкриті дані; картографічний сервіс, інтеграція даних.

Рис.: 1. Табл.: 3. Бібл.: 21.

Актуальність теми дослідження. Забезпечення територіальних громад достовірною та актуальною інформацією щодо геопросторових даних є одним з основних викликів сучасної землевпорядної та геодезичної діяльності. З урахуванням сьогоденних тенденцій децентралізації та реформування у сфері управління земельними ресурсами в Україні, створення бази геопросторових даних (БГД) стає важливим кроком для забезпечення прозорості та ефективності в ухваленні рішень на всіх рівнях управління [1]. Це дозволяє органам місцевого самоврядування та іншим зацікавленим сторонам мати доступ до точної та актуальної інформації, що сприяє кращому плануванню, розвитку та управлінню територіями загалом.

Умови активного розвитку цифрових технологій сприяють інтеграції відкритих джерел геоданих, таких як OpenStreetMap, космічні знімки, дані дистанційного зондування Землі тощо. Водночас, попри наявність значного масиву відкритих даних, процес їх систематизації та інтеграції у єдину базу геопросторових даних територіальних громад залишається методологічно не достатньо розробленим. Таким чином, дослідження можливостей застосування даних з відкритих джерел для формування бази геопросторових даних територіальної громади є актуальним науково-практичним завданням у сфері геодезії та землеустрою, вирішення якого сприятиме вдосконаленню інформаційного забезпечення процесів управління територіальним розвитком в Україні.

Постановка проблеми. Цифрові трансформаційні процеси усіх сфер діяльності суспільства ставлять перед галуззю землеустрою та містобудування нові виклики, пов'язані з необхідністю інтеграції геопросторових даних територіальної громади, для чого на початковому етапі виконується формування БГД. Структура бази геоданих обов'язково повинна включати геопросторові дані для забезпечення реалізації комплексного плану просторового розвитку територіальної громади, що на законодавчому рівні містить чіткі вимоги до формату даних та їх узгодженості [2]. При цьому першочерговою проблемою є відсутність достовірної та верифікованої інформації, яка могла б бути використана під час формування та наповнення БГД. Відкриті дані, такі як топографічні карти, супутникові знімки, матеріали дистанційного зондування землі, дані картографічних джерел, таких як: OpenStreetMap або Overpass, мають значний потенціал, однак їх застосування потребує додаткової перевірки та адаптації до сучасних потреб громад.

Вирішення цієї проблеми є важливим як з наукової, так і з практичного погляду. По-перше, воно сприяє удосконаленню методик використання відкритих джерел для створення БГД. По-друге, воно дозволяє забезпечити територіальні громади доступом до просторової інформації, необхідної для ефективного управління земельними ресурсами, планування територій, розробки комплексних планів просторового розвитку та інших аспектів управління. З практичного погляду це забезпечить територіальні громади інструментарієм для ефективного управління просторовим розвитком території на основі актуальних та достовірних даних. Як результат, розв'язання цієї проблеми сприятиме розвитку теоретико-методологічних засад формування баз геопросторових даних та вдосконаленню методів інтеграції різних видів та форматів просторової інформації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тема використання відкритих геопросторових даних та їх інтеграції в єдині бази даних активно досліджується як вітчизняними, так і закордонними науковцями, що підтверджує актуальність та важливість цієї проблеми. Особлива увага при цьому приділяється методологічним аспектам збору, обробки та верифікації даних з відкритих джерел.

Сьогодні відкриті дані застосовуються у різних галузях. Прикладом такого застосування може слугувати наукова праця [3], у якій досліджено переваги картографічних сервісів Google Maps, Bing Maps, OpenStreetMap, Mapbox, та їх потенціал для інтеграції в геоінформаційні системи. Використання відкритих геопросторових даних та інструментів з відкритим доступом для управління лісовими ресурсами, зокрема методів дистанційного зондування, краудсорсингу та активного залучення геоінформаційних систем (ГІС) для забезпечення ефективного управління лісовими екосистемами, наведено у роботі [4]. Відкриті дані активно використовуються при дослідженні водного фонду, наприклад, вченими запроваджено вебдодаток для перегляду даних про якість води, що використовує відкриті геопросторові дані для архівування, перегляду та аналізу даних [5]. Методика використання даних дистанційного зондування для моніторингу водного середовища досліджено в [6-7], де проведено аналіз офіційних онлайн-джерел безкоштовних геопросторових даних, що можуть бути використані в ГІС для вирішення завдань управління водними об'єктами. Активно використовуються ресурси таких порталів, як ESA, International Soil Moisture Network та EOS, які забезпечують доступ до відкритих геоданих про вологість ґрунтів, що є важливим для моделювання екосистем і аграрного планування [8].

