

УДК 338.2:528.8

ГЕОПРОСТОРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПОВОЄННІЙ ВІДБУДОВІ: ВИКЛИКИ ТА ІННОВАЦІЇ В УКРАЇНІ

В.А. Назаренко, асистент кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки

E-mail: volodnz@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

А.Г. Мартин, доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НААН

E-mail: martyn@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Післявоєнна відбудова України вимагає ефективних стратегій перетворення зруйнованих війною районів на сучасні міста, технологічно-розвинуті розумні міста. В таких містах геопросторові технології будуть відігравати ключову роль. Для проведення дослідження була використано низка ключових наукових методів, включаючи збір та аналіз даних, моделювання систем та врахування їх складності. Дане дослідження аналізує виклики та інновації у застосуванні геопросторових технологій для процесів, пов'язаних з відбудовою України. В контексті даної наукової праці розглядають, аналізується точність та доступність даних, інтеграція екологічного та міського планування в рамках ГІС. Серед виявлених авторами ключових проблем слід зазначити: наявна мала або повна неточність даних, технологічні обмеження існуючих платформ та нестача кваліфікованих фахівців. Така інноваційна технологія для розумного міста, як розробка ГІС системи регіонального розвитку та її інтеграція з Екосистемою цифрового відновлення для підзвітного управління (DREAM), спрямована на вирішення ключових питань. Представлено загальна модель економічного повоєнного відновлення територій, котра акцентує увагу на інтеграції геопросторових даних. Важливим елементом даної роботи є вдосконалення існуючого законодавства у

галузі інфраструктури, обробки геопросторових даних та впровадження ініціатив з розбудови економічного потенціалу міста. Ефективна інтеграція передових геопросторових технологій та вдосконаленого законодавства дозволить Україні знаходити шляхи для швидкої відбудови, сприяючи сталому міському середовищу та слугуючи прикладом для інших країн.

Ключові слова: *повоєнне відновлення міст, ГІС, відновлювальна економіка, сталий розвиток, інноваційні технології, сучасні цифрові рішення, міська економіка.*

Актуальність. Відбудова міст і земель, спустошених війною, є критичним і багатограним викликом для будь-якої нації. Україна, яка зараз переживає повномасштабний конфлікт, стала свідком масштабних руйнувань, які вплинули на численні міста, села та важливу інфраструктуру, таку як міста, селища тощо. Ця війна не лише завдала значних руйнувань та фізичного знищення, а й призвела до тяжких екологічних наслідків. У рамках набору інструментів цифрового відновлення та розвитку України важливим етапом впровадження ГІС буде її інтеграція з Екосистемою цифрового відновлення для підзвітного управління (DREAM). DREAM має на меті оцифрувати весь процес відбудови, зробивши його повністю публічним, прозорим та ефективнішим. Він забезпечує унікальний механізм збору систематизованої інформації про проєкти відбудови на всіх етапах реалізації та забезпечує прозоре та підзвітне використання коштів на відбудову.

Інтегруючи сучасні цифрові рішення, такі як ГІС та DREAM, Україна прагне забезпечити прозорість та підзвітність протягом усього процесу відбудови, що робить її прикладом ефективного та результативного післявоєнного відновлення. У цій статті досліджується багатогранна роль геопросторових технологій у повоєнній відбудові України, зосереджуючись на викликах та інноваціях, необхідних для перетворення охоплених війною територій на розумні міста сталого розвитку. У ньому розглядається поточний стан точності та доступності геопросторових даних,

інтеграція екологічного та міського планування в рамках ГІС, а також технологічний прогрес, необхідний для подолання існуючих обмежень. Крім того, обговорюються стратегії розбудови потенціалу для підвищення місцевої експертизи в галузі геопросторових технологій, забезпечуючи інформованість, ефективність та сталість зусиль з відбудови.

Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України розпочало розробку ГІС для регіонального розвитку (рис. 1), яка слугуватиме єдиною геоінформаційною системою для моніторингу кожного етапу розвитку та відновлення регіонів та громад України. ГІС-система, що адмініструється Агентством з відновлення та належить Міністерству інфраструктури України, дозволить виявляти спільні проблеми громад, оцінювати ефективність місцевих та регіональних планів відновлення, оцінювати соціально-економічну ситуацію в кожній громаді, а також здійснювати моніторинг розвитку та етапів відновлення регіонів та громад України.

