

Danshyna, S. Yu. (2024). GIS technologies for urban restoration planning tasks. *Actual Issues of Modern Science. European Scientific e-Journal*, 28, 63-72. Ostrava: Tuculart Edition, European Institute for Innovation Development. (In Ukrainian)

DOI: 10.47451/inn2024-01-01

The paper is published in Crossref, ICI Copernicus, BASE, Zenodo, OpenAIRE, LORY, Academic Resource Index ResearchBib, J-Gate, ISI International Scientific Indexing, ADL, JournalsPedia, Scilit, EBSCO, Mendeley, and WebArchive databases.



Svitlana Yu. Danshyna, Doctor Sciences in Engineering, Associate Professor, Department of Geoinformation Technologies and Space Monitoring of the Earth, National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”. Kharkiv, Ukraine.

ORCID 0000-0001-7354-4146, Scopus 57808426700

GIS technologies for urban restoration planning tasks

Abstract. The study object is the process of planning directions the restoration of Ukrainian cities. The purpose is to increase the validity of decisions made while planning city restoration directions by analyzing a set of spatial and remote data. The author solves such tasks as to assess the possibility of using spatial and remote data in city restoration tasks, propose a functional model of the planning process of city restoration directions, focused on the use of spatial and remote data, and conduct an experiment on the use of a functional model of process of planning city restoration directions. Scientific methods are the system analysis, functional modeling, and theory of scientific experiment. Focusing on spatial aspects, the initial data necessary to formulate city restoration directions are analyzed as study results. The possibility of using spatial and remote data as input data has been confirmed. Using the standard representation IDEF 0, a functional model of the planning process has been developed. It explains the sequence of processing and generalization of a set of spatial and remote data while forming decisions on the destroyed city objects restoration. An experiment was conducted to use the model based on volunteered geographic information for the Kharkiv city. It made it possible to justify steps to restore the Saltovsky district – the area where the largest number of the city’s population lived and which experienced the greatest destruction. The article is debatable and aimed at popularizing the use of GIS technologies.

Keywords: spatial and remote data, GIS applications, destruction, functional process model.



Світлана Юрїївна Даншина, д-р техн. наук, доцент, кафедра геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна.

ORCID 0000-0001-7354-4146, Scopus 57808426700

ГІС-технології в задачах планування напрямів відбудови міста

Анотація. Об’єкт дослідження – процес планування напрямів відбудови міст України. Мета – підвищення ґрунтовності рішень при плануванні напрямів відбудови міста шляхом аналізу сукупності просторових і дистанційних даних. Задачі: оцінити можливість використання просторових і дистанційних даних в задачах відбудови міст України; запропонувати функціональну модель процесу планування напрямів відбудови міст, орієнтовану на використання просторових і дистанційних даних; провести експеримент по її застосуванню при плануванні

напрямів відбудови. Наукові методи – системний аналіз, функціональне моделювання, теорія наукового експерименту. Результати. Акцентуючи увагу на просторових аспектах, проаналізовано вихідні дані, необхідні для формування напрямів відбудови міста. Підтверджено можливість застосування як вихідних просторових і дистанційних даних при плануванні відбудови. Розроблено функціональну модель процесу планування, яка пояснює послідовність оброблення й узагальнення сукупності просторових, дистанційних та ін. даних при формуванні рішень про відбудову зруйнованих об'єктів міста. Проведений експеримент по застосуванню моделі на базі відкритих даних по м. Харків надав змогу обґрунтувати кроки по відновленню Салтівського району – району, де мешкає найбільша кількість населення міста, і який зазнав найбільшого руйнування. Стаття має дискусійний характер і спрямована на популяризацію використання ГІС-технологій при вирішенні управлінських задач.

Ключові слова: просторові та дистанційні дані, ГІС-застосунки, руйнування, функціональна модель процесу.