У дослідженнях вчених також підіймається тема еволюції методів збору геопросторових даних, включаючи використання польових даних, фотографій та сучасних технологій ГІС, а також інтеграцію відкритих даних у процес картографування. Наприклад, у роботі [9] наголошено на важливості використання відкритих джерел для зниження витрат і забезпечення актуальності інформації. У науковій праці [10] проаналізовано інструменти і програмне забезпечення для інтеграції супутникових даних у ГІС-проекти, акцентується увага на основних провайдерах картографічних ресурсів, таких як Google Map, Bing Map, OSM, а також на важливість об'єднання різних джерел даних для забезпечення точності та ефективності аналізу геопросторових даних.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Проведений аналіз останніх досліджень і публікацій у сфері використання джерел відкритих геопросторових даних дає змогу констатувати наявність певних прогалин у науковому опрацюванні досліджуваної проблематики. Насамперед слід зазначити, що питання формування баз геопросторових даних на рівні територіальних громад досі не отримало належного висвітлення в наукових працях. Більшість дослідників зосереджують увагу на загальних аспектах використання відкритих геоданих або на їх застосуванні для вирішення вузько-спеціалізованих завдань, залишаючи поза увагою специфіку роботи з просторовими даними в контексті потреб територіальних громад.

Важливою та водночас недослідженою складовою залишається питання систематизації та класифікації джерел вихідних геопросторових даних, які можуть бути використані для наповнення БГД територіальних громад. Хоча у статі [11] було представлено діаграму класифікації сучасних методів збирання геопросторових даних, комплексний підхід до класифікації джерел відкритих геопросторових даних та визначення їх ролі у формуванні БГД територіальних громад досі не було розроблено.

Також недостатньо дослідженим залишається питання методологічного забезпечення процесу відбору та верифікації даних з відкритих джерел для потреб територіальних громад. Зокрема, відсутні чіткі критерії оцінювання якості та достовірності геопросторових даних з різних відкритих джерел, що ускладнює процес їх практичного застосування в управлінні територіями.

Таким чином, виникає необхідність у проведенні комплексного дослідження, спрямованого на розробку науково обґрунтованої класифікації джерел відкритих геопросторових даних та методології їх застосування для формування БГД територіальних громад.

Мета дослідження (статті). Метою дослідження є розробка структурованої системи пошуку, класифікації джерел відкритих геопросторових даних та аналіз можливостей їх застосування для формування бази геопросторових даних територіальної громади з урахуванням сучасних вимог до актуальності, точності та доступності даних.

Виклад основного матеріалу. Важливим аспектом формування та розвитку бази геопросторових даних територіальних громад є комплексний підхід до збору та інтеграції вихідних даних. Для забезпечення повноти, достовірності та професійного рівня наповнення БГД необхідно охопити широкий спектр джерел інформації. Зокрема, на основі проведених досліджень встановлено, що ефективний підхід до збору даних сприяє не лише підвищенню якості та надійності бази даних, але й створює міцну основу для подальшого аналізу, моделювання та прийняття обґрунтованих рішень.

Систематизація та класифікація джерел вихідних даних дозволяє організувати процес збору інформації таким чином, щоб забезпечити її всебічність і структурованість. Для цього джерела вихідних даних були класифіковані за наступними категоріями:

- 1) картографічні основи (базові карти) – забезпечують основу для формування геопросторової інформації, включаючи топографічні та тематичні карти;
- 2) офіційна землевпорядна та містобудівна документація – джерело актуальних даних про земельні ділянки, їх цільове призначення та забудову;
- 3) супутникові знімки – дозволяють отримати актуальні дані про стан територій, динаміку змін та особливості ландшафту у різні часові проміжки;
- 4) висотні дані (DEM/HGT) – забезпечують інформацію про рельєф території, що є важливим для планування та моделювання;
- 5) вебресурси з можливістю експорту геоданих – відкриті джерела, які надають доступ до геоданих у різних форматах GDB, GeoJSON, KML, ShapeFile т. і, з подальшою можливістю конвертування у різні класи просторових об'єктів БГД;
- 6) плагіни для роботи з ГІС (QGIS, ArcGIS тощо) – інструменти, що інтегровані безпосередньо у середовище програмного забезпечення, для доступу до зовнішніх джерел геопросторових даних.

Запропонована класифікація створює чітку структуру для систематичного підходу до наповнення БГД (рис. 1). Охоплення різних категорій джерел дозволяє забезпечити комплексність та інтеграцію даних для розв'язання широкого спектра задач. Наприклад, використання супутникових знімків у поєднанні з офіційною документацією сприяє підвищенню точності моделювання та ухвалення рішень.

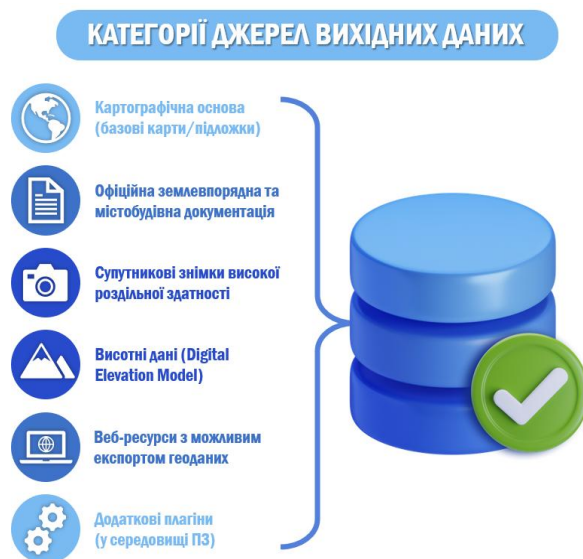


Рис. 1. Схема класифікації джерел вихідних даних

Джерело: розроблено авторами.