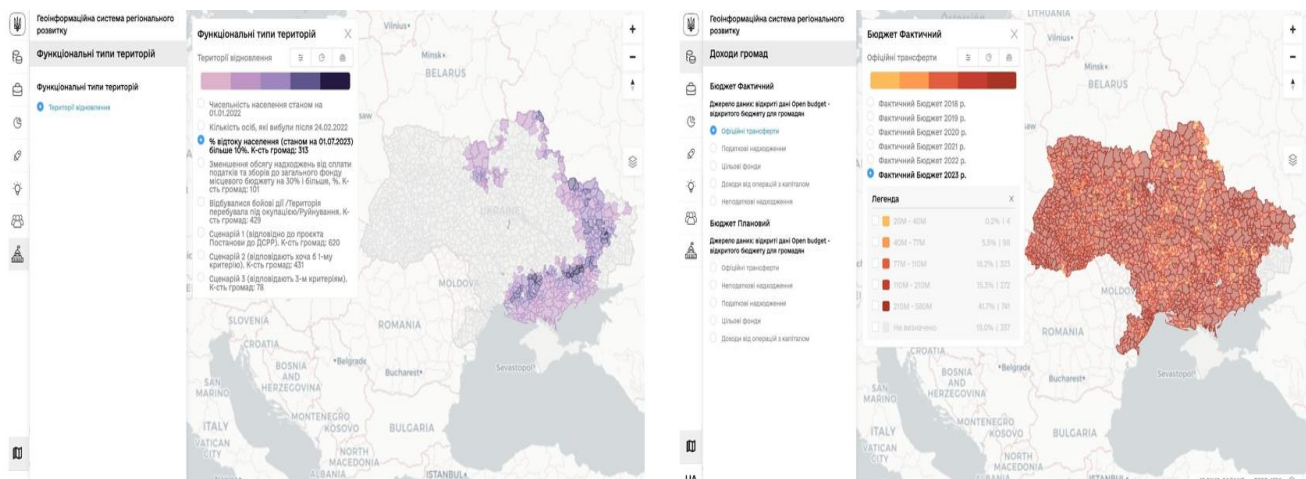


Рис. 1. Веб-інтерфейс ГІС для регіонального розвитку представлено Міністерством інфраструктури України 14 березня 2024 року (підготовлений Мартин А. на основі даних [1])

ГІС-система матиме функціонал для збору та обробки даних про показники соціально-економічного розвитку громад та територій, моніторингу стану регіонального розвитку та відновлення на місцевому рівні на основі цих показників,

а також забезпечення геоаналітики та візуалізації даних для прийняття рішень громадами, регіонами та державою. Система має запрацювати в тестовому середовищі до кінця року, а фінансування її розробки надаватиметься за рахунок міжнародної технічної допомоги.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Руйнування Каховської дамби, наприклад, глибоко вплинуло на екосистему півдня України, тоді як Чорне море постраждало від забруднення через військові дії. Крім того, конфлікт призвів до переміщення приблизно 2 мільйонів людей, що змусило їх шукати притулку як в Україні, так і в інших країнах [1-4]. Ці фактори підкреслюють нагальну потребу у всеосяжному та інтегрованому плані післявоєнної відбудови, який би стосувався як оновлення міст, так і екологічного відновлення територій [5-7].

У цьому контексті геопросторові технології, зокрема геоінформаційні системи (ГІС) та передові картографічні методи, виступають ключовими інструментами для планування та реалізації ефективних стратегій післявоєнної відбудови [8-10]. Ці технології пропонують комплексні рішення для оцінки збитків, планування реконструкції та забезпечення сталого зростання, тим самим відіграючи вирішальну роль у перетворенні спустошених територій на сучасні, стійкі та розумні міста [11-12].

Мета дослідження. Висвітлюючи критично важливу роль геопросторових технологій у повоєнній відбудові та деталізуючи рамки, встановлені українським урядом, ця стаття має на меті запропонувати перший етап повоєнного економічного відновлення та розвитку міського середовища в Україні, враховуючі сучасні технології та програму сталого розвитку територій.

