

ГЕОГРАФІЯ

<https://doi.org/10.26565/2410-7360-2024-60-09>

УДК 528.9:004.6:711

Надійшла 27 березня 2024 р.

Прийнята 20 травня 2024 р.

Геоінформаційне забезпечення геопорталів територіальних громад: довоєнні реалії й післявоєнні перспективи

*Антон Ачкасов*¹

аспірант кафедри фізичної географії та картографії,

¹ Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Харків, Україна,

e-mail: a.kashtan@meta.ua,  <https://orcid.org/0009-0002-8247-9627>;

*Наталія Попович*¹

к. геогр. н., доцент кафедри фізичної географії та картографії,

e-mail: n.v.popovych@karazin.ua,  <http://orcid.org/0000-0003-4968-6296>;

*Віліна Пересадько*¹

д. геогр. н., проф., професор кафедри фізичної географії та картографії,

e-mail: vilinaperesadko@karazin.ua,  <https://orcid.org/0000-0002-2439-2788>;

*Тенгіз Гордєзіані*²

д. геогр. н., доцент кафедри геоморфології і картографії географічного департаменту,

² Тбіліський державний університет імені Іване Джавахішвілі, Тбілісі, Грузія,

e-mail: tengiz.gordeziani@tsu.ge,  <https://orcid.org/0009-0006-1547-8201>

У зв'язку зі зміною адміністративно-територіального устрою і компетенцій місцевого самоврядування у ході реформи децентралізації, а також реформами цифровізації і земельних відносин, територіальні громади потребують розроблення цілого пакету картографічних творів, присвячених просторовому плануванню, містобудівному і земельному кадастру, розвитку перспективних галузей громади. Зі створенням Національної інфраструктури геопросторових даних місцевий рівень має бути забезпечений базовими наборами геоданих та функціоналом публікації цих даних, роботи з ними у єдиній системі на базі ГІС-технологій та веб-картографування у вигляді геопорталів. Окремим завданням є відновлення постраждалих внаслідок російської військової агресії територій, для успішної реалізації якого теж є необхідним залучення карт та ГІС. Якісне геоінформаційне забезпечення громад є необхідним для сталого розвитку міст та спільнот, що є однією з Цілей сталого розвитку, ухвалених ООН у 2015 році. У статті висвітлено стан, досвід та перспективи впровадження геопорталів в Україні; їхню структуру, можливий функціонал та картографічний зміст; процес розробки геопорталів і наповнення геоданими на прикладі прототипу геопорталу Нововодолазької територіальної громади Харківської області. Порівняно різні програмні рішення щодо архітектури геопорталу на основі Open Source. На основі авторських досліджень сформульовано наступні рекомендації щодо розробки геопорталів територіальних громад: використання відкритого програмного забезпечення при побудові геопорталу; обов'язкове завантаження і зберігання карт і даних комплексного плану для подальшого використання у побудові тематичних карт; використання методів традиційної картографії при розробці картографічного забезпечення, в тому числі, відповідних умовних знаків; реалізація на геопорталі функцій зручної роботи з картографічною інформацією; дотримання вимог та методичних рекомендацій щодо якості, сумісності і подальшої публікації просторових даних у системі Національної інфраструктури геопросторових даних.

Ключові слова: геоінформаційне забезпечення, картографічне забезпечення, просторове планування, геопросторові дані, територіальна громада, геопортал територіальної громади, цілі сталого розвитку ООН.

Як цитувати: Ачкасов Антон. Геоінформаційне забезпечення геопорталів територіальних громад: довоєнні реалії й післявоєнні перспективи / Антон Ачкасов, Наталія Попович, Віліна Пересадько, Тенгіз Гордєзіані // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія», 2024. – Вип. 60. – С. 124-136. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2024-60-09>

In cites: Achkasov Anton, Popovych Nataliia, Peresadko Vilina, Gordeziani Tengiz (2024). Geoinformation support of geoportals of territorial communities: pre-war realities and post-war prospects. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology", (60), 124-136. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2024-60-09> [in Ukrainian]

Постановка проблеми. Вперше на проблематику створення якісного інформаційного забезпечення і його впровадження на всіх рівнях держави, від національного до окремих користувачів, звернено увагу у публічній площині в ході реформи децентралізації. Реформа мала на меті передачу прав, повноважень і відповідальності

на місця, що передбачає створення самостійних, незалежних від органів державної влади, спроможних громад [41,42]. У 2014 році прийнята «Концепція реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні» [27], реалізація якої поділена на підготовчий і основний етапи. На першому етапі сформовано

законодавчо-нормативну базу щодо передачі управління на місцевому рівні, добровільного об'єднання громад та їх співробітництва. Фактично цей етап завершений у 2020 році зміною адміністративно-територіального устрою, об'єднанням деяких громад згідно перспективних планів областей, а в 2021 році майно та землі передані у власність громад [39, 40].

Однією з цілей другого етапу декларовано забезпечення попиту громад в актуальній містобудівній документації, а саме у схемах планування території та генеральних планах, модернізація системи територіального планування на місцевому рівні. Наразі це означає, що для ефективного самоврядування, належного прогнозування і планування розвитку територій, розрахунку їхньої фінансової спроможності в громадах має бути належний, якісний картографічний матеріал, створений на основі принципів цифровізації. Це передбачає реалізацію реформи за допомогою цифрових систем. У свою чергу, однією з цілей цифровізації є перехід місцевого самоврядування на електронну форму роботи, оптимізація процедур надання адміністративних послуг. У результаті впроваджено ринок землі, державний електронний сервіс «Дія» і Національну інфраструктуру геопросторових даних (НІГД). Комісія з ГІС при Кабінеті Міністрів України та концепція Національної ГІС були створені ще у 1992-1993 роках, але незважаючи на активну роботу профільних фахівців та міжнародну співпрацю, НІГД отримала практичну реалізацію лише у 2020 році з прийняттям Закону України про «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» [1]. Згідно Закону, а також за концепцією третього покоління НІГД, її основою є розгалужена мережа геопорталів, створюваних за ієрархічним принципом, що забезпечує не тільки зберігання, а й обмін, моніторинг і оновлення наявних просторових даних між різними рівнями управління територіями. Геопортал, в свою чергу, є веб-додатком, що містить просторові дані і відображає їх у мережі Інтернет. Геопортали надають змогу органам місцевого самоврядування (ОМС) візуалізувати дані громади і ефективно з ними працювати для прийняття управлінських рішень, дозволяють здійснювати моніторинг ресурсів і сучасного стану територій.

Згідно закону, органи місцевої влади зобов'язані публікувати усі наявні просторові дані на своїх веб-сайтах або геопорталах, які, в свою чергу, мають інтегруватися на національному порталі. Тобто, громади повинні надавати усі геодезичні, картографічні, містобудівні та кадастрові матеріали не тільки у паперовому, а й в електронному вигляді за допомогою веб-сервісів із застосуванням сучасних геоінформаційних

технологій. До впровадження НІГД протягом кількох років використання ГІС та веб-картографування вже було поширене у роботі окремих міст, громад та державних служб (по більшості кадастрових). Станом на кінець 2023 року у системі НІГД зареєстровано близько 81% громад (що, втім, не означає наявності актуальних метаданих і геопорталу в цих громадах).

24 липня 2021 року запроваджено виконання комплексного плану просторового розвитку території для територіальних громад (ТГ). Першими громадами, де впроваджено комплексний план (в рамках пілотного проекту), були Роганська і Пісочинська ТГ. Досвід розробки і методичні підходи увійшли до відповідних посібників [28, 29, 36]. Комплексний план за призначенням представляє містобудівну і землевпорядну документацію та об'єднує раніше розрізнені між собою категорії картографічних творів: план існуючого використання території, проєктний план, ландшафтний план, тощо. Також створення комплексного плану передбачає створення засобами ГІС картографічної основи, комплексну оцінку території, проведення стратегічної екологічної оцінки, врахування стратегії розвитку ТГ. Таким чином, громади отримали можливість в рамках одного проєкту одразу вирішити цілий ряд проблем, що є пріоритетними для життя громади та сталого розвитку. Також треба зазначити, що комплексний план має бути розроблений до 1 січня 2025 року, інакше можливість відведення земель та зміни їхнього цільового призначення буде заблокована.