Важливим етапом проведеного дослідження став порівняльний аналіз функціональних можливостей та особливостей провідних картографічних сервісів (Bing Maps, OpenStreetMap (OSM), ESRI Standard Map та Google Maps), які можуть використовуватися як базова основа для формування БГД територіальних громад, за загальними критеріями (табл. 1):

- 1) функціональні можливості;
- 2) інструментальні можливості;
- 3) точність даних (міська та сільська місцевість, м);
- 4) актуальність даних (періодичність оновлення);
- 5) орієнтованість (цілі сервісу)
- 6) переваги;
- 7) недоліки;
- 8) можливі формати експорту.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз загальних можливостей та функціоналу лідерів картографічних сервісів

Критерії порівняння	Bing Map	OSM Standard Map	ESRI Standard Map	Google Map
1	2	3	4	5
Функціональні можливості	Пошук адрес, побудова маршрутів, супутникові знімки, тривимірні зображення	Інтерактивна мапа, можливість редагування та внесення даних користувачами	Інтеграція з ArcGIS, аналітика, тривимірні візуалізації	Пошук адрес, маршрутів, супутникові знімки, вулиці в реальному часі
Інструментальні можливості	Інтеграція з API (програмний інтерфейс), можливість отримання геокодування	API, завантаження та експорт даних у різних форматах	Потужний API для розробників, підтримка інтеграції з іншими сервісами ESRI	API для розробників, інтеграція з додатками Google (Google Earth, Google My Business)
Точність даних	1–15 метрів у міських зонах, 10–20 метрів у сільських територіях	1–15 метрів у міських зонах, залежить від внесених даних користувачами	1–3 метри для стандартних шарів, залежно від джерела, 5–50 у сільській місцевості	1–5 метри у міських зонах, 5–15 метрів у сільській місцевості

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5
Актуальність даних (періодичність оновлення)	Оновлення кожні 6–12 місяців, залежить від регіону інтересу	Часте оновлення завдяки внескам спільноти (3-6 місяці), але є регіони з меншою активністю	Залежить від джерела даних, оновлення кожні 6–24 місяці	Оновлення кожні 1–3 місяці, залежно від регіону
Орієнтованість (цілі сервісу)	Для бізнесу, різноманітних логістичних задач та планування маршрутів	Відкритий доступ для всіх користувачів, акцент на відкритість даних для дослідництва	Для наукових досліджень, просторового аналізу та професійного використання у сфері ГІС	Для широкого кола людей та професій, навігації, побудови маршрутів особливо для використання в комерційних цілях
Переваги	Висока деталізація супутникових знімків, зручний інтерфейс	Відкритість даних, можливість внесення змін користувачами та легкий експорт	Потужна інтеграція з аналітичними інструментами та продуктами ArcGIS	Висока деталізація карт, можливість перегляду вулиць у реальному часі
Недоліки	Ліміти на використання API, залежність від підключення до інтернету	Неоднорідність якості даних у різних регіонах, залежність від активності спільноти	Потребує доступу до комерційного ПЗ для повноцінного використання	Високі ціни на використання API для великих проєктів, обмеження у завантаженні даних
Можливі формати експорту	GeoJSON, KML, CSV, SHP	GeoJSON, XML, SHP	GeoJSON, SHP, GDB, KML, CSV	KML, GeoJSON, CSV, KMZ

Джерело: розроблено авторами.

Підсумовуючи, можна дійти висновку, що сфера картографічних сервісів демонструє високий рівень розвитку, забезпечуючи людство актуальними та деталізованими даними. Завдяки інтеграції з популярними картографічними сервісами та підтримці численних форматів базових карт, ГІС стають універсальним інструментом для роботи з задачами різних рівнів. Аналіз картографічних сервісів виявив їхні ключові переваги та недоліки. До основних переваг картографічних сервісів відносяться доволі часте оновлення, наприклад Google Map оновлюється кожні 3 місяці, можливість застосування відкритих форматів експорту, таких як GeoJSON, KML, SHP тощо; а відповідно до основних недоліків – не завжди висока точність даних (1-15 м), неоднорідність інформації, ліміти на використання та експорт тощо. Тому вибір платформи залежить від специфіки завдань і пріоритетів проєкту.

Для формування баз геоданих територіальних громад доцільно використовувати OpenStreetMap (OSM) та ESRI Standard Map. Відкрите джерело OSM забезпечує доступ, регулярне оновлення та підтримку популярних форматів, що підходить для землевпорядних та територіально-планувальних проєктів; у свою чергу ESRI Standard Map відзначається високою точністю даних (до 1–3 м), аналітичними можливостями та інтеграцією з ArcGIS, що робить його ідеальним для просторового аналізу та землевпорядних задач. Поєднання цих платформ забезпечує актуальність, деталізацію та професійний інструментарій для створення якісної БГД.

Ще одним із найважливіших аспектів роботи з геоінформаційними системами є наявність та доступність геопросторових даних. Вебресурси, що надають можливість експорту геоданих, стали критично важливим інструментом для досліджень і створення баз геоданих. Вони забезпечують доступ до різноманітних географічних та тематичних даних з усього світу, які є незамінними для планування, аналізу та управління земельними ресурсами на всіх рівнях. Завдяки безкоштовному доступу та можливості експорту даних у різних форматах, такі ресурси дозволяють зібрати, обробити та інтегрувати інформацію для використання у ГІС-програмах. Це значно спрощує процес створення карт, аналізу рельєфу, міського планування та інших геопросторових проєктів.