Матеріали і методи дослідження. Відповідно до цієї потреби уряд України ініціював створення єдиної геоінформаційної системи моніторингу та оцінювання розвитку регіонів та територіальних громад, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 23 травня 2023 року № 522. Ця система, відома як ГІС для регіонального розвитку, призначена для забезпечення аналітичної обробки

інформації для підтримки прийняття рішень у сфері відновлення та розвитку регіонів та громад, а також для моніторингу та оцінки виконання цих процесів.

Створення географічної інформаційної системи (ГІС) для використання у воєнний час та післявоєнній відбудові ставить перед нами низку викликів. Ці виклики пов'язані з унікальними і часто важкими умовами, спричиненими конфліктом, включаючи руйнування інфраструктури, переміщення населення та складну логістику координації зусиль з відбудови. Нижче ми розглянемо деякі з найбільш суттєвих проблем, що виникають при розробці та впровадженні ГІС в цих умовах (табл. 1).

1. Основні проблеми, з якими зіткнулися при створенні та впровадженні ГІС під час воєнного та післявоєнного відбудови, та можливі шляхи їх подолання*

Проблема	Деталізація	Рішення
Точність і доступність даних	Руйнування систем збору даних, обмежений доступ до територій та застарілі/неповні набори даних.	Використання дронів та супутникових знімків для збору даних у режимі реального часу; Використання даних за допомогою краудсорсингу та дистанційного зондування.
Інтеграція екологічного та містобудівного планування	Потреба в передових можливостях ГІС, щоб збалансувати реконструкцію міст зі збереженням навколишнього середовища.	Розробка багат шарових ГІС-карт, що об'єднують міські та екологічні дані; залучення до планування експертів-екологів.
Технологічні обмеження	Сучасні ГІС-інструменти можуть не повністю відповідати конкретним вимогам пошкоджених війною середовищ.	Інвестування в передові ГІС-технології, адаптовані до післявоєнних потреб; Використання картографування з високою роздільною здатністю та інтеграцію даних у режимі реального часу.
Розбудова потенціалу та кваліфікованої робочої сили	Зрив освітніх і тренінгових програм, що призводить до дефіциту кваліфікованих фахівців.	Впровадження цільових навчальних програм; налагоджування партнерських відносин з університетами та

		міжнародними організаціями для розбудови потенціалу.
Координація та обмін даними	Складність створення єдиної ГІС-платформи для багатьох зацікавлених сторін з різними форматами/стандартами даних.	Розробка стандартизованих форматів даних і протоколи; створення централізованих ГІС-платформ для спільного доступу та спільної роботи.
Безпека та захист даних	Потреба в надійних заходах кібербезпеки для захисту конфіденційної інформації від несанкціонованого доступу.	Впровадити надійні заходи кібербезпеки; забезпечувати дотримання нормативно-правових актів про захист даних; Використання шифрування та безпечний контроль доступу.
Фінансування та розподіл ресурсів	Проблеми із забезпеченням достатніх фінансових ресурсів та управлінням міжнародною та технічною допомогою.	Забезпечення міжнародної та технічної допомоги; забезпечити прозорість та підзвітність у використанні коштів.
Екологічний моніторинг та оцінка	Вимога до складних ГІС-інструментів для моніторингу та управління екологічними збитками в післявоєнних умовах.	Використання передових технологій дистанційного зондування Землі; налагодити системи безперервного моніторингу навколишнього середовища, інтегровані з ГІС.
Залучення громадськості та прозорість	Забезпечення зручності та прозорості ГІС-платформ для зміцнення довіри та підтримки громадськості.	Розробка зручних для користувача ГІС-інтерфейси; забезпечити відкритий доступ до актуальних даних; залучати громадськість за допомогою прозорих комунікаційних стратегій.