Тепер це питання є ще більш гострим у зв'язку з початком повномасштабної війни, коли мова йде не тільки про просторове планування, а й про організацію відновлення постраждалих територій, яке теж має бути забезпечене актуальними даними та візуалізовано за допомогою ГІС [43]. Наразі, через військовий стан, робота місцевих ГІС і геопорталів досить обмежена з міркувань безпеки (суттєву частину інформації не можна використовувати публічно, частина геопорталів працюють у режимі закритого або обмеженого доступу), але збір і оновлення інформації має продовжуватися, що цілком необхідно для ефективної роботи місцевого самоврядування у післявоєнний період.

Тому питання створення місцевих геопорталів як єдиного, централізованого сервісу у системі НІГД, що об'єднує функції зберігання, обробки, систематизації і візуалізації просторової інформації є актуальним, нагальним і перспективним. До того ж, якісне геоінформаційне забезпечення громад є необхідним для сталого розвитку міст та спільнот, що є однією з Цілей сталого розвитку, ухвалених ООН у 2015 році [35].

Метою статті є на основі аналізу нормативних документів, досвіду створення геопорталів визначити подальші перспективи і напрямки розвитку місцевих геопорталів в Україні та їхнього геоінформаційного та картографічного забезпечення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Увага до питань сталого розвитку громад серед науковців значно посилилася за останні 10 років. Сутність, структура і наповнення геопорталів просторовими даними розглядалися І. Ковальчуком та А. Ковальчуком, які обґрунтовували потребу в запровадженні геопорталів, їхнє цільове призначення, завдання, що повинні виконуватися, функціонал, звернули увагу на слабкість і непередуманість змісту і наповнення геопорталів. Ці роботи цінні як керівництво при створенні контенту геопорталу, бо в них запропоновано чітку структуру, міститься перелік картографічних творів для його наповнення та перелік джерел просторових даних, що наявні у вільному доступі [16, 17].

Новаторами у галузі інфраструктури геопросторових даних та геоінформаційних систем на даний момент є вчені Київського національного університету будівництва і архітектури (КНУБА), а саме Ю. Карпінський, А. Лященко, Н. Лазоренко, Д. Кінь. Більш ніж 20 років тандем Ю. Карпінського та А. Лященко просував у публічному і науковому середовищі тему впровадження сучасних методичних підходів, систем і технологій у геодезії, топографії, кадастрі та містобудуванні. Завдяки їхнім спільним зусиллям сформовано теоретико-методичну основу функціонування НІГД, національні стандарти ДСТУ щодо географічної інформації та її публікації у мережі Інтернет, створено державну систему координат УСК-2000, налагоджено міжнародну співпрацю та реалізовано спільні проєкти з норвезькими, шведськими, японськими фахівцями [12]. Автори неодноразово звертали увагу на взаємозв'язок НІГД із просторовим плануванням та сталим розвитком громад.

У статті А. Лященко, О. Карпенко, та А. Черіна, присвяченій ТГ у системі НІГД, зазначено, що згідно концепції ІГД третього покоління НІГД базується на мережі геопорталів різних ієрархічних рівнів (держані, регіональні, місцеві, спеціальні) і їх взаємодії між собою, а тому органи місцевого самоврядування несуть значну відповідальність за створення геопросторових даних які, з одного боку, формують базовий рівень НІГД, а з іншого – необхідні для сталого розвитку громад та ефективного прийняття рішень. Наголошено, що для розвитку НІГД протягом 4-5 років необхідно створення топографічних планів масштабу 1:2 000, підвищення компе-

тентності управлінців у сфері ГІС-технологій [18]. Якщо перевести це у практичну площину, то для створення якісної картографічної продукції та геопросторових даних необхідним є використання веб-сервісів загальнодержавного рівня (ДЗК, ПМК), до яких можна отримати доступ через національний геопортал НІГД. У свою чергу, ті дані та карти, створення яких, згідно чинного законодавства, лежить у компетенції ТГ, мають бути зареєстровані і завантажені у системі НІГД згідно міжнародних стандартів, що дозволить НІГД автоматично оновити ці дані завдяки динамічності національної системи. Наприклад, такими матеріалами є топографічні плани в масштабах 1:500 і 1:2 000, а за створення карт в масштабі 1:10 000 відповідальною є держава [11, 19, 20].

Впровадження ГІС у контексті кадастру, земельних ресурсів і норм права досліджували Ю. Кірічек та В. Гряник, які наголошували на актуальності застосування ГІС в управлінні земельними ресурсами громад. Така ГІС, на думку авторів, завдяки інструментам земельного моніторингу, контролю процесу виконання управлінських рішень, публічності всієї інформації, організації звітності та документообігу на основі аналітики даних, допоможе вирішити проблеми корупції, ухилення від сплати податків та оренди за землю, браку бюджетних коштів, підвищить прозорість земельних відносин та спростить надання кадастрових і правових послуг органами місцевого самоврядування [13].

Також ці автори зазначають, що ГІС місцевого рівня мають стати основою у кадастровій роботі, оскільки вони об'єднують бази даних різних відомчих установ у єдину інформаційно-аналітичну систему, що буде задовольняти потреби громадян, виробництва та департаменти громади в актуальній просторовій інформації. Окрім цього, дані ГІС, разом із системою надання послуг і документів, можуть використовуватися у правовому полі громадянами та громадою для захисту своїх прав, що передбачені чинним законодавством [14]. Науковцями обґрунтовано необхідність розроблення власної системи кадастру з застосуванням провідного методу ідентифікації нерухомого майна на базі сучасних ГІС-технологій [15]. Все це цілком відноситься і до геопорталів, що зазвичай базуються на місцевих ГІС.

У результаті співпраці польських і українських науковців створено спеціальний сільськогосподарський ГІС-модуль, що має на меті раціональне використання і охорону сільськогосподарських земель [44]. Автори стверджують, що впровадження такого модуля у рамках регіональної або місцевої ГІС і публічна доступність відповідних даних дозволить зацікавленим сто-

ронам і власникам земель здійснювати ефективне прийняття рішень. Збір, зберігання, аналіз даних та результати їх обробки надаватимуть змогу здійснювати прогнозування й управління землями та проводити моніторинг їхнього сучасного стану. Наголошено, що території Польщі та України досить схожі між собою, тому, якщо робота цього модулю у Польщі буде вдалою, то його можна буде впроваджувати і в регіонах України (в тому разі і в рамках створення місцевих геопорталів).

На прикладі геопорталу Житомирської області науковцями Поліського національного університету розглянуто стан і проблеми втілення геопорталів та їхнє значення для соціального й економічного розвитку територій. Зазначено, що наявне наповнення геопорталу області хоча і не є вичерпним, але все ж дозволяє вирішувати значну кількість питань і приймати ефективні рішення. Також наголошено, що важливими напрямками розвитку геопорталу є гармонізація просторових даних, адаптація до усіх потреб споживачів і гнучкість щодо впровадження нових ГІС-модулів [38].

Тематику просторового планування громад детально висвітлено в роботах А. Третьяка:

– обґрунтовано викладання геоінформатики та ГІС як основних і невід'ємних наукових дисциплін при підготовці фахівців з земельного кадастру [32];

– визначено теоретико-методологічні основи просторового планування в Україні, сформульовано засади стратегічного розвитку громад та відповідні принципи і методи планування, що мають бути в подальшому відображені на картах, планах і схемах [34];

– запропоновано низку картографічних творів для комплексного плану відновлення постраждалих територій в результаті російської воєнної агресії проти України з метою подальшого ефективного землекористування в громадах, а отже і представлення цих творів в геопорталах [33].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Можна стверджувати, що Україна має широкий, різноплановий досвід у створенні картографічного забезпечення, впровадженні геоінформаційних систем, баз даних та веб-картографування у якості клієнт-сервісних технологій та геопорталів. Національна ідея створення геопорталів та система НІГД, фактично, покликані зруйнувати відомчий підхід, що негативно впливає на розвиток місцевого самоуправління. За своєю суттю геопортал має об'єднати розрізнені відділи та департаменти у єдиний організм, спонукати до спільної праці у напрямку планування та формування спроможності громади.