Вступ

Актуальність теми дослідження. Керівництво багатьох міст світу стикається з труднощами досягнення цілей сталого розвитку, орієнтованими на вирішення екологічних, економічних і соціальних проблем, що безпосередньо залежать від оновлення та розширення наявних міських інфраструктурних систем (*Garcia-Ayllon & Miralles, 2015*). Україна в цьому випадку не є винятком, але в складних умовах військового конфлікту, фінансової та політичної кризи, дефіциту бюджету це потребує найретельнішого обґрунтування й аргументованого визначення можливих напрямків змін.

Постконфліктне відновлення та повосенний розвиток територій – унікальні процеси. Україна отримує значну допомогу від багатьох країн і установ, тому необхідним стає план реконструкції країни для активізації місцевого потенціалу не лише для відтворення довоєнних рівнів і тенденцій, а для реалізації соціально-економічних трансформацій з метою перетворення України та кожного її міста на розумні міста з урахуванням особливостей і потреб конкретних територій (*Cifuentes-Faura, 2023; Мамедов та Денисенко, 2023*). За цих обставин перспективним методом ґрунтового формування напрямів відбудови міст стає концепція просторового планування, яка дає змогу координувати різні аспекти вдосконалення міста (житловий, соціальний, культурний сектор, охорона навколишнього середовища, енергетика, транспорт, туризм тощо) з метою сталого розвитку (*Garcia-Ayllon & Miralles, 2015; Hamylton & Prosper, 2012*). Такий комплексний підхід до планування й управління простором міста зменшує конфлікти між суб'єктами впливу та створює синергію між різними видами діяльності; стимулює інвестиції у розбудову міста; розширює співпрацю між зацікавленими сторонами, створюючи передбачуваність і прозорість на підґрунті чітких правил (*Hamylton & Prosper, 2012*).

Об'єктом дослідження є процес планування напрямів відбудови міст України.

Мета – підвищення ґрунтовності рішень при плануванні напрямів відбудови міста шляхом аналізу сукупності просторових і дистанційних даних.

Виходячи з мети, сформовані такі часткові наукові задачі дослідження:

- аналізуючи передовий досвід, оцінити можливість використання просторових і дистанційних даних в задачах відбудови міст України;
- запропонувати функціональну модель процесу планування напрямів відбудови міст, орієнтовану на використання просторових і дистанційних даних;
- провести демонстраційний експеримент застосування розробленої моделі для перевірки можливості її використання при плануванні напрямів відбудови міст.

При розв'язанні сформованих задач та досягнення мети дослідження використані методи системного аналізу, функціонального моделювання та теорія наукового експерименту.

Результати дослідження корелюються з результатами робіт Хав'єра Сіфуентес-Фаура (Javier Cifuentes-Faura), Мартіна Дьюса та інші (Martin Drews et al.), Сари М. Гамільтон (Sarah M. Hamylton) та Джастіна Проспера (Justin Prosper) (в контексті застосування просторових даних при управлінні територіями), Сергія Дюжева, Олександра Гончаренка, Богдана Денисюка і Тетяни Онищук та інші.

Виклад основного матеріалу

Використання просторових і дистанційних даних при плануванні напрямів відбудови міст. Розбудова міст – складний процес, суперечливість якого є наслідком реалізації різних інтересів і цілей численних органів впливу (місцевого самоврядування, бізнесу, держави, місцевих мешканців тощо), що призводять до постійного розширення житлової забудови, зазвичай, з метою одержання швидкого комерційного зиску, неконтрольованого розвитку комерційної діяльності, розширення виробничих територій, тощо (Дюжєв, 2023; Hamylton & Prosper, 2012). Містобудівні проблеми фахівці пов'язують (Дюжєв, 2023):

- з нерозумінням існуючого ландшафтного ареалу розселення, і як наслідок, з неузгодженістю завдань і методів територіального управління містом як цілісним об'єктом;
- з оперуванням виключно лінійними розрахунками демографічних прогнозів без встановлення можливих діапазонів соціально-демографічної і функціонально-просторової фрагментації міського середовища;
- з масовим розробленням детальних планів територій з грубим порушенням містобудівних рішень чинного генерального плану міста і правових норм містобудівного, земельного і природоохоронного законодавства, положень більшості будівельних норм з їх одночасною невідповідністю деяким правовим нормам містобудівного і земельного законодавства та ін.