* підготовлено на основі даних дослідження [1-12]

Результати дослідження та їх обговорення. У контексті післявоєнної відбудови вимоги до ГІС виходять далеко за межі вимог топографічних карт мирного часу. Унікальні та складні виклики, пов'язані з воєнним середовищем, вимагають включення нових та нетипових наборів даних для ефективної підтримки зусиль з відновлення та перебудови. Ці набори даних повинні охоплювати широкий спектр факторів, від пошкодження інфраструктури до деградації навколишнього

середовища та соціально-економічних наслідків, забезпечуючи всеосяжну основу для прийняття обґрунтованих рішень (Таблиці 2 та 3).

2. Нові набори ГІС-даних для ГІС післявоєнної відбудови: топографічні карти за межами мирного часу *

Категорія набору даних	Опис	Відповідальні органи	Масштаб карт
Дані оцінки збитків	Пошкодження будівель: категоризація будівель за рівнем пошкоджень (наприклад, незначні, значні, зруйновані) та визначення тих, які потребують знесення або ремонту. Пошкодження інфраструктури: картографування масштабів пошкоджень доріг, мостів, комунальних служб та іншої критичної інфраструктури. Шкода навколишньому середовищу: документування територій, які постраждали від забруднення, вирубки лісів або інших екологічних наслідків внаслідок конфлікту.	Міністерство інфраструктури, органів місцевого самоврядування, Державна екологічна інспекція	1:1,000 до 1:10,000
Картографування небезпек і мінних полів	Мінні поля: детальні карти відомих і ймовірних місць розташування мінних полів, включаючи типи мін і статус розмінування. Місцезнаходження боєприпасів, що не вибухнули: інформація про місця розташування боєприпасів, що не вибухнули, включаючи типи та орієнтовну кількість.	Міністерство оборони, оператори протимінної діяльності, місцеві органи влади	1:2,500 до 1:10,000

Дані про біженців та переміщених осіб	Табори для внутрішньо переміщених осіб та поселення біженців: розташування, місткість та умови тимчасових поселень. Рух населення: закономірності переміщення та повернення населення, включаючи пункти відправлення та призначення.	Міністерство соціальної політики, УВКБ ООН, органи місцевого самоврядування	1:10,000 до 1:50,000
Дані екологічного моніторингу	Рівні забруднення: дані про рівні забруднення повітря, води та ґрунту, включаючи джерела та постраждалі райони. Виснаження природних ресурсів: інформація про стан природних ресурсів, таких як ліси, водойми та дика природа.	Мінприроди, Державна екологічна інспекція	1:5,000 до 1:50,000
Культурна спадщина та охорона природи	Об'єкти культурної спадщини: розташування та умови об'єктів культурної спадщини, включаючи ті, що пошкоджені або перебувають під загрозою. Зусилля зі збереження: Інформація про зусилля щодо захисту та відновлення культурної спадщини.	Міністерство культури, ЮНЕСКО, Організації місцевої спадщини	1:1,000 до 1:50,000

* підготовлено на основі даних дослідження Мартина А. та відкритим джерелам даних

Післявоєнна відбудова вимагає від ГІС-галузі накопичення та збору нових типів даних з відповідною точністю та представлення цих даних у рамках кадастрових систем та ГІС відновлення. Унікальні виклики постраждалого від конфлікту середовища вимагають детальних даних оцінки збитків, включаючи пошкодження будівель та інфраструктури, картографування небезпеки мінних

полів та боєприпасів, що не розірвалися, а також погіршення стану навколишнього середовища. Точні дані про соціально-економічні наслідки, медична та епідеміологічна інформація, а також постійний моніторинг навколишнього середовища також є важливими. Ці набори даних дають всебічне розуміння багатогранних наслідків війни та мають вирішальне значення для ефективного планування та реалізації стратегій відбудови.

3. Нові набори соціально-економічних даних для топографічних карт післявоєнного відбудови: за межами мирного часу*

Категорія набору даних	Опис	Відповідальні органи	Масштаб карт
Дані про соціально-економічний вплив	Зайнятість та рівень доходів: інформація про рівень зайнятості, рівень доходів та економічну активність у постраждалих районах. Доступність державних послуг: стан основних послуг, таких як охорона здоров'я, освіта та соціальні послуги. Потреби в житлі: дані про наявність житла, умови та потреби.	Міністерство економіки, органи місцевого самоврядування, статистичні органи	1:10,000 до 1:50,000
Медичні та епідеміологічні дані	Заклади охорони здоров'я: розташування та стан роботи лікарень, клінік та інших закладів охорони здоров'я. Спалахи захворювань: інформація про захворюваність і поширення захворювань, включаючи будь-які спалахи, пов'язані з конфліктом.	Міністерство охорони здоров'я, ВООЗ, місцеві департаменти охорони здоров'я	1:5,000 до 1:50,000
Дані екологічного моніторингу	Рівні забруднення: дані про рівні забруднення	Мінприроди, Державна екологічна інспекція	1:5,000 до 1:50,000