Але стосовно розробки геопорталів ТГ можна констатувати, що наразі не сформовані вимоги та критерії якості щодо місцевих веб-сервісів, не існує єдиної, доступної, простої методики, яка б дозволила оптимізувати процедуру створення геопорталів на місцевому рівні і яка б відповідала компетентності державних управлінь та фахівців, немає єдиного уніфікованого переліку обов'язкових картографічних творів, зокрема тематичних, які мали б візуалізувати інформацію щодо стану регіонів країни. Незважаючи на те, що національні та міжнародні стандарти передбачають гнучкість та свободу дій у питанні архітектури, програмно-технічних засобів геопорталів та ГІС та орієнтовані на конкретні, специфічні запити громад, є потреба в описі певних готових рішень, можливих варіантів структури та наповненості геопорталу просторовими даними, переваг та недоліків програмного забезпечення. Це б не тільки пришвидшило і вдосконалило процес побудови місцевих геопорталів, а й підвищило обізнаність суспільства та уможливило здійснення моніторингу і об'єктивної однозначної оцінки розвитку громад на рівні адміністративних районів, областей і країни в цілому.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Явище геопорталів є результатом розвитку і еволюції веб-картографії починаючи з 90-х років, що в свою чергу є поєднанням геоінформаційних систем та Інтернет-технологій. У 1990 році Тім Бернерс-Лі замість E-mail та протоколу передачі файлів FTP, запропонував протокол HTTP, мову HTML і URL, що стало основою для створення World Wide Web (WWW, Web). Через декілька років науковці США почали створювати веб-сервіси, що оперують просторовими даними. Вже тоді була помітна головна перевага Web в ГІС – це доступність, тобто сервіс, що:

– візуалізує карти та орієнтований на широке коло користувачів;

– не потребує встановлення додаткового програмного забезпечення;

– є швидшим ніж завантаження карт у настільних ГІС.

З 1998 року почалася популяризація веб-ГІС і подальше створення веб-сервісів для цивільного користувача. З'явилися зразки програмного забезпечення для створення власних картографічних веб-сервісів, першим серед яких був MapServer з відкритим початковим кодом. Незабаром крупними компаніями-розробниками ГІС (ESRI, Intergraph) були розроблені власні комерційні продукти з веб-ГІС, наприклад, ArcIMS. Відкритим геопросторовим консорціумом (OGC) затверджено протокол передачі даних WMS та інші стандарти, якими ми користуємося сьогодні.

Таким чином, веб-ГІС та відповідні сервіси поступово перетворились у сучасні геопортали, що мають не тільки функції візуалізації карт, а й широкий інструментарій взаємодії з даними. Геопортал є сукупністю програмно-технічних засобів і сервісів веб та ГІС, це єдиний веб-ресурс, що забезпечує доступ до геоданих, метаданих та інших ресурсів з географічною прив'язкою та їх відображення.

Геопортали створюються як на основі платних, пропрієтарних рішень, так і за допомогою програмних рішень з відкритим початковим кодом (Open Source). Компанія ESRI, як монополіст у комерційних ГІС, має цілий комплекс сумісних між собою програмних рішень для всіх частин геопорталу (ArcGIS Online, ArcGIS Enterprise) і службу підтримки на випадок будь-яких проблем. Фактично, споживач отримує майже готовий пакет програмних засобів з застосуванням сучасних технологій і підтримку цих засобів зі сторони компанії. Він є статичним, коштовним і потребує меншої кваліфікації від ГІС-фахівців. На платформі ArcGIS працює більшість електронних систем містобудівного та земельного кадастру України. Наприклад, автоматизована система державного земельного кадастру (АСДЗК), з даними якої працювала Публічна кадастрова карта (ПКК), побудована на базі ArcGIS та баз даних Oracle. Також, ArcGIS широко використовується у веб-ГІС.

Перевагою відкритих програмних продуктів є значна гнучкість. Робота кожної частини геопорталу (та й функціоналу) забезпечується окремим програмним рішенням, що дозволяє об'єднувати в одному сервісі різні продукти для різного функціоналу. Такий підхід може задовольнити найспецифічніші, вузькоспеціалізовані потреби і завдання, але потребує більшої кваліфікації ГІС-фахівців. Наприклад, растрові дані можуть зберігатися на першому сервері, а векторні – на другому, в іншому форматі, що збільшить швидкодію такого сервісу. Але такий сервіс має підтримуватися окремим фахівцем з ГІС.

На практиці на місцевому рівні в Україні успішно реалізуються геопортали як на основі ArcGIS Online, так і на Open Source рішеннях, що детально буде розглянуто нижче. Обидва варіанти є більш-менш рівноцінними в плані коштів – усе залежить від потреб споживача. Національні стандарти ДСТУ, ISO та директива INSPIRE передбачають свободу вибору щодо архітектури порталу в рамках, що означені стандартами OGC, тому є важливим порівняльний аналіз програмних рішень та планування функціоналу і завдань геопорталу. Вдале комбінування різних ПЗ і залучення їх сильних сторін дозволить сервісу бути зручним, потужним та оп-

тимізованим.

Досвід створення геопорталів в Україні.

Ще до створення НІГД першим досвідом у створенні геопорталів громад у 2019 році став ресурс GEOPORTAL.UA за авторством спілки «Укр-Гео». Станом на 2020 рік було створено щонайменше 72 геопортали місцевого рівня з відповідним картографічним забезпеченням у вигляді інтерактивних карт для просторового планування. Але станом на зараз більшість порталів потребує реструктуризації під НІГД та актуалізації через зміну територіального поділу. Також на базі цього сервісу через програмне забезпечення Digitals/Delta доступні високоякісні ортофотоплани (AAC Images), що є незамінними у створенні картографічних творів. Також, на базі ArcGIS побудовані геопортали містобудівного кадастру Тернопільської [5] та Хмельницької області [6], що були розроблені компанією MagneticOne Municipal Technologies [31]. Наприклад, геопортал Хмельницької області охоплює всі ієрархічні рівні, що інтегровані між собою і з НІГД: для 6 районів доступні цифрові топографічні плани і для 5 ТГ створено ГІС. Такий сервіс працює у єдиній системі, що має значну інтегрованість, широкий функціонал і також забезпечений технічною підтримкою від компанії, що є важливим під час воєнного стану.

Декілька геопорталів побудовані цілком на Open Source: Державна геодезична мережа України (ДГМ) [10], «Водні ресурси України» [2], «Ліси України» [3]. Сервіс ДГМ забезпечує використання державної координатної системи в багатьох галузях. Програмна архітектура геопорталу дозволяє відповідати специфічним геодезичним потребам та міжнародним стандартам, надає сервісу інтегрованість та інтегрованість з ГІС. Геопортал водних ресурсів України містить 17 тематичних шарів таких як районування, поверхневі води, масиви поверхневих вод, антропогенні впливи, екологічний та хімічний стан, і всю цю інформацію можна завантажити або експортувати до ГІС. У свою чергу, геопортал лісів України не тільки надає дані лісового кадастру, а й має власний мобільний додаток, що дозволяє робітникам лісового господарства заносити інформацію до бази даних геопорталу безпосередньо у польових умовах.

На відкритому програмному забезпеченні працює Геопортал містобудівного кадастру Львівської області [4], що розроблений компанією SOFTPRO [37]. Геопортал охоплює рівні від обласного до місцевого: до структури сервісу залучені 3 ТГ, створено бази даних усіх районів області і побудовано єдину цифрову топографічну основу (ЄЦТО). Окрім цього, налагоджено автоматичну видачу містобудівної та будівельної

документації, містяться дані за такими категоріями: екологія, туризм, інвестиційний розвиток, земельні ресурси, тощо. Таким чином, професійне залучення різних продуктів Open Source у розробці геопорталу та містобудівної ГІС дозволило реалізувати специфічні функції, що робить портал Львівської області комплексним та інформативним.