Акцентуючи увагу на питаннях застосування просторових даних при управлінні територіями, зазначимо, що будь-яке планування та забудова населених пунктів відбувається відповідно до генерального плану населеного пункту згідно з ДБН Б 2.2.-12:2019 (Данишина, 2023; Дюжєв, 2023). Відповідно до положень цих норм рішення щодо розвитку міста формують з урахуванням чисельності населення, узагальнені оцінки якої надає Державна служба статистики за результатами обробки адміністративних даних державної реєстрації (Данишина, 2023; Дюжєв, 2023). Але з урахуванням об'єктивних обставин, що склалися в Україні (впровадження концепції нового адміністративно-

територіального устрою, військові дії, що відбуваються на території країни та, як наслідок, змушені міграційні процеси, організаційна плутанина і невизначеність) цієї узагальненої інформації недостатньо. Попередні плани розширення при стратегічному плануванні розвитку міст стають неефективними (*Дьомін та ін. 2023; Дюжєв, 2023*): для формування загальної картини місцевій владі необхідні дані по чисельності населення не лише міста, але по його планувальних або житлових районах, мікрорайонах і навіть кварталах. Тому можливим джерелом отримання такої інформації стають дистанційні та просторові дані, акумульовані в певних ГС-застосунках (*Данишина, 2023*). Наприклад, чисельність населення для певної соціально-планувальної структури міста можна визначити через показники щільності багатоквартирного житлового фонду:

$$N = \frac{S\sigma_{\text{норм}}}{\alpha} \quad (1)$$

де:

S – площа соціально-планувальної структури міста, зайнята житловою забудовою, га;

$\sigma_{\text{норм}}$ – щільність житлового фонду, м²/га;

α – норма житлової площі на одну особу, м²/особу.

У роботі (*Данишина, 2023*) наведено приклад успішного використання ГС-сервісу GoogleMaps при визначенні величини N . У цьому сервісі поєднано просторові дані про структуру міст і супутникові знімки надвисокої, високої та середньої роздільної здатності, які можна використати при знаходженні величини S . Застосування GoogleMaps дало змогу не лише визначити кількісні значення чисельності населення по районах міста, а також сформувати просторовий розподіл населення по його території. При цьому похибка в оцінках чисельності населення порівняно з даними Державної служби статистики склала менш 6%.

Ще більшого значення просторові дані набувають під час фіксації фактів руйнувань об'єктів міста та визначенні їх зруйнованості (*Гончаренко та ін., 2023; Карта..., 2024*). Вдалим прикладом застосування цього типу даних є інтерактивна карта Руйнувань (*Карта..., 2024*) – геопортал, створений за підтримки Міжнародного фонду «Відродження», де фіксують просторові дані зруйнованих і пошкоджених об'єктів цивільної інфраструктури України, а також відомості щодо відновлювальних робіт. Інформацію про кожен об'єкт на карті (його розташування (координати), адресу, дату руйнування, фотографії до руйнування, самого руйнування, посилання на джерело інформації про подію тощо) збирають на підставі краудсорсінгу. Саме через це виникає потреба в її уточненні шляхом верифікації за дистанційними даними зі супутникових знімків. Ці дані охоплюють великі території, зокрема, у важкодоступних місцях, що дає змогу визначати зруйновану інфраструктуру, аналізувати потрібні дані й отримувати точну, актуальну та детальну інформацію про стан об'єктів, які потребують відновлення (*Рисунок 1*), що є найбільш науково-обґрунтованою світовою практикою (*Гончаренко та ін., 2023*).