Під час дослідження виявлено ключові ресурси [12-21], які надають доступ до геопросторових даних із можливістю експорту у різних форматах. Кожен із цих ресурсів має свої особливості, включно з лімітами експорту, форматом даних та тематичним наповненням. Таблиця 2 є прикладом систематизованого представлення цих ресурсів та надає інформацію щодо їх наступних загальних характеристик:

- 1) ліміти для експорту геоданих з ресурсу;
- 2) доступні формати експорту;
- 3) особливості пошуку даних та експорту.

Таблиця 2 – Перелік ресурсів з вільним доступом до геоданих з подальшою конвертацією в різноманітних форматах

Назва ресурсу	Посилання на ресурс	Ліміти для експорту	Формати та особливості експорту
OSM (OpenStreetMap)	https://www.openstreetmap.org/#map=13/49.57789/34.40412	До 50000/1 експорт	Експорт геопросторових даних за обраною областю у форматі SHP, без фільтрації класів об'єктів або створення додаткових запитів.
CID (Center for innovations development)	https://cid.center/gisdata/	Без обмежень	Експорт певних наборів геоданих, базових шарів (ЦМР, горизонталі, інсоляція тощо), а також повний набір геопросторових шарів 3х ОТГ у форматі набору SHP-файлів.
Overpass turbo	https://overpass-turbo.eu/	Доступний експорт з лімітом до 80 MB	Експорт геоданих за областю інтересу, вводячи конкретний запит у вигляді коду або за допомогою інструменту помічника (наприклад «building=*»). Наявні наступні формати експорту: GeoJSON, GPX та KML.
Bbbike	https://extract.bbbike.org/	Доступний експорт з лімітом до 128 MB	Експорт згідно з обраною областю, без можливості обрати певні класи геоданих або створення запитів. Експортовані дані надсилаються на вказану користувачем пошту. Доступні формати: SHP, GeoJSON та SQL.
HDX (Humanitarian Data Exchange)	https://data.humdata.org/	Без обмежень	Ресурс для обміну «гуманітарними» гео- та статистичними даними усього світу, включаючи географічні карти, інфраструктуру, землеволодіння та ін. Доступні формати: GeoPackage, SHP, GeoJSON, CSV, GEOTIFF тощо.
Fao soils portal	https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/faounesco-soil-map-of-the-world/en/	Без обмежень	Портал, де наявні дані про ґрунти, світову карту ґрунтів та їх характеристики у форматі. Доступний експорт карти ґрунтів світу у вільному форматі SHP.
Public open data	https://public.opendatasoft.com/explore/?sort=modified	Експорт об'єктів в межах Європи	Публічні відкриті дані, зокрема по дорожній інфраструктурі та інших географічних об'єктах в Європі. Доступні формати: GeoPackage, SHP, GeoJSON, KML, GEOTIFF тощо
GADM	https://gadm.org/download_country.html	Без обмежень	Географічні адміністративні кордони країн, області, райони. Експорт доступний у наступних форматах: Geopackage, SHP, GeoJSON: level-0, level1, level2, KMZ: level-0, level1, level2
Simple Map	https://simplemaps.com/gis/country/ua	Експорт геоданих тільки в межах України	Географічні адміністративні кордони країн, області, райони тощо. Безкоштовна версія надає доступ для експорту геоданих стосовно лише України у форматах SHP та GeoJSON.
Visicom	https://visicomdata.com/samples?country=bd	Без обмежень	Геопросторові дані та інструменти для аналізу карт і міських територій у форматах: MapInfo (Mentum Planet, Vertical Mapper), GeoPackage, CAD, SHP. При зміні формату для експорту потрібно залишити запит на сайті.

Джерело: розроблено авторами.

Систематизація ресурсів з вільним доступом до геоданих була проведена з метою узагальнення інформації про доступні джерела геопросторових даних, що є основою для розробки БГД територіальних громад. Вивчення ресурсів і їхніх можливостей показало, що наявність різноманітних форматів даних, включно зі стандартними (SHP, GeoJSON, KML тощо), забезпечує гнучкість у використанні та експорту даних. Ліміти експорту в окремих ресурсах вимагають уважного вибору платформи для конкретного проєкту. Безкоштовний доступ до даних значно розширює можливості досліджень і впровадження геоінформаційних технологій у сферу управління територіями. Завдяки систематизації інформації, користувачі можуть швидко знайти відповідний ресурс для своїх задач, оцінити його функціонал і визначити, наскільки він підходить для інтеграції з наявними проєктами або створення нових. Це дослідження сприяє оптимізації процесів збору та обробки геопросторових даних, що, у свою чергу, підвищить ефективність роботи з розробки БГД у спеціалізованому програмному забезпеченні.