Також треба зазначити деякі геопортали, які досягли успіху у впровадженні специфічних шарів. Наприклад, на геопорталі містобудівного кадастру м. Миколаїв, за підтримки з боку Данії, створено модуль «Руйнування та відновлення», у якому ведеться реєстр усіх пошкоджених у ході війни об'єктів, а також реєстр актів комісійного обстеження [7]. Так, за кожним об'єктом, що позначений на карті, зазначено орієнтовну дату пошкодження, його характер (реалізовано класифікатор типів пошкоджень), дату обстеження. Усі дані верифікуються. Завдяки детальній інформації, що збирається з самого початку війни, зроблено оцінку збитків, що дозволить залучити міжнародну допомогу у відновленні міста.

Геопортал Чернівців має, так звану, «Білу карту», що є аналогом OpenStreetMap, але побудована на картографічній основі громади, що робить її більш точною, комплексною і наочною, в тому числі, завдяки підбору умовних знаків (використані м'які, світлі кольори). Також на геопорталі окремим шаром відображені туристичні маршрути, що супроводжуються текстовим та ілюстративним матеріалом [9].

На порталі м. Рівне базовою картою є топоплан масштабу 1:2 000, що реалізований у векторному форматі з відповідними умовними знаками (хоча не всі знаки відображаються коректно). Також реалізовано під'єднання шарів за розділами, відповідно: генеральний план, планувальні обмеження, червоні лінії [8].

Програмні рішення для геопорталів. Найбільш використовуваними ГІС-серверами для геопорталів є GeoServer [21], MapServer [23] та QGIS Server [26]. Основною особливістю GeoServer є те, що його мовою програмування є Java. Це дозволяє легко масштабувати і розширювати геопортал у серверній частині та витримувати великий наплив користувачів, але потребує більшого об'єму оперативної пам'яті і забезпечує меншу швидкість у порівнянні з аналогами, що можна виправити іншими ПЗ. Головною перевагою є чіткий, інтуїтивно-зрозумілий інтерактивний веб-інтерфейс і підтримка майже всіх сучасних форматів файлів і стандартів OGC та ISO, що робить GeoServer простим у використанні і невимогливим до навичок роботи в ГІС. Також, Geoserver реалізує протокол WFS-T (WFS-Transaction), що дозволяє редагувати век-

торні шари з серверу за допомогою настільних ГІС або безпосередньо у браузері.

Найбільш оптимізованим і швидкодіючим програмним рішенням є сервіс MapServer, який має високу функціональність і гнучкість, але фактично він являє собою не готовий продукт, а середовище розробки, що передбачає ручне налаштування сервісу шляхом програмування. Тому використання MapServer і його розширень потребує від фахівця знання мови програмування (Perl, PHP C, Python) і значного досвіду роботи з ГІС. Також можливим варіантом є QGIS Server, на якому, наприклад, побудовано портал лісів України. Він підтримує лише мову Python і бібліотеку Qt (C++), але з іншого боку інтегрований з настільним QGIS. У поєднанні з плагіном GeoDjango це дозволяє редагувати шари та змінювати і вносити нові атрибутивні дані за допомогою мобільного додатку. Такі геопортали як ДГМ або геопортал Львівської області реалізовані на базі поєднання Node.js (мова JavaScript) та Mapnik (що була розроблена для OpenStreetMap), де Node.js повністю відповідає в цілому за весь веб-сервіс, а Mapnik – за рендер растрів і зображення, підвантаження тайлів карти з векторних шарів. Таких шлях є найскладнішим і підходить у випадках розробки з іншими веб-сервісами, що не є ГІС-орієнтованими.

Що стосується клієнтської частини, вибір зводиться до двох JavaScript-бібліотек: Leaflet [22] або OpenLayers [24]. Перевагами Leaflet є компактність, простота та швидкодія, оскільки ця бібліотека не навантажена зайвим функціоналом і її розширення йде за рахунок плагінів, що вибираються на розсуд розробника. Завдяки використанню HTML5 і CSS3 коректно працює на всіх мобільних платформах і сучасних браузерах. У свою чергу, Open Layers, хоча важить значно більше, має всередині більшість доступних функцій і працює з будь-яким джерелом даних, що підтримується OGC. Таким чином, більшість геопорталів використовує саме Leaflet.

Серед відкритого забезпечення для баз даних фактично немає інших альтернатив, окрім PostgreSQL із бібліотекою PostGIS для геопросторових даних [25]. Вона не має обмежень на розмір бази даних, інтегрована з сучасними технологіями, настільними ГІС та веб-сервісами, має підтримку більшості типів даних (растр, TIN-моделі, BIM тощо). Також PostGIS підтримує стандарти SQL та розширення функцій за рахунок скриптів.

Створення прототипу геопорталу. На кафедрі фізичної географії та картографії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна впродовж останніх п'яти років виконуються роботи з вдосконалення методик розробки

геопорталів ТГ. В якості експериментальної території обрано Нововодолазьку ТГ Харківської області. Саме ця громада обрана за кількома критеріями:

– громада мала досвід впровадження геопорталу. У 2017 році у ході проєкту Агентства США з міжнародного розвитку (USAID) «Підтримка аграрного і сільського розвитку» створено низку схем щодо використання земель громади і відповідний геопортал на базі ArcGIS Online. Станом на зараз цей геопортал містить неактуальні дані;

– громада має якісну стратегію і план економічно-соціального розвитку, серед завдань яких зазначено одним із пріоритетних напрямків інформатизацію суспільного простору і впровадження сучасних технологій в управління розвитком громади;

– громада має значний природно-ресурсний потенціал, тому питання раціонального використання ресурсів для неї теж є пріоритетним.

Таким чином, Нововодолазька громада не тільки потребує оновлення геоінформаційного і картографічного забезпечення, а й у перспективі має широкі можливості для впровадження картографічних додатків за різними напрямками і тематикою (екологія і рекреація, стратегічне планування, тощо).

У процесі дослідження на територію громади створено: - цифрову модель рельєфу, для чого використано космознімок ALOS Global Digital Surface Model (DSM) з сайту японської компанії ALOS, який був оброблений у настільній SAGA GIS; - план існуючого використання території за даними OpenStreetMap (автомобільні дороги, водні об'єкти, межі громади, межі населених пунктів). Проаналізувавши програмні продукти, вирішено, що оптимальною архітектурою для прототипу геопорталу Нововодолазької ТГ буде поєднання Leaflet, Geoserver і PostGIS, що значно спростить роботу як зі створення геопорталу, так і з його обслуговуванням, підтримкою в актуальному стані. Тим паче, що вказані програмні продукти доволі прості для засвоєння майбутніми операторами геопорталу. До речі, підготовка персоналу з обслуговування геопорталів – це ще одна проблема, яка полягає не стільки у підготовці відповідних фахівців (в Україні їх велика кількість і число з кожним роком збільшується), а в тому, що в громадах має бути закладена спеціальна посада «оператора геопорталу», що призведе до зміни кошторису громади.

Наш досвід розробки геопорталу коротко можна описати кількома пунктами:

– Встановлення серверної частини геопорталу (контейнер сервлетів Apache Tomcat 9.0, Geoserver, базу даних PostgreSQL з розширенням PostGIS).

– Завантаження шарів до бази даних.

– Публікація шарів через інтерфейс Geoserver. Так як PostGIS може містити лише геометрію, то растри (ЦМР) та умовні знаки до шарів завантажуються у Geoserver.

– Клієнтська частина серверу, тобто сайт, програмується за допомогою HTML у текстовому редакторі Notepad++. Структура сайту складається із так званої «голови» (<head>) та «тіла» (<body>). Так як код у «голові» за порядком виконується першим, саме тут пишуться головні елементи (метадані, кодування тексту, стиль тощо) і під'єднуються необхідні бібліотеки, що містять необхідні функції та оператори, в нашому випадку це Leaflet. У «тілі» цілком прописується вебкарта, а саме вікно геопорталу у браузері, стартові координати (центр Нововодолазької ТГ) і відбувається під'єднання базових карт (Google Earth, OpenStreetMap) і шарів зі створеного серверу.