Таким чином, оцінюючи наявний передовий досвід, можна зазначити: використання просторових і дистанційних даних в задачах відбудови міст України є перспективним. Вони порівняно точні, відбивають наявний ареал розселення у місті, дають змогу ідентифікувати певні типи об'єктів, зокрема, зруйновані, актуалізувати інформацію про

обсяги руйнувань міста, що, у сукупності, сприяє залученню інвесторів для відновлення міста та підвищує ґрунтовність рішень про відновлення.

Формалізація процесу планування напрямів відбудови міст. Проведення міських війн – це сучасний феномен, де міський простір вважається об'єктом втручання, руйнування якого виправдовують військовою необхідністю. За цих обставин суттєво страждає міська інфраструктура: мережі електро-, газо-, водопостачання та опалення, заклади охорони здоров'я, освіти, житло та ін. Ці руйнування потребують адекватної оцінки для швидкого ремонту та відновлення (*Chumachenko & Chumachenko, 2022; Danielsson, 2022*).

Ідеї фотофіксації зруйнованих об'єктів почали активно просуватися з початку 2000-х років (*Гончаренко та ін., 2023*). З розвитком геовебу – геопросторові мережі для подання географічних даних у Інтернеті – і поширенням добровільної географічної інформації (Volunteered Geographic Information) ці дані стають незамінним джерелом в умовах надзвичайних ситуацій (*Drews, 2023*). На сьогодні подібні сучасні геодезичні технології (космічне – та аерофотознімання, лазерне сканування, ГС та ін.) дають змогу швидко отримати інформацію про стан пошкодженої інфраструктури (наприклад, як це показано на рисунку 1) для оперативного прийняття рішень (*Drews, 2023; Гончаренко та ін., 2023*).

Процес планування напрямів відбудови міст – інформаційний процес, пов'язаний з формуванням певних висновків шляхом оброблення значної кількості інформації щодо зруйнованих об'єктів, яка надходить з різних джерел. Акцентуючи увагу на сукупності просторових і дистанційних даних, покажемо, як їх використання дозволяє спростити процес планування напрямів відбудови й обґрунтувати напрямки відновлення.

Припустимо, інформаційний процес, що розглядається, – система, яка взаємодіє з навколишнім оточенням через сукупність інформаційних потоків: обробляючи вхідні дані, вона видає вихідну інформацію, враховуючи вимоги керівної інформації. Це дозволяє для формалізації процесу планування напрямів відбудови міст використати методологію IDEF 0 (*Danshyina, 2023*) та, враховуючи його контекст, сформувані ICOM-коди моделі – потоки даних процесу (*Таблиця 1*).

У загальному випадку процес планування можна реалізувати через сукупність операцій (*Рисунок 2*), зокрема:

- оцінювання демографічної ситуації міста;
- оцінювання руйнування об'єктів міста;
- формування рекомендацій по відбудові об'єктів міста.

На першому етапі для оцінювання реального розселення населення та формування реального уявлення про його просторовий розподіл здійснюють оцінку демографічної ситуації міста. Далі, проводять оцінку обсягів руйнувань. Це можна зробити з використанням 3D-моделей зруйнованих районів міста, створених на основі супутникових знімків та/або з використанням 2D-моделей, що поєднують точкові дані на картографічній основі, тощо. Враховуючи реальний просторовий розподіл населення та визначені обсяги руйнувань, на третьому етапі формують ґрунтовні рекомендації щодо відбудови об'єктів міста.

Таким чином, просторові та дистанційні дані стають основою для взаємодії між різними фахівцями й організаціями, що займаються відновленням інфраструктури міста: оцифрування зруйнованої інфраструктури дає змогу візуалізувати стан, проаналізувати

структурні особливості об'єкта, оновити проєктну документацію, визначити ступень пошкодження, а створені карти – оцінити обсяги робіт по відновленню, що плануються на території міста.

Визначення напрямів відбудови м Харків. Розглянемо можливість використання запропонованої моделі при плануванні напрямів відновлення міста Харків. Мета експерименту полягала в оцінюванні можливості застосування просторових і дистанційних даних в задачах обґрунтування певних напрямів відбудови.