Для розробки та наповнення БГД територіальних громад оптимальними є використання таких ресурсів як: OpenStreetMap (OSM), Overpass Turbo та HDX. OSM забезпечує відкритий доступ до деталізованих геопросторових даних у форматі SHP, що підходить для створення базових шарів інфраструктури та природних об'єктів, а відкритий ресурс Overpass Turbo дозволяє виконувати точкові запити з високою вибірковістю даних у форматах GeoJSON, KML, що є ключовим для локальних потреб громад. У свою чергу HDX пропонує глобальні дані у форматах GeoJSON, CSV, GeoTIFF тощо, які можна використовувати для стратегічного планування та аналізу. Ці платформи забезпечують баланс між відкритістю, точністю та гнучкістю експорту даних, що робить їх універсальними для задач територіального управління та розвитку громад.

Вагомим аспектом для розуміння даної роботи є те, що для реального практичного використання усіх рекомендацій та розвитку даного напрямку у розрізі територіального планування, треба виокремити переваги та недоліки кожної категорії джерел вихідних даних (табл. 3). Таке співвідношення забезпечить фундаментально правильний підхід до розробки БГД, її подальшого наповнення та використання на місцевому рівні.

Таблиця 3 – Переваги та недоліки категорій джерел вихідних даних

Категорія	Переваги	Недоліки
1	2	3
1. Картографічні основи (базові карти)	- доступність широкого спектра масштабів та форматів; - високий рівень деталізації для різних територій; - можливість використання як базового шару для інших геоданих; - широке територіальне охоплення; - постійне оновлення даних (особливо OSM); - легкість інтеграції в ГІС-проєкти; - різноманітність стилів відображення.	- часто потребують оновлення через можливу застарілість даних; - можливі похибки у відображенні деталей через генералізацію; - ліцензійні обмеження на використання деяких картографічних матеріалів; - можлива неповнота даних для окремих територій; - залежність від інтернет-з'єднання; - обмеження на використання деяких джерел різна; - якість даних залежно від регіону.
2. Офіційна землевпорядна та містобудівна документація	- висока точність та офіційність даних; - відображення правового статусу земельних ділянок; - актуальність у контексті нормативно-правової бази; - юридична значущість та детальна інформація про землекористування актуальність для планування.	- складність доступу до деяких документів через бюрократичні обмеження; - можливі розбіжності між документами різних відомств; - обмежений обсяг просторової інформації в окремих випадках; - обмежений доступ до деяких документів; - застарілість даних; - складний процес отримання різних форматів даних.

Закінчення табл. 3

1	2	3
3. Супутникові знімки	-актуальність та висока деталізація зображень; -можливість отримання даних для важкодоступних територій; -широкий спектр застосувань у різних галузях (моніторинг, аналіз тощо); -актуальність відображення території та можливість зміни часового проміжку.	-висока вартість високоякісних знімків; -потреба у додатковій обробці для інтеграції в ГІС; -обмежена доступність через погодні умови та хмарність; -залежність від погодних умов; -значний обсяг даних потребує обробки; -обмеження на безкоштовне використання.
4. Висотні дані (DEM/HGT)	-необхідність для аналізу рельєфу та побудови 3D-моделей; -доступність даних з відкритих джерел (наприклад SRTM); -висока деталізація у локальних масштабах; -точна інформація про рельєф; -можливість 3D-моделювання; -глобальне покриття.	-низька точність у глобальних моделях. -складність обробки для великих територій; -обмеженість використання без спеціалізованого програмного забезпечення; -різна роздільна здатність, тому можливі помилки у даних.
5. Вебресурси з можливим експортом геоданих	-швидкий доступ до великого обсягу даних; -можливість експорту в різні формати для інтеграції в ГІС; -актуальність даних завдяки регулярному оновленню; -різноманітність форматів експорту; -оперативне оновлення; -легкість доступу та можливість вибору даних.	-неоднорідність формату даних; -залежність від інтернет-зв'язку; -можливі обмеження доступу до окремих ресурсів через політику конфіденційності; -залежність від роботи серверів обмеження на обсяг завантаження; -потреба в конвертації форматів.
6. Плагіни, які наявні у середовищі ГІС	-інтегрованість у робоче середовище ГІС; -простота використання для завантаження та обробки даних; -різноманітність функцій для аналізу та візуалізації; -зручність використання інтеграція з робочим середовищем; -автоматизація процесів; -розширені можливості обробки та додаткові інструменти.	-залежність від підтримки та оновлення плагінів; -можливі технічні проблеми при встановленні або використанні; -обмежена функціональність окремих плагінів; -залежність від версії ПЗ, тому можлива нестабільність роботи; -обмежена функціональність безкоштовних версій -потреба в навчанні користування.

Джерело: розроблено авторами.

Аналіз кожної категорії джерел вихідних даних показує, що їх переваги та недоліки суттєво впливають на процес створення БГД. Таблиця 3 ілюструє ці аспекти, що дає можливість обґрунтовано підійти до вибору джерел для забезпечення актуальності, точності та ефективності геоінформаційних проєктів. Усі ці аспекти досліджуються через призму того, як можна правильно диференціювати категорії джерел вихідних даних.