– Подальша стилізація шарів, присвоєння певним атрибутам необхідних умовних знаків та підписи програмується в окремому файлі у форматі .SLD. При формуванні системи умовних знаків використано посібник «Сутність картохем ландшафтних і територіальних планів громад (методичні рекомендації)», створений Інститутом географії НАН України на основі розробок ландшафтного і територіального планування у громадах України [30]. Реалізувати складні умовні знаки наявними геометричними примітивами неможливо, тому описано власну геометрію у форматі WellKnownText через тег <se:WellKnownName>. Геометрія подається коірками зі значеннями (x,y) від 0 до 1, тому вона реалізована так, щоб утворювати безшовну площину (рис. 1). У підсумку отримано результат, представлений на рис. 2.

На прикладі розробки прототипу геопорталу Нововодолазької ТГ доведено, що за допомогою відкритого та безкоштовного програмного забезпечення можна, маючи базові навички у ГІС, у декілька кроків реалізувати сервіс для інтерактивних карт. Серед переваг обраного архітектурного рішення можна виділити інтероперабельність, простоту, наочність, можливість інтеграції шарів з загальнодержавних та обласних ресурсів. Перспективами геопорталу є розширення функціоналу та вдосконалення інтерфейсу клієнтської частини, реалізація редагування і внесення атрибутивних даних, завантаження нових просторових шарів і повного пакету картографічного забезпечення просторового планування громади.

Станом на зараз, із прийняттям ДБН Б.1.1-14:2021, основою картографічного забезпечення просторового планування є комплексний план, що вже включає в себе, крім генеральних планів населених пунктів та детальних планів територій

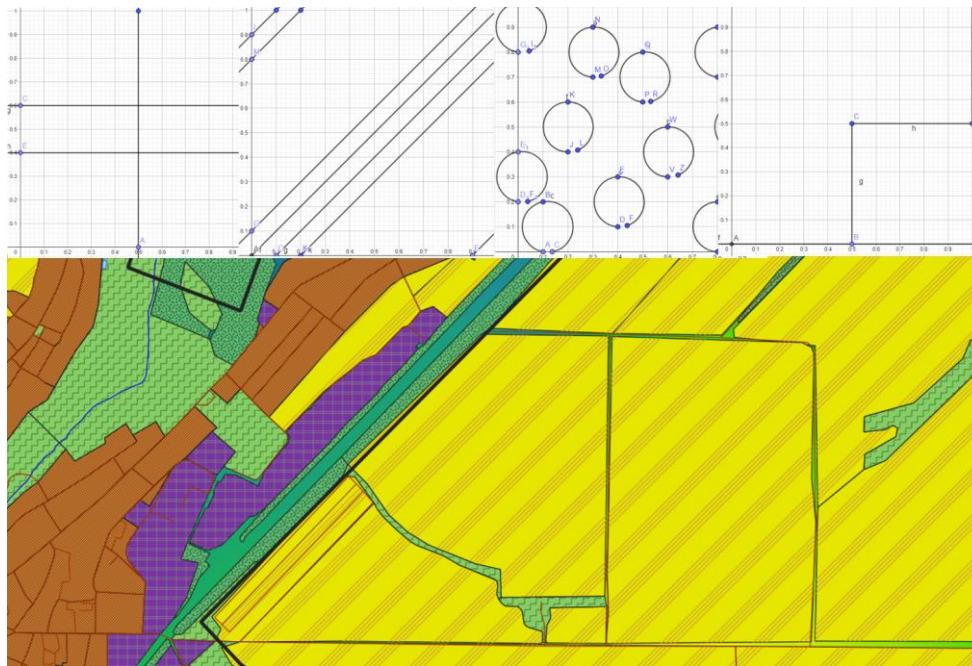


Рис. 1. Геометрія умовних знаків і їх вигляд на карті /
Fig. 1. Geometry of symbols and their appearance on the map

громади: комплексну оцінку території (її природно-ресурсного потенціалу, структури економіки, визначення специфіки); ситуаційний план; схеми сучасного використання, обмеження у використанні і охорони земель; схеми щодо систем охорони здоров'я, освіти, соціальних послуг, туристичних і оздоровчо-рекреаційних об'єктів і інфраструктур дорожньо-транспортної мережі та інженерного забезпечення; ландшафтне планування; стратегічну екологічну оцінку.

Картографічною основою розроблення комплексного плану є топографічна карта масштабу 1:10 000 на всю територію громади, на територію населених пунктів – плани масштабу 1:2 000, для деталізації окремих територій – плани масштабу 1:500 – 1:1 000. Усі ці просторові дані мають бути реалізовані на геопорталі і як вихідні дані (ортофотоплани, супутникові знімки, ЦМР, матеріали топографо-геодезичних вишукувань), і як похідні тематичні дані, і розбиті за категоріями, що вже зазначені у структурі комплексного плану.

Надалі, на основі даних комплексного планування, можливо розробляти картографічні твори як спеціального (підприємства, НПП, тощо) так і тематичного спрямування. До прикладу, подальшими напрямками розвитку картографічного забезпечення на основі геопорталу можуть бути:

– Схеми поточної реалізації стратегічного планування громади, як то: виконання стратегічних і операційних цілей стратегії розвитку, сфери співробітництва з ТГ, напрямки міжнародного співробітництва, тощо.

– Карти соціально-економічного спрямуван-

ня, що узагальнюють і аналізують наявні статистичні дані.

– Геоекологічне картографування як на територію усієї громади, так і на територію локальних об'єктів.

– Картографічний супровід розвитку туризму і краєзнавства.

– Комплексні плани територіально-просторового відновлення та розвитку землекористування.

Оформлення цих карт так чи інакше має виконуватися методами традиційної картографії. Геопортали, в свою чергу, повинні мати зручний функціонал роботи з картами і орієнтування в наявній просторовій інформації.

Висновки і перспективи дослідження. Таким чином, можна стверджувати, що Україна здобула широкий досвід щодо створення геопорталів на основі Open Source рішень на всіх ієрархічних рівнях, від державного до місцевого. За цей час спеціалістами з ГІС та НІГД створено національні стандарти щодо географічної інформації, укладено державну координатну систему УСК-2000, зроблено багато кроків у напрямку інтегрованості баз даних між різними ієрархічними рівнями та інтероперабельності даних, що дозволяє, з урахуванням міжнародного досвіду, з достатньою швидкістю оперативно створювати нові геопортали, що будуть інтегровані до НІГД.

Територіальні громади потребують актуальних геопросторових даних та якісного картографічного супроводу у сферах кадастру і землекористування, топографо-геодезичних робіт, містобудування, просторового планування (у вигляді