Як вихідні дані використано:

- статистичні дані Головного управління статистики Харківської області;
- наявну добровільну географічну інформацію з геопорталу Reukraine Shtab (<https://reukraine.shtab.net/>), соціальних мереж та інформаційних порталів м. Харків, зокрема (<https://apostrophe.ua/>, <https://2day.kh.ua/>, <https://kh.vgorode.ua/> та інші);
- просторові дані про м. Харків з сервісів GoogleMaps та OpenStreetMap.

Як інструменти оброблення даних використано ArcGIS і Excel.

Через відсутність точних даних про чисельність населення та його просторовий розподіл по території міста здійснено попередню кількісну оцінку чисельності по районах за рекомендаціями роботи (*Данишина, 2023*). За цими даними станом на початок 2022 р. найбільш населеними є три райони Харкова – Салтівський, Київський і Шевченківський. Вони мають щільну житлову забудову з відповідною соціальною інфраструктурою.

Ураховуючи специфіку інформації та відсутність у відкритому доступі точних даних, систематизовано інформацію про зруйновані об'єкти Харкова за 2022 р.: наявну добровільну географічну інформацію, отриману з відкритих джерел, доповнено оцінками пошкоджень, визначеними за дистанційними даними візуальним методом, та сформовано відповідну базу даних. Для найкращого сприйняття отримані дані подано у вигляді картографічних моделей, знайдено кількісні оцінки. Ілюстрація процесу трансформації просторових і дистанційних у оцінки руйнувань міста наведено на рисунку (*Рисунок 3*). Підсумовуючи отримані дані, зазначимо, що найбільш пошкодженими районами Харкова стали Салтівський, Київський і Шевченківський райони.

На рисунку 4 наведено картографічну візуалізацію розподілу руйнувань по більш населеним районам міста Харків (*Рисунок 4*). Ураховуючи ареал розселення населення по території міста та розподіл зруйнованих об'єктів по його території, зазначимо, що найактуальнішою є відбудова житла та відновлення відповідної комунальної мережі – електро-, газо-, водопостачання та опалення.

Таким чином, експериментальне дослідження підтверджує, що використання просторових і дистанційних даних дає змогу наочно відобразити ситуацію по руйнуванням у місті та сформувані ґрунтовні рекомендації по першочерговим напрямкам його відбудови. В цьому контексті більш перспективним стає створення 3D-моделей зруйнованих районів міста – такі цифрові моделі допомагають урахувати геометричні особливості зруйнованих об'єктів, прискорити експертизу з оцінювання руйнувань, створити актуальну проєктну документацію для відновлення.

Висновки

Сучасні дослідження підтверджують перспективність використання просторових і

дистанційних даних в задачах відбудови міст через їх точність, актуальність, прозорість, що підвищує ґрунтовність рішень про відновлення та сприяє залученню інвесторів для відбудови міст (*Garcia-Ayllon & Miralles, 2015; Cifuentes-Faura, 2023, Hamylton & Prosper, 2012*).

В умовах військового конфлікту виникає необхідність у створенні дієвих інструментів, що сприяють підвищенню об'єктивності рішень і ґрунтовному визначенню напрямків відновлення (*Cifuentes-Faura, 2023; Chumachenko, & Chumachenko, 2022*). За цих обставин запропоновану модель процесу планування напрямів відбудови міст, що формалізує послідовність оброблення й узагальнення сукупності просторових, дистанційних даних при формуванні рішень про відбудову зруйнованих об'єктів, можна розглядати як засіб для вирішення подібних завдань. Спираючись на нормативні документи, модель об'єднує демографічні та інфраструктурні дані міста, враховує логіку їх взаємодії, пояснює послідовність їх оброблення та подання для підтримки прийняття рішень при обґрунтуванні напрямів відбудови міста. При цьому оцінки, отримані в дослідженні, показують, що з'являється можливість обробляти великі обсяги даних, отримувати об'єктивні результати та адаптувати їх до реальних запитів на відновлення.