	повітря, води та ґрунту, включаючи джерела та постраждалі райони. Виснаження природних ресурсів: інформація про стан природних ресурсів, таких як ліси, водойми та дика природа.		
Відстеження прогресу відбудови	Статус проєкту: Інформація про статус проєктів реконструкції, включаючи терміни, бюджети та відповідальні установи. Розподіл ресурсів: детальна інформація про виділення та витрачання коштів на заходи з відбудови.	Міністерство інфраструктури, органи місцевого самоврядування, міжнародні донори	1:1,000 до 1:50,000
Взаємодія зі спільнотою та зворотній зв'язок	Опитування громад: дані опитувань та консультацій з місцевими громадами щодо їхніх потреб та пріоритетів. Громадський зворотний зв'язок: механізми збору та картографування відгуків від громадськості про зусилля та результати відбудови.	органи місцевого самоврядування, громадські організації, Громадські організації	1:10,000 до 1:50,000
Юридичні дані та дані про право власності на землю	Записи про право власності на землю: актуальна інформація про право власності на землю, включаючи будь-які зміни, що виникли в результаті конфлікту. Правові спори: дані про поточні судові спори щодо землі та майна.	Міністерство юстиції, Держгеокадастр, Органи місцевого самоврядування	1:1,000 до 1:10,000

* підготовлено на основі даних дослідження Назаренка В. та відкритим джерелам даних

Щоб ефективно використовувати ГІС у своїх зусиллях з післявоєнного відновлення, Україна повинна вдосконалити національне законодавство щодо інфраструктури геопросторових даних. Це вдосконалення має передбачати обов'язковий збір та накопичення нових наборів даних, а також впровадження інноваційних підходів до публічної доступності, враховуючи виклики, пов'язані з умовами воєнного часу та проблемами кібербезпеки. Зміцнення законодавчої бази гарантуватиме, що ГІС-технології зможуть підтримувати прозорі, підзвітні та ефективні зусилля з відновлення, а також вирішувати питання безпеки, притаманні такому нестабільному контексту.

Рисунок 2 ілюструє узагальнену модель сталої економічної реконструкції, яка об'єднує населені пункти та населення, природу та землю (верхня діаграма), а також прикладну модель сервісного рівня розумного міста (нижня діаграма). У майбутньому послуги додатків для розумного міста стануть невід'ємною частиною сталої реконструкції як частини структури, яка використовує технології для створення стійких та ефективних міських систем. Ця система може використовуватися під час і після відновлення після збоїв, таких як стихійні лиха, економічні зрушення або деградація інфраструктури, тим самим підвищуючи загальну стійкість і ефективність міського середовища.



Рис. 2. Узагальнена модель сталої економічної реконструкції (вгорі) та прикладна модель сервісного рівня прикладного рівня розумного міста (внизу) (підготовлені Н.В. та М.А.)

Висновки і перспективи. Рекомендації, представлені в цій статті, можуть слугувати цінним орієнтиром для Національної ради з питань інфраструктури геопросторових даних, профільних міністерств та відомств України. Прийнявши ці рекомендації, Україна може розвивати стійке, розумне та сучасне міське середовище, сприяючи довгостроковому відновленню, стабільності та процвітанню. Ефективна інтеграція передових геопросторових технологій та вдосконалені законодавчі заходи дозволять Україні відповідати складним вимогам повоєнної відбудови та слугувати прикладом для інших країн, які стикаються з подібними викликами. Представлена модель зосереджена на інтеграції та управлінні цифровими послугами в ключових міських сферах, таких як розвиток земель, транспортна мережа покриття, управління природними ресурсами та підтримка економічного зростання (ревіталізація). Використання сервісу розумного міста, орієнтованого на ГІС, може допомогти підвищити стійкість, ефективність використання ресурсів та загальний добробут населення. У майбутньому автори планують зібрати та згрупувати релевантні просторові, економічні та соціальні дані. Згруповані дані будуть використані для створення аналітичного веб-сервісу в режимі реального часу для підтримки прийняття рішень та стратегій реагування для міського врядування у сферах сталого відновлення та відбудови.