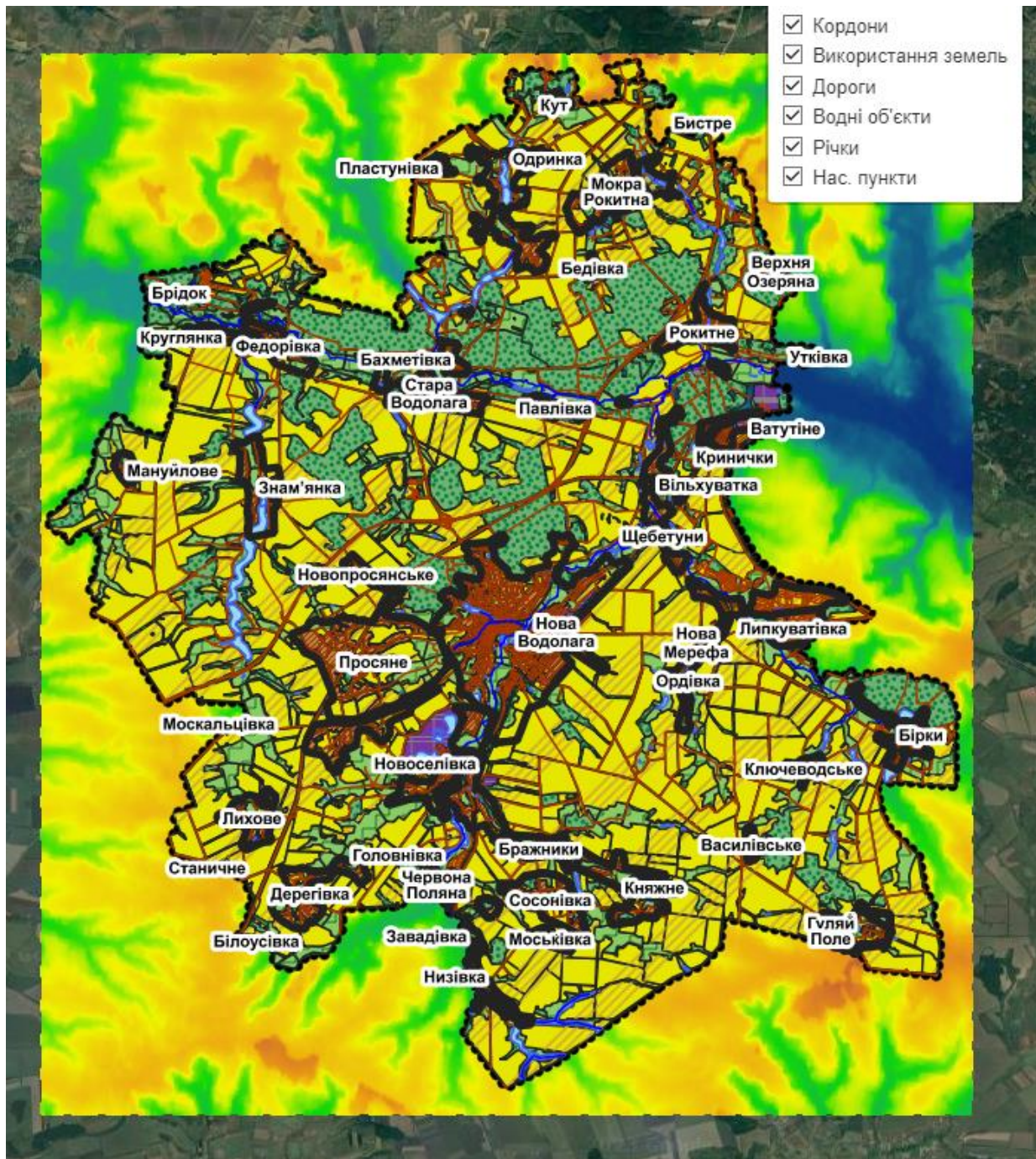


Рис. 2. План існуючого використання території Нововодолазької ТГ у геопорталі /
Fig. 2. The plan for the existing use of the territory of the Nova Vodolaha territorial community in the geoportal

комплексного плану) та у відновлюваних роботах постраждалих територій.

Для розробки геопорталів територіальних громад запропоновано наступні рекомендації:

– використання відкритого програмного забезпечення при побудові геопорталу (саме відкриті ПЗ широко використовується в загальнодержавних геопорталах, бо є найбільш доступним рішенням для більшості спеціалістів з ГІС, є більш гнучким та дозволяє розширювати функціонал за допомогою додаткових модулів та плагінів);

– обов'язкове завантаження і зберігання карт

і даних комплексного плану для подальшого використання у побудові тематичних карт;

– використання методів традиційної картографії при розробці картографічного забезпечення, в тому числі, відповідних умовних знаків;

– реалізація на геопорталі функцій зручної роботи з картографічною інформацією (коректне відображення умовних знаків і атрибутивних даних, впорядкування і категоризація наявних шарів за тематикою, завантаження просторових даних до настільних ГІС, підтримка ілюстративних матеріалів, тощо);

– дотримання вимог та методичних рекоме-

ндацій щодо якості, сумісності і подальшої публікації просторових даних у системі НІГД.

Ці рекомендації та архітектурні рішення побудови геопорталу, використані у ході дослідження при розробці прототипу, можуть бути застосовані для будь-якого місцевого геопорталу при наявності профільних фахівців з ГІС. На

нашу думку, дотримання цих рекомендацій дозволить створити якісний, зручний і наочний базовий веб-додаток, а ця архітектура геопорталу – реалізувати необхідний мінімум для роботи з просторовими даними з можливістю розширення його функціоналу за допомогою додаткових модулів у майбутньому.

Список використаної літератури

1. Закон України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» // Відомості Верховної Ради. – 2020. – № 37. – С. 277.
2. Геопортал «Водні ресурси України» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://map.davr.gov.ua:44481>
3. Геопортал «Ліси України» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://forestry.org.ua>
4. Геопортал містобудівного кадастру Львівської області [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://gis.loda.gov.ua/>
5. Геопортал містобудівного кадастру Тернопільської області [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://mbk.te.gov.ua>
6. Геопортал містобудівного кадастру Хмельницької області [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://mbk.adm-km.gov.ua/portal/apps/sites/#/khmelnytsky-region>
7. ГІС містобудівного кадастру Миколаївської міської ради [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://mbk.mkrada.gov.ua/>
8. ГІС містобудівного кадастру Рівненської міської ради [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://geo.rv.ua/>
9. ГІС містобудівного кадастру Чернівецької міської ради [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://map.city.cv.ua/>
10. Державна геодезична мережа України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://dgm.gki.com.ua>
11. Карпінський Ю. О. Методи збирання геопросторових даних для топографічного картографування / Ю. О. Карпінський, Н. Ю. Лазоренко-Гевель // Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва. Збірник наукових праць. – Вип. I (35). – 2018. – С. 204–211.
12. Карпінський Ю. О. Національна інфраструктура геопросторових даних України у світовому вимірі: стан та нагальні завдання розвитку і сталого функціонування / Ю. Карпінський, А. Лященко, Д. Макаренко, А. Черін // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2021. – Вип. I (41). – С. 104–112.
13. Кірічек Ю. О. Інформаційне забезпечення моніторингу земель та створення територіальних геоінформаційних систем кадастру нерухомості / Ю. О. Кірічек, В. О. Гряник // Вісник аграрної науки Причорномор'я – 2016. – Вип. 3 (91). – С. 180–193.
14. Кірічек Ю. О. Кадастрова ідентифікація нерухомого майна / Ю. О. Кірічек, В. О. Гряник // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2020. – Вип. II (40). – С. 117–124.
15. Кірічек Ю. О. Територіальні геоінформаційні системи / Ю. О. Кірічек, В. О. Гряник // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2017. – № 3. – С. 41–46.
16. Ковальчук І. Геоінформаційно-картографічне забезпечення функціонування об'єднаних територіальних громад / І. Ковальчук, А. Ковальчук // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Географія. – Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка. – 2019. – № 2 (47). – С. 4–12.
17. Ковальчук, І. П. Картографічне забезпечення функціонування територіальних громад / І. П. Ковальчук, А. І. Ковальчук // Землеустрій і топографічна діяльність в умовах війни та післявоєнного відновлення і зміни клімату (GEOPoint-2024): збірка наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, студентів та аспірантів (7-10 березня 2024 року). – Київ : НУБіП України, 2024. – С. 61–64.
18. Лященко А. А. Інфраструктура геопросторових даних та геоінформаційне забезпечення сталого розвитку територіальних громад / А. А. Лященко, О. В. Карпенко, А. Г. Черін // Містобудування та територіальне планування. – 2021. – Вип. 78. – С. 343–355.
19. Методичні рекомендації щодо оприлюднення геопросторових даних та метаданих на національному геопорталі органами місцевого самоврядування / автори-укладачі: Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко, Н. Ю. Лазоренко-Гевель, Д. О. Кінь, Т. В. Медвецька, О. В. Слобожан; Асоціація міст України. – Київ : АМУ – 2021. – 49 с.
20. Основи створення інтероперабельних геопросторових даних. / Ю. О. Карпінський та ін. – Київ : КНУБА, 2023. – 302 с.
21. Офіційний сайт Geoserver [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://geoserver.org>
22. Офіційний сайт Leaflet [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://leafletjs.com/>
23. Офіційний сайт Mapserver [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.mapserver.org>
24. Офіційний сайт OpenLayers [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://openlayers.org>
25. Офіційний сайт PostgreSQL [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.postgresql.org>
26. Офіційний сайт QGIS [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://qgis.org/uk/site/index.html>
27. Розпорядження «Про схвалення Концепції реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні» // Кабінет Міністрів України. – 2014. – № 333-р.
28. Розробка комплексних планів : практичний посібник для громад / С. Кубах та ін. – Київ, 2022. – 87 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://decentralization.ua/uploads/library/file/817/Посібник_для_громад.pdf