Картографічні основи забезпечують широкий спектр масштабів, легкість інтеграції в ГІС-проєкти, але часто потребують оновлення та можуть бути залежними від регіональної специфіки. Офіційна землепорядна документація вирізняється високою точністю і юридичною значущістю, однак її отримання ускладнене бюрократичними процедурами. Супутникові знімки та висотні дані надають актуальну, деталізовану інформацію, що важливо для 3D-моделювання й моніторингу територій. Проте висока вартість і складність обробки є значними перешкодами. Вебресурси з експортом геоданих забезпечують доступ до великого обсягу даних у різних форматах, що спрощує інтеграцію в ГІС, але потребують стабільного інтернет-з'єднання та оновлення інформації. Плагіни ГІС значно розширюють функціональність для аналізу та автоматизації процесів, хоча залежність від оновлень і ліцензій може обмежувати їх використання.

Підсумовуючи, розуміння цих особливостей є критично важливим для створення якісних геоінформаційних продуктів у сфері управління територіями, планування та розвитку територіальних громад. Таким чином, лише комплексне використання цих джерел дозволяє досягти оптимального результату. Інтеграція різних категорій даних забезпечує точність, актуальність і універсальність баз геоданих, знижуючи ризики, пов'язані з обмеженнями кожного окремого джерела.

Висновок. У результаті проведеного дослідження розроблено структуровану систему пошуку та класифікації джерел відкритих геопросторових даних, що дозволяє оптимізувати процес формування бази геопросторових даних територіальної громади. Запропонована класифікація за шістьма основними категоріями (картографічні основи, офіційна документація, супутникові знімки, висотні дані, веб-ресурси та плагіни ГІС) забезпечує комплексний підхід до збору та систематизації геопросторової інформації.

Систематизовано та проаналізовано можливості використання різних типів відкритих джерел геопросторових даних для потреб територіальних громад України. Проведений порівняльний аналіз функціональних можливостей картографічних сервісів та ресурсів з вільним доступом до геоданих дозволив визначити оптимальні шляхи їх застосування при формуванні БГД територіальної громади. Картографічні сервіси, наприклад OpenStreetMap, завдяки частому оновленню та експорту в GeoJSON, KML, SHP, є ефективними для створення базових шарів, незважаючи на обмеження (до 50 000 об'єктів) та варіативну точність (1–15 м). Супутникові знімки, такі як Sentinel-2 та Landsat, забезпечують високу деталізацію і моніторинг змін у часі, хоча потребують попередньої обробки. Веб-ресурси з доступним експортом Overpass Turbo та HDX, пропонують великий обсяг даних у зручних форматах для інтеграції, а додаткові плагіни, зокрема QuickOSM та Kadastr Live, автоматизують процес обробки та оновлення інформації. Висотні дані (DEM) з відкритого джерела Earth Data Search дозволяють здійснювати детальний просторовий аналіз, а офіційна землевпорядна та містобудівна документації забезпечують правове обґрунтування та високу достовірність даних. Такий підхід до наповнення БГД забезпечує точність, актуальність і правове узгодження геопросторових даних.

Розроблена система класифікації оптимізує процес пошуку та обробки необхідних даних, що значно підвищує ефективність формування БГД територіальної громади. Комплексний аналіз особливостей кожної категорії джерел даних, включаючи можливості їх конвертації та інтеграції у сучасні ГІС-системи, забезпечує обґрунтований вибір інструментів для конкретних завдань громади. Інтеграція різноманітних джерел геопросторових даних є необхідною умовою для досягнення високої точності та максимального результату при формуванні бази геоданих територіальної громади. Оскільки кожне джерело має свої специфічні характеристики, такі як точність, рівень деталізації, обмеження у форматах або частоті оновлення, їх комплексне використання дозволяє значно знизити вплив обмежень кожного окремого джерела та забезпечити повноцінне та актуальне представлення просторової інформації.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку алгоритмів автоматизованого збору даних з відкритих джерел, створення методики оцінювання актуальності отриманої інформації, вивчення можливостей інтеграції з системами електронного врядування територіальних громад та з інноваційними технологіями, такими як штучний інтелект, для автоматизації аналізу геопросторових даних. Практична реалізація запропонованих рекомендацій сприятиме підвищенню ефективності управління територіями громад, оптимізації процесів просторового планування та створенню сучасної інформаційної інфраструктури для сталого розвитку України.