Авторка висловлює щире подяку Анастасії Хрипко за експериментальне дослідження запропонованої моделі.



Список джерел інформації:

- Гончаренко, О., Денисюк, Б., Онищук, Т. (2023). Відновлення зруйнованої інфраструктури на основі використання оцифрованих даних. *Містобудування та територіальне планування*, 83, 74-87. [Honcharenko, O., Denysiuk, B., & Onyshchuk, T. (2023). Restoration of the destroyed infrastructure based on the use of digital data. *Urban development and spatial planning*, 83, 74-87]. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.83.74-87>
- Даншина, С. Ю. (2023). Проекти розвитку міста: оцінювання актуальної структури розселення. *Міжнародна науково-практична конференція «Інтелектуальні інформаційні системи в управлінні проектами та програмами»*, 64-67. Koblevo. [Danshyna, S. Yu. (2023). City development projects: assessment of the current settlement structure. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Intelligent Information Systems in Project and Program Management"*, 64-67].
- Дьомін, М., Яценко, В., Короткова, Т. (2023). Пошук відповідей, чому регіональне планування є основою містобудівної діяльності в побудові стратегії розвитку України. *Містобудування та територіальне планування*, 82, 3-16. [Domin, M., Yatsenko, V., & Korotkova, T. (2023). Search of answers, why regional planning is basis of town-planning activity in construction of strategy of development of Ukraine». *Urban Development and Spatial Planning*, 82, 3-16]. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.82.3-16>
- Дюжев, С. (2023). Генеральне стратегічне містобудівне планування та проблеми планувального управління розселенням (частина друга: проблеми, перешкоди щодо їх розв'язання, актуальні завдання та технологічні вимоги до змісту містобудівної документації). *Містобудування та територіальне планування*, 84, 64-131. [Dyuzhev, S. (2023).

- General strategic city planning designing and problems of planning management for settling (the second part: problems, hindrances concerning their solution, actual targets and technological demands to the content of city planning documentations). *Urban Development and Spatial Planning*, 84, 64-131]. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.84.64-131>
- Карта Руйнувань та Відновлення. (2024). [Recovery card]. <https://reukraine.shtab.net/>
- Мамедов, А., Денисенко, Н. (2023). Економічні наслідки та проблеми повоєнного відновлення територій. *Містобудування та територіальне планування*, 82, 220-231. [Mamedov, A., & Denysenko, N. (2023). Economic consequences and problems of post-war reconstruction of territories. *Urban Development and Spatial Planning*, 82, 220-231]. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.82.220-231>
- Chumachenko, D., & Chumachenko, T. (2022). Ukraine war: The humanitarian crisis in Kharkiv. *BMJ*, 376. <https://doi.org/10.1136/bmj.o796>
- Cifuentes-Faura, J. (2023), Ukraine's post-war reconstruction: Building smart cities and governments through a sustainability-based reconstruction plan. *Journal of Cleaner Production*, vol. 419, article no. 138323. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138323>
- Danielsson, A. (2022). Producing the military urban(s): Interoperability, space-making, and epistemic distinctions between military services in urban operations. *Political Geography*, 97, 102649. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2022.102649>
- Danshyna, S. Yu. (2023). Social projects of the city: evaluation of the inclusive educational network. In I. Linde (Ed.). *Information Systems in project and program management: Collective monograph*. (pp. 37-47). Riga (Latvia): ISMA. <https://doi.org/10.30837/mmp.2023.037>
- Drews, M. et al. (2023). The utility of using Volunteered Geographic Information (VGI) for evaluating pluvial flood models, *Science of The Total Environment*, 894, 164962. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164962>
- Garcia-Ayllon, S., & Miralles, J. L. (2015). Strategies to Improve Governance in Territorial Management: Evolving from “Smart Cities” to “Smart Territories”. *Procedia Engineering*, 118, 3-11. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.396>
- Hamylton, S. M., & Prosper, J. (2012). Development of a spatial data infrastructure for coastal management in the Amirante Islands, Seychelles. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 19, 24-30. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2012.04.004>