29. Стратегічна екологічна оцінка комплексного плану : практичний посібник / С. Кубах та ін. – Київ, 2022. – 106 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://decentralization.ua/uploads/library/file/819/SEO_ready.pdf
30. Сутність картосхем ландшафтних і територіальних планів громад (методичні рекомендації) / Л. Г. Руденко, Є. О. Маруняк, О. Г. Голубцов та ін. – Київ : Інститут географії НАН України, 2019. – 32 с.
31. ТОВ «МагнетікВан Муніципальні Технології» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://magneticonemt.com>
32. Третяк А. М. Земельний кадастр як самостійна галузь наукового знання / А. М. Третяк, В. М. Третяк, О. Я. Панчук, О. Ф. Ковалишин, А. В. Тарнопольський // Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. – 2018. – № 1. – С. 25–32. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriv2018.01.003>
33. Третяк А. М. Концептуальні підходи землевпорядкування щодо відновлення та розвитку землекористування територіальних громад в Україні у післявоєнний період / А. М. Третяк, В. М. Третяк // XII Міжнародна науково-практична конференція «Actual priorities of modern science, education and practice» (29 березня – 01 квітня 2022 року) – Париж, Франція. – С. 233–236.
34. Третяк А. М. Територіально-просторове планування: базові засади теорії, методології, практики : монографія / А. М. Третяк, В. М. Третяк, Т. М. Прядка; Н. А. Третяк; [за заг. ред. А. М. Третяка]. – Біла Церква : «ТОВ «Білоцерківдорук». – 2021. – 142 с.
35. Цілі сталого розвитку // United Nations Development Programme [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.undp.org/uk/ukraine/tsili-staloho-rozvytku>
36. Як розробити комплексний план громади : практичний посібник для професіоналів / С. Кубах та ін. – Київ, 2022. – 140 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://decentralization.ua/uploads/library/file/818/Посібник_для_професіоналів.pdf
37. IT-Компанія Softpro [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://softpro.ua>
38. Lytvynchuk I. Local Governance and Territorial Development on the Basis of GIS / I. Lytvynchuk, O. Skydan, O. Ivaniuk // Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development. – 2021. – Bun. 42. – С. 422–433. DOI: <https://doi.org/10.15544/mts.2020.43>
39. Pavlov O. I. The Phenomenon of Inclusiveness of United Territorial Communities and Districts of Ukraine as Rural Urban Agglomerations / O. I. Pavlov, I. O. Pavlova, O. I. Pavlov, Jr. // Journal of Rural and Community Development. – 2024. – Bun. 19 (1). – С. 133–155.
40. Pronko L. Activities of United Territorial Communities as a Body of Local Government in the Conditions of Power Decentralization in Ukraine / L. Pronko, T. Kolesnik, O. Samborska // Baltic Journal of Economic Studies. – 2018. – Bun. 4 (2). – С. 184–190. DOI: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2018-4-2-184-190>
41. Risks and Problems of Forming United Territorial Communities in Ukraine / [L. Novakovsky, I. Novakovska, O. Bredikhin та ін.] // Agricultural Science and Practice. – 2019. – Bun. 6 (2). – С. 66–75. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp6.02.066>
42. Social-Economic Development of the United Territorial Communities and Development of a Strategy for Sustainable Development (case of Ukraine) / [D. Tarasenko, O. Tsyklauri, S. Belei та ін.]. // WSEAS Transactions on Business and Economics. – 2021. – Bun. 18. – С. 581–594. DOI: <https://doi.org/10.37394/23207.2021.18.58>
43. Sustainable Development of United Territorial Communities During the Conflict: Turning Challenges into Opportunities / [V. Shcherbak, M. Lyshenko, S. Tereshchenko та ін.] // International Journal of Human Capital in Urban Management. – 2024. – Bun. 9. DOI: <https://doi.org/10.22034/IJHCUM.2024.04.06>
44. Szafranska B. Building a Spatial Information System to Support the Development of Agriculture in Poland and Ukraine / B. Szafranska, M. Busko, O. Kovalyshyn, P. Kolodiy // Agronomy. – 2020. – Bun. 10(12):1884. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10121884>

Внесок авторів: всі автори зробили рівний внесок у цю роботу.

Конфлікт інтересів: автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів.

Geoinformation support of geoportals of territorial communities: pre-war realities and post-war prospects

*Anton Achkasov*¹

PhD student, Department of Physical Geography and Cartography,
V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine;

*Nataliia Popovych*¹

PhD (Geography), Associate Professor, Department of Physical Geography and Cartography;

*Vilina Peresadko*¹

DSc (Geography), Professor, Department of Physical Geography and Cartography;

*Tengiz Gordeziani*²

DSc (Geography), Associate Professor, Department of Geography,

² Ivan Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia

ABSTRACT

Problem statement. Ukraine has a wide and diverse experience in the creation of cartographic support, implementation of geoinformation systems, databases and web mapping as client-service technologies and geoportals. However,

the requirements and quality criteria for local geoportals have not yet been formed, and there is no single methodology that would allow optimizing the procedure for creating geoportals at the local level and meet the competence of state managers and specialists. There is also no single unified list of mandatory cartographic works that should visualize information about the state of the country's regions. Therefore, there is a need to describe certain ready-made solutions, possible options for the structure and content of a local geoportals, advantages and disadvantages of using different software in the process of creating geoportals. High-quality geoinformation support of communities is necessary for the sustainable development of cities and communities, which is one of the Sustainable Development Goals adopted by the United Nations in 2015.

The purpose of the research is to determine further prospects and directions for the development of local geoportals in Ukraine and their geoinformational and cartographic support on the basis of the analysis of regulatory documents and the experience of creating geoportals.

Results. The article highlights the state, experience and prospects of implementing geoportals in Ukraine; their structure, possible functionality and cartographic content; the process of geoportals development and filling with geodata. Different software solutions for geoportals architecture based on Open Source have been compared. Using the case study of the development of a prototype of the geoportals of the Nova Vodolaha territorial community, it has been proved that with the help of open software it is possible to implement a service for interactive maps in a few steps. The advantages of the chosen architectural solution are interoperability, simplicity, visibility, the possibility of integrating data layers from national and regional sources.

Practical significance. Based on the study, the following recommendations have been formulated for the development of geoportals of territorial communities: usage of open software; compliance with the principles of traditional cartography in the development of cartographic works; implementation of functions for convenient work with spatial information on the geoportals; compliance with the requirements and methodological recommendations regarding the quality, compatibility and subsequent publication of spatial data in the system of National Spatial Data Infrastructure. The proposed recommendations and architectural solutions can be applied to any local geoportals.