Список використаних джерел

1. Карпінський, Ю.О., Лященко, А.А., Лазоренко, Н.Ю., Кінь, Д.О. (2024). Особливості роботи з геопросторовими даними громад для сталого розвитку їх територій. *Land & property development: innovations and transformations : 3rd International Scientific and Practical Conference* (с. 40-42). Київ. нац. ун-т буд. та арх. <https://repository.knuba.edu.ua/items/c8caf1e5-50b1-48f7-bc92-0f0be04234f6>.
2. Про затвердження структури Баз геоданих містобудівної документації на місцевому рівні, Наказ Міністерства розвитку громад та територій України № 56 від 22.02.2022 р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0432-22#Text>.
3. Залізецький, В.В., Черняк О.І. (2019). Аналіз функціональних можливостей популярних картографічних сервісів. *Актуальні проблеми розвитку науки в контексті глобальних трансформацій інформаційного суспільства* : матеріали II Міжнародн. наук.-практ. конф. (с. 148-152). <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/26607>.
4. Bhunia, G.S., Shit, P.K., Sengupta, D. (2020). Free-open access to geospatial data and tools for forest resources management. *Spatial modeling in forest resources management: rural livelihood and sustainable development*, 78, 651-675. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-56542-8_28.
5. Dolder, D., Williams, G.P., Miller, A.W., Nelson, E.J., Jones, N.L., Ames, D.P. (2021). Introducing an open-source regional water quality data viewer tool to support research data access. *Hydrology*, 8(2), 91. <https://doi.org/10.3390/hydrology8020091>.
6. Chen, J., Chen, S., Fu, R., Li, D., Jiang, H. (2022). Remote sensing of big data for water environment monitoring: current status, challenges, and future prospects. *Earth's Future*, 10(2), e2021EF002289. <https://doi.org/10.1029/2021EF002289>.
7. Kalyvas, C., Kokkos, A., Tzouramanis, T. (2017). A survey of official online sources of high-quality free-of-charge geospatial data for maritime geographic information systems applications. *Information Systems*, 65, 36-51. <https://doi.org/10.1016/j.is.2016.11.002>.
8. Кононюк, О.О., Різдваєцька, Я.І. (2022). Про можливості використання відкритих геоданих в ГІС режиму ґрунтової вологості. *Ґрунтові води* : матеріали наук.-практ. конф. (с. 27-30). Дніпровськ. держ. агр.-екон. ун-т.
9. Usery, E.L., Varanka, D.E., Davis, L.R. (2018). Topographic mapping evolution: From field and photographically collected data to GIS production and linked open data. *The Cartographic Journal*, 55(4), 378-390. <https://doi.org/10.1080/00087041.2018.1539555>.
10. Ресурси для пошуку та використання супутникових зображень. (б.д.). *Global Investigative Journalism Network*. <https://gijn.org/ua/resurs-ua/resursi-dla-posuku-ta-vikoristanna-suputnikovih-zobrazhen>.
11. Карпінський, Ю., Лазоренко-Гевель, Н. (2018). Методи збирання геопросторових даних для топографічного картографування. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*, 35(1), 204-211.
12. OpenStreetMap. (n.d). <https://www.openstreetmap.org/#map=13/49.57789/34.40412>.
13. GIS Data. (n.d). Center for International Development. <https://cid.center/gisdata>.
14. Overpass Turbo. (n.d). <https://overpass-turbo.eu/>.
15. BBBike Extract Service. (n.d). BBBike.org. <https://extract.bbbike.org>.
16. Humanitarian Data Exchange. (n.d). OCHA. <https://data.humdata.org>.
17. FAO/UNESCO Soil Map of the World. (n.d). FAO Soils Portal. <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/faunesco-soil-map-of-the-world/en>.
18. Public Open Data. (n.d). OpenDataSoft. <https://public.opendatasoft.com/explore/?sort=modified>.
19. GADM Data. (n.d). GADM. https://gadm.org/download_country.html.
20. Simple Maps GIS Data. [(n.d). Simple Maps. <https://simplemaps.com/gis/country/ua>.
21. Visicom Data Samples. (n.d). Visicom. <https://visicomdata.com/samples?country=bd>.

References

1. Karpinskyi, Yu.O., Liashchenko, A.A., Lazorenko, N.Yu., & Kin, D.O. (2024). Osoblyvosti roboty z heoprostorovymy daniamy hromad dlia staloho rozvytku yikh terytorii [Features of working with geospatial data of communities for sustainable development of their territories]. *3rd International Scientific and Practical Conference "Land & property development: innovations and transformations"*, Kyiv National University of Construction and Architecture (pp. 40–42). <https://repository.knuba.edu.ua/items/c8caf1e5-50b1-48f7-bc92-0f0be04234f6>.

2. Pro zatverdzhennia struktury Bazy heodanykh mistobudivnoi dokumentatsii na mistsevomu rivni [Approval of the structure of the Geodatabase of urban planning documentation at the local level], Order of the Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine No. 56 of 22.02.2022. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0432-22#Text>.

3. Zalizetskyi, V.V., & Chernyak, O.I. (2019). Analiz funktsionalnykh mozhlyvostei populiarnykh kartohrafichnykh servisi [Analysis of the functional capabilities of popular mapping services]. *2nd International Scientific-Practical Conference "Current problems of science development in the context of global transformations of the information society"* (pp. 148–152). Institute of Innovative Education. <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/26607>.

4. Bhunia, G.S., Shit, P.K., & Sengupta, D. (2020). Free-open access to geospatial data and tools for forest resources management. *Spatial modeling in forest resources management: Rural livelihood and sustainable development*, 78, 651–675. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-56542-8_28.

5. Dolder, D., Williams, G. P., Miller, A. W., Nelson, E. J., Jones, N. L., & Ames, D. P. (2021). Introducing an open-source regional water quality data viewer tool to support research data access. *Hydrology*, 8(2), 91. <https://doi.org/10.3390/hydrology8020091>.

6. Chen, J., Chen, S., Fu, R., Li, D., Jiang, H., Wang, C., & Hicks, B. J. (2022). Remote sensing big data for water environment monitoring: current status, challenges, and future prospects. *Earth's Future*, 10(2), e2021EF002289. <https://doi.org/10.1029/2021EF002289>.