Додаток

Таблиця 1. ISOM-коди моделі процесу планування напрямів відбудови міст

Код	Позначення	Значення в моделі
Input (вхідні дані)	I ₁	Дистанційні дані по об'єктах міста
	I ₂	Просторові дані про структуру міста
	I ₃	Дистанційні дані по руйнуванням міста
	I ₄	Просторові дані по зруйнованим об'єктам міста
Control (керівна інформація)	C ₁	Вимоги будівельних норм і чинного законодавства
	C ₂	Генеральний план міста
	C ₃	Критерії вибору напрямів відбудови
Output (вихідні дані)	O ₁	Просторовий розподіл населення по території міста
	O ₂	Оцінки руйнувань
	O ₃	Напрями відбудови міста
Mechanism (виконавці)	M ₁	Аналітик
	M ₂	ГІС-застосунок

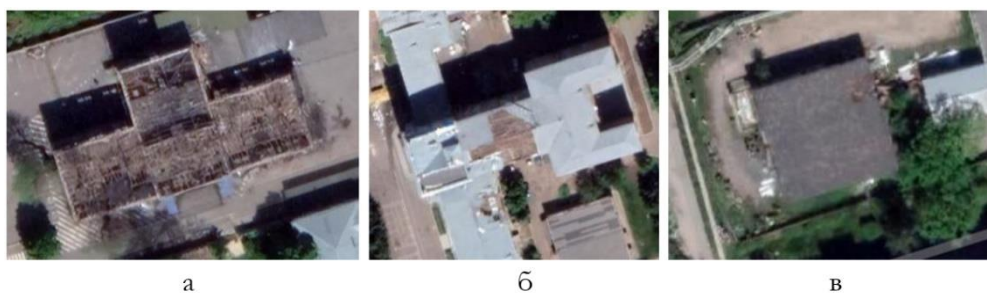


Рисунок 1. Рисунок 1. Візуальна фіксація руйнувань за супутниковими знімками:
а – зруйнований об'єкт; б – частково зруйнований об'єкт; можливо зруйнований об'єкт

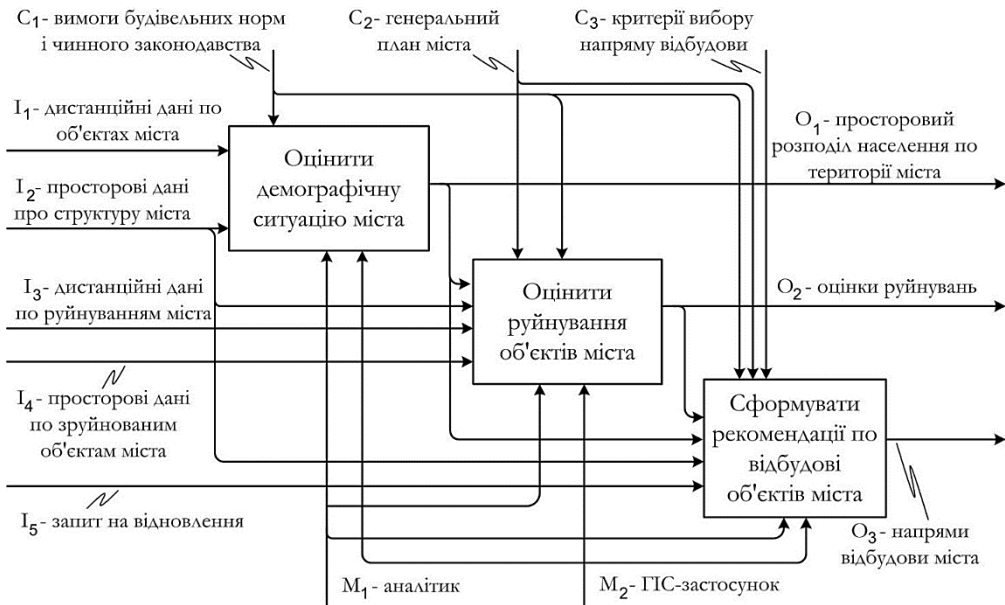


Рисунок 2. Функціональна модель процесу планування напрямів відбудови міст, орієнтована на використання просторових і дистанційних даних