Keywords: *geoinformation support, cartographic support, spatial planning, geospatial data, territorial community, geoportals of a territorial community, UN Sustainable Development Goals.*

References

1. *On the national geospatial data infrastructure.* (2020). *Law of Ukraine. Verkhovna Rada information*, 37, 277 [in Ukrainian].
2. *Geoportals of water resources of Ukraine.* URL: <http://map.davr.gov.ua:4448/> [in Ukrainian].
3. *Geoportals of forests of Ukraine.* URL: <https://forestry.org.ua> [in Ukrainian].
4. *Geoportals of urban planning cadastre of the Lviv Region.* URL : <https://gis.loda.gov.ua/> [in Ukrainian].
5. *Geoportals of urban planning cadastre of the Ternopil Region.* URL : <https://mbk.te.gov.ua> [in Ukrainian].
6. *Geoportals of urban planning cadastre of the Khmelnytskyi Region.* URL : <https://mbk.adm-km.gov.ua/portal/apps/sites/#/khmelnytsky-region> [in Ukrainian].
7. *GIS of urban planning cadastre of Mykolayiv city council.* URL : <https://mbk.mkrada.gov.ua/> [in Ukrainian].
8. *GIS of urban planning cadastre of Rivne city council.* URL: <https://geo.rv.ua/> [in Ukrainian].
9. *GIS of urban planning cadastre of Chernivtsi city council.* URL : <http://map.city.cv.ua/> [in Ukrainian].
10. *State geodetic network of Ukraine.* URL : <https://dgm.gki.com.ua> [in Ukrainian].
11. Karpinsky, Iu., Lazorenko-Hevel, N. (2018). *The methods of geospatial data collection for topographic mapping. Modern Achievements of Geodesic Science and Industry*, I (35), 204–211 [in Ukrainian].
12. Karpinsky, Iu., Lyashchenko, A., Makarenko, D., Cherin, A. (2021). *National geospatial data infrastructure of Ukraine in the world dimension: state and urgent tasks of development and sustainable functioning. Modern Achievements of Geodesic Science and Industry*, I (41), 104–112 [in Ukrainian].
13. Kirichek, Yu., Hryanyk, V. (2016). *Information support of lands monitoring and the creation of territorial geoinformation systems of real estate cadastre. Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 3 (91), 180–193 [in Ukrainian].
14. Kirichek, Yu., Hryanyk, V. (2020). *Cadastral identification of real estate. Modern Achievements of Geodesic Science and Industry*, II (40), 117–124 [in Ukrainian].
15. Kirichek, Yu., Hryanyk, V. (2017). *Spacial geoinformation systems. Bulletin of Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture*, 3, 41–46 [in Ukrainian].
16. Kovalchuk, I., Kovalchuk, A. (2019) *Geoinformational-cartographic supply of the amalgamated community. Scientific Notes of Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatyuk. Series: Geography*, 2 (47), 4–12 [in Ukrainian].
17. Kovalchuk, I., Kovalchuk, A. (2024). *Cartographic supply of the territorial communities. Land Management and Topographical Activity in the Conditions of War and Post-War Reconstruction and Climate Change (GEOPOINT-2024)*, Kyiv, NUBIP, 61–64 [in Ukrainian].
18. Lyashchenko, A., Karpenko, O., Cherin, A. (2021). *Spatial data infrastructure and geoinformational support of sustainable development of territorial communities. Urban Development and Spatial Planning*, 78, 343–355 [in Ukrainian].
19. Karpinskyi, Yu. O., Liashchenko, A. A., Lazorenko-Hevel, N. Yu., Kin, D. O., Medvetska, T. V. (2021). *Methodological recommendations regarding the publication of geospatial data and metadata on the national geoportals by local selfgovernment bodies. Kyiv, AMU*, 49 [In Ukrainian].

20. Karpinskyi, Yu. O., Liashchenko, A. A., Lazorenko-Hevel, N. Yu., Kin, D. O. (2023). *Basics of creating interoperable geospatial data*. Kyiv, KNUBA, 302 [in Ukrainian].
21. Geoserver official website. URL : <http://geoserver.org>
22. Leaflet official website. URL : <http://leafletjs.com/>
23. Mapserver official website. URL : <https://www.mapserver.org>
24. Node.js official website. URL : <https://nodejs.org/en/>
25. OpenLayers official website. URL : <https://openlayers.org>
26. PostgreSQL official website. URL : <https://www.postgresql.org>
27. *On the approval of the Concept of reforming local self-government and territorial organization of power in Ukraine*. (2014). Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 01.04.2014 [in Ukrainian].
28. Kubakh, S. & others. (2022). *Development of comprehensive plans: a practical guide for communities*. Kyiv, 87. URL : https://decentralization.ua/uploads/library/file/817/Посібник_для_громад.pdf [in Ukrainian].
29. Kubakh, S. & others. (2022). *Strategic environmental assessment of a comprehensive plan: a practical guide*. Kyiv, 106. URL : https://decentralization.ua/uploads/library/file/819/SEO_ready.pdf [in Ukrainian].
30. Rudenko, L. G., Maruniak, Eu. O., Golubtsov, O. G., Lisovskyi, S. A., Palekha, Yu. M., Chekhniy, V. M., Farion, Yu. M., Krishtop, T. V., Ailikova, G. V. (2019). *The essence of maps of landscape and territorial plans of the united territorial communities (methodical recommendations)*. Kyiv, Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine, 32 [in Ukrainian].
31. Magnetic One Municipal Technologies. URL : <https://magneticone.com>
32. Tretiak, A., Tretiak, V., Panchuk, O., Kovalyshyn, O., Tarnopolskyi, A. (2018). *Land cadaster as an independent branch of scientific knowledge*. *Land Management, Cadastre and Land Monitoring*, 1, 25–32 [in Ukrainian]. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2018.01.003>
33. Tretiak, A. M., Tretiak, V. M. (2022). *Conceptual approaches to land management regarding the restoration and development of land use of territorial communities in Ukraine in the post-war period*. *Actual Priorities of Modern Science, Education and Practice*, 233–236 [in Ukrainian].
34. Tretiak, A. M., Tretiak, V. M., Priadka, T. M., Tretiak, N. A. (2022). *Territorial and spatial planning: basic principles of theory, methodology, practice: monograph*. Bila Tserkva, 142 [in Ukrainian].
35. *Sustainable Development Goals*. United Nations Development Programme. URL : <https://www.undp.org/ukraine/sustainable-development-goals>
36. Kubakh, S. & others (2022). *How to develop a comprehensive community plan: a practical guide for professionals*. Kyiv, 140. URL : https://decentralization.ua/uploads/library/file/818/Посібник_для_професіоналів.pdf [in Ukrainian].
37. IT-Company SOFTPRO. URL : <https://softpro.ua>
38. Lytvynchuk, I., Skydan, O., Ivaniuk, O. (2021). *Local Governance and Territorial Development on the basis of GIS*. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 42 (4), 422–433. DOI: <https://doi.org/10.15544/mts.2020.43>
39. Pavlov, O. I., Pavlova, I. O., Pavlov, O. I., Jr. (2024). *The Phenomenon of Inclusiveness of United Territorial Communities and Districts of Ukraine*. *The Journal of Rural and Community Development*, 19(1), 133–155.
40. Pronko, L., Kolesnik, T., Samborska, O. (2018). *Activities of United Territorial Communities as a Body of Local Government in the Conditions of Power Decentralization in Ukraine*. *Baltic Journal of Economic Studies*, 4(2), 184–190. DOI: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2018-4-2-184-190>
41. Novakovskiy, L., Novakovska, I., Bredikhin, O., Stetsiuk, M., Skrypnyk, L. (2019). *Risks and Problems of Forming United Territorial Communities in Ukraine*. *Agricultural Science and Practice*, 6 (2), 66–75. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp6.02.066>
42. Tarasenko, D., Tsyklauri, O., Belei, S., Riabenka, M., Mazurkevych, I., Bashlai, S. (2021). *Social-Economic Development of the United Territorial Communities and Development of a Strategy for Sustainable Development (case of Ukraine)*. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 18, 581–594. DOI: <https://doi.org/10.37394/23207.2021.18.58>
43. Shcherbak, V., Lyshenko, M., Tereshchenko, S., Yefanov, V., Vzhytynska, K., Yatsenko, V., Pietukhov, A. (2024). *Sustainable Development of United Territorial Communities During the Conflict: Turning Challenges into Opportunities*. *International Journal of Human Capital in Urban Management*, 9. DOI: <https://doi.org/10.22034/IJHCUM.2024.04.06>
44. Szafranska, B., Busko, M., Kovalyshyn, O., Kolodiy, P. (2020). *Building a Spatial Information System to Support the Development of Agriculture in Poland and Ukraine*. *Agronomy*, 10(12):1884. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10121884>

Authors Contribution: All authors have contributed equally to this work

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest

Received 27 March 2024

Accepted 20 May 2024