Список використаної літератури

1. Єдина геоінформаційна система здійснення моніторингу та оцінювання розвитку регіонів і територіальних громад [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу: <http://gisrr.mtu.gov.ua>. (дата звернення: 03.09.2014).
2. Koshel A., Kempa O., Bavrovska N., Kolhanova I., Pashynska N., Kustovska O., Temna Y. Scientific approaches to the formation of geo-information support for the management of regional development and post-war restoration of territorial communities in Ukraine [Текст] // Economic Science for Rural Development 2024. – 2024. – №191. – DOI: <https://doi.org/10.22616/ESRD.2024.58.019>.

3. Новаковська І, Бавровська Н.. Трансформація земельно-кадастрового обліку кількості та якості земель в Україні в умовах повоєнного відновлення [Текст] // Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. – 2023. – №2. – С. 51–63. – DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2023.02.05>.
4. Cifuentes-Faura J. Ukraine's post-war reconstruction: Building smart cities and governments through a sustainability-based reconstruction plan [Текст] // Journal of Cleaner Production. – 2023. – Vol. 419. – Article 138323. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138323>.
5. Makdisi S., Soto R. Economic agenda for post-conflict reconstruction [Текст] // In: The Aftermath of the Arab Uprisings. – London: Routledge, 2023. – С. 23–53. – DOI: <https://doi.org/10.4324/9781003344414-3>.
6. United Nations Development Programme. Sustainable Reconstruction: A Framework for Inclusive Planning and Financing to Support Green Transition in the Arab States Region [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу: <https://www.undp.org/arab-states/publications/sustainable-reconstruction-framework-inclusive-planning-and-financing-support-green-transition-arab-states-region>. (дата звернення: 12.09.2014).
7. Chen J., Pellegrini P., Yang Z., Wang H. Strategies for Sustainable Urban Renewal: Community-Scale GIS-Based Analysis for Densification Decision Making [Текст] // Sustainability. – 2023. – Vol. 15, №10. – Article 7901. – DOI: <https://doi.org/10.3390/su15107901>.
8. Baarimah A.O. та ін. A bibliometric analysis and review of building information modelling for post-disaster reconstruction [Текст] // Sustainability. – 2021. – Vol. 14, №1. – Article 393. – DOI: <https://doi.org/10.3390/su14010393>.
9. Yakymchuk A., Byrkovych T., Kuzmych S. Monitoring, assessment and administration of war consequences and post-war reconstruction: remote sensing and GIS economical approaches [Текст] // In: Proceedings of the International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2023». – European Association of Geoscientists & Engineers, 2023. – С. 1–5. – DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510056>.

10. Gyawali S., Tiwari S.R., Bajracharya S.B., Skotte H.N. Promoting sustainable livelihoods: An approach to postdisaster reconstruction [Текст] // Sustainable Development. – 2006. – Vol. 14(4). – С. 350–359. – DOI: <https://doi.org/10.1002/sd.284>.
11. Assem A., Abdelmohsen S., Ezzeldin M. Smart management of the reconstruction process of post-conflict cities [Текст] // Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research. – 2019. – Vol. 14(2). – С. 325–343. – DOI: <https://doi.org/10.1108/ARCH-04-2019-0099>.
12. Belal A., Shcherbina E. Smart-technology in city planning of post-war cities [Текст] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 365, №2. – Article 022043. – DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/365/2/022043>.