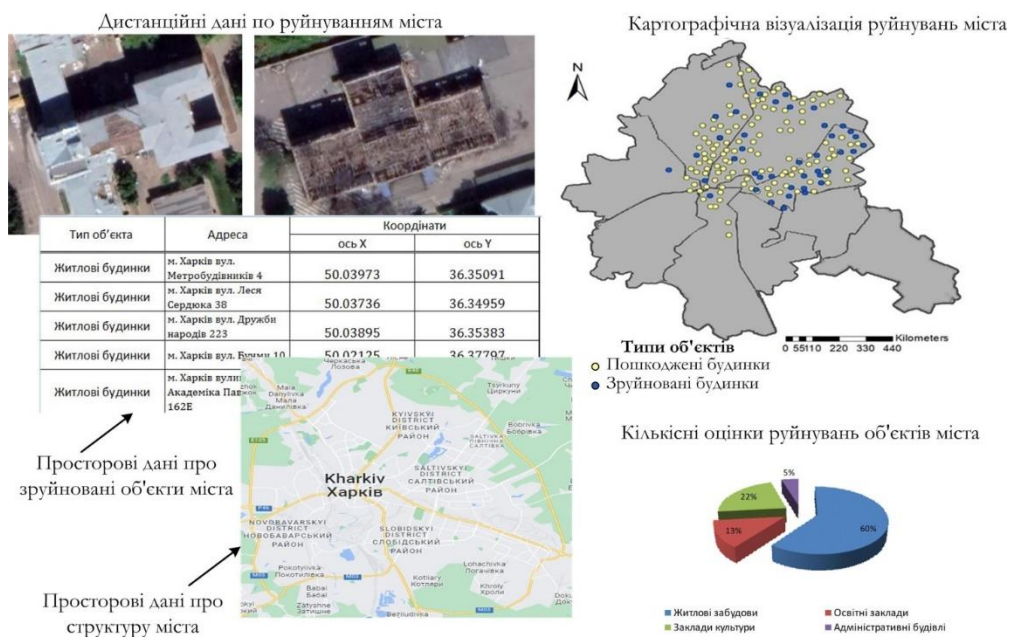


Рисунок 3. Використання просторових і дистанційних для формування оцінок руйнувань міста Харків

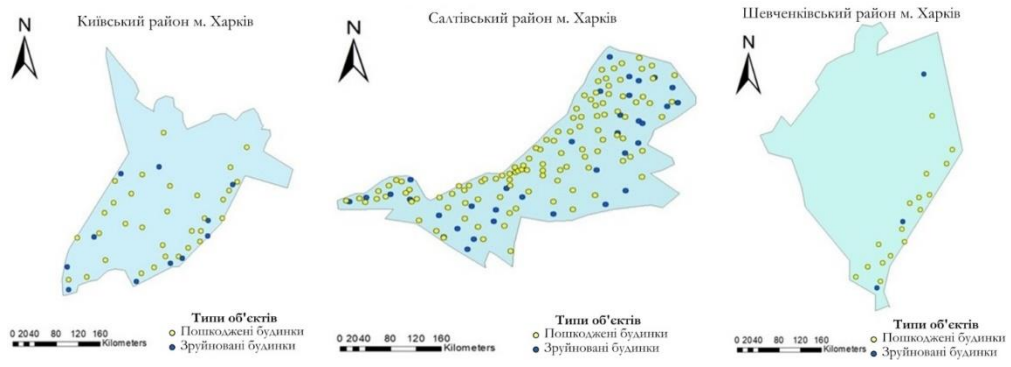


Рисунок 4. Картографічна візуалізація розподілу руйнувань по більш населеним районам міста Харків