7. Kalyvas, C., Kokkos, A., & Tzouramanis, T. (2017). A survey of official online sources of high-quality free-of-charge geospatial data for maritime geographic information systems applications. *Information Systems*, 65, 36–51. <https://doi.org/10.1016/j.is.2016.11.002>.

8. Kononyuk, O. O., & Rizdvanetska, Ya. I. (2022). Pro mozhlyvist vykorystannia vidkrytykh heodanykh v HIS rezhymu gruntovoi volohy [On the possibility of using open geodata in GIS mode of soil moisture]. *Scientific-practical conference "Groundwater"* (pp. 27–30). Dnipro State Agrarian and Economic University.

9. Usery, E.L., Varanka, D.E., & Davis, L.R. (2018). Topographic mapping evolution: From field and photographically collected data to GIS production and linked open data. *The Cartographic Journal*, 55(4), 378–390. <https://doi.org/10.1080/00087041.2018.1539555>.

10. Resursy dlia poshuku ta vykorystannia suputnykovykh zobrazhen [Resources for searching and using satellite images]. (2023). Global Investigative Journalism Network. <https://gijn.org/ua/resurs-ua/resursi-dla-posuku-ta-vikoristanna-suputnikovih-zobrazhen/>.

11. Karpinskyi, Yu., & Lazorenko-Hevel, N. (2018). Metody zbyrannia heoprosorovykh danykh dlia topohrafichnoho kartohrafuvannia [Methods of collecting geospatial data for topographic mapping]. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva – Modern Achievements of Geodetic Science and Production*, 35(1), 204–211.

12. OpenStreetMap. <https://www.openstreetmap.org/#map=13/49.57789/34.40412>.

13. GIS Data. <https://cid.center/gisdata/>.

14. Overpass Turbo. <https://overpass-turbo.eu/>.

15. BBBike Extract Service. <https://extract.bbbike.org/>.

16. Humanitarian Data Exchange. <https://data.humdata.org/>.

17. FAO/UNESCO Soil Map of the World. <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/faounesco-soil-map-of-the-world/en/>.

18. Public Open Data. <https://public.opendatasoft.com/explore/?sort=modified>.

19. GADM Data. https://gadm.org/download_country.html.

20. Simple Maps GIS Data. <https://simplemaps.com/gis/country/ua>.

21. Visicom Data Samples. <https://visicomdata.com/samples?country=bd>.

Отримано 28.01.2025

Inna Gamayun¹, Maryna Pilicheva²

¹Master's Student, 1st year, Department of Land Administration and Geoinformation Systems
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv (Kharkiv, Ukraine)

E-mail: innavl2002@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8730-1580>

²PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Land Administration and Geoinformation Systems
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv (Kharkiv, Ukraine)

E-mail: maryna.pilicheva@kname.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1733-7534>

Scopus Author ID: 57215290310, Researcher ID: ABG-5067-2020

ANALYSIS OF POTENTIAL FOR UTILIZING OPEN SOURCE DATA IN DEVELOPING THE GEOSPATIAL DATABASE FOR TERRITORIAL COMMUNITIES

The research addresses pressing issue of providing Ukrainian territorial communities with reliable geospatial information amid active digital transformation. This scientific work is driven by contemporary decentralization challenges and the need to integrate diverse data types for effective territorial management.

The primary research challenge lies in the lack of reliable methodology and verified information for establishing the geospatial database. The study aims to develop the structured system for searching, classifying, and analyzing open geospatial data sources, considering modern requirements for information relevance, accuracy, and accessibility.

Given the versatility of geoinformation technologies, the research methodology includes the comprehensive analysis of various sources of open data: cartographic bases, official documentation, satellite images, elevation data, web resources and GIS plug-ins. The comparative analysis of cartographic services and geospatial data resources was conducted to determine optimal integration strategies. The findings revealed that OpenStreetMap (OSM) or ESRI Standard Map cartographic bases are most suitable for developing territorial communities' geodatabases, ensuring data currency and high accuracy. The study identified GeoJSON, KML (XML), SHP, and GDB as the most prevalent geodata export formats, with OSM and Overpass turbo emerging as the most effective export resources, offering user-friendly interfaces and frequent updates (3-6 months) with accuracy ranging from 1-15 meters depending on the terrain.

The key research outcomes include developing the six-category classification system for geospatial data sources, enabling the comprehensive approach to gathering and systematizing geospatial information. The study systematized and analyzed potential applications of various open geospatial data sources for needs of Ukrainian territorial communities. Maximum accuracy and effectiveness can be achieved through comprehensive integration of all six geospatial data source categories. This approach ensures necessary information detail for effective management of the territorial community development. Consolidation of heterogeneous geospatial sources facilitates digital transformation, minimizes data limitation risks, and ensures reliability of geodatabases as the foundation for sustainable territorial development.

The research conclusions emphasize potential for optimizing data collection and processing procedures, significantly enhancing efficiency of geospatial database formation. Directions of future research are proposed, including, namely: development of automated data collection algorithms, assessment methodologies of information currency, integration with territorial governance systems, and innovative technologies. Practical significance lies in improving territorial management, optimizing spatial planning processes, and establishing modern information infrastructure for Ukraine's sustainable development.

Keywords: geospatial database; geoinformation systems; territorial community; open data; map service; data integration.

Fig.: 1. Table: 3. References: 21.