References

1. A unified geo-information system for monitoring and evaluating the development of regions and territorial communities. – 2024. – Available at: <http://gisrr.mtu.gov.ua>. (date of inquiry: 03.09.2014).
2. Koshel, A., Kempa, O., Bavrovska, N., Kolhanova, I., Pashynska, N., Kustovska, O., & Temna, Y. (2024). Scientific approaches to the formation of geo-information support for the management of regional development and post-war restoration of territorial communities in Ukraine. *Economic science for rural development 2024*, 191. <https://doi.org/10.22616/ESRD.2024.58.019>.
3. Novakovska, I., & Bavrovska, N. (2023). Transformation of land and cadastral accounting of the quantity and quality of land in Ukraine in the conditions of post-war recovery. *Land management, cadastre and land monitoring*, 2, 51-63. <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2023.02.05>.
4. Cifuentes-Faura, J. (2023). Ukraine's post-war reconstruction: Building smart cities and governments through a sustainability-based reconstruction plan. *Journal of Cleaner Production*, 419, 138323. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138323>.

5. Makdisi S., Soto R. Economic agenda for post-conflict reconstruction. In: The Aftermath of the Arab Uprisings. London: Routledge, 2023. p. 23–53. <https://doi.org/10.4324/9781003344414-3>.
6. United Nations Development Programme (2023). Sustainable Reconstruction: A Framework for Inclusive Planning and Financing to Support Green Transition in the Arab States Region. Available at: <https://www.undp.org/arab-states/publications/sustainable-reconstruction-framework-inclusive-planning-and-financing-support-green-transition-arab-states-region>. (date of inquiry: 12.09.2014).
7. Chen, J., Pellegrini, P., Yang, Z., & Wang, H. Strategies for Sustainable Urban Renewal: Community-Scale GIS-Based Analysis for Densification Decision Making. Sustainability, 2023, vol. 15(10), 7901. <https://doi.org/10.3390/su15107901>.
8. Baarimah, A. O., Alaloul, W. S., Liew, M. S., Kartika, W., Al-Sharafi, M. A., Musarat, M. A., ... & Qureshi, A. H. (2021). A bibliometric analysis and review of building information modelling for post-disaster reconstruction. Sustainability, 14(1), 393. <https://doi.org/10.3390/su14010393>.
9. Yakymchuk, A., Byrkovych, T., & Kuzmych, S. (2023, October). Monitoring, assessment and administration of war consequences and post-war reconstruction: remote sensing and GIS economical approaches. In International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2023» (Vol. 2023, No. 1, pp. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510056>.
10. Gyawali, S., Tiwari, S. R., Bajracharya, S. B., & Skotte, H. N. (2020). Promoting sustainable livelihoods: An approach to postdisaster reconstruction. Sustainable Development, 28(4), 626-633. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2435.2006.00370.x>.
11. Assem, A., Abdelmohsen, S., & Ezzeldin, M. (2019). Smart management of the reconstruction process of post-conflict cities. Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research, 14(2), 325-343. <https://doi.org/10.1108/ARCH-04-2019-0099>.

12. Belal, A., & Shcherbina, E. (2018, June). Smart-technology in city planning of post-war cities. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 365, №2, p. 22043. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/365/2/022043>.

V. Nazarenko, A. Martyn

**GEOSPATIAL TECHNOLOGIES IN POST-WAR RECONSTRUCTION:
CHALLENGES AND INNOVATIONS IN UKRAINE**

Ukraine's post-war reconstruction requires effective strategies to transform war-torn areas into resilient, smart cities, with geospatial technologies playing a pivotal role. Several key scientific methods had been employed for the study, including data extraction and analyses, system modeling and complexity decomposition. This study explores the challenges and innovations in applying geospatial technologies to Ukraine's reconstruction efforts. It examines data accuracy and availability, the integration of ecological and urban planning within GIS frameworks. Key challenges identified include data inaccuracy, technological limitations, and a shortage of skilled professionals. Innovations such as the development of the GIS for Regional Development and integration with the Digital Restoration Ecosystem for Accountable Management (DREAM) aim to address these issues. A sustainable economic reconstruction model is presented, emphasizing geospatial data integration. Enhancing legislation on geospatial data infrastructure and implementing capacity-building initiatives are essential. Effective integration of advanced geospatial technologies and improved legislation will enable Ukraine to meet reconstruction demands, fostering sustainable urban environments and serving as a model for other nations.

Keywords: urban renovation, GIS, restoration economy, sustainable development, innovation technology, urban economics.