

DOI: 10.32347/2076-815x.2021.76.119-131

УДК 528.46

Кінь Д.О.,

kondanil24@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0185-2534,

к.т.н, доцент Лазоренко-Гевель Н.Ю.,

nadiialg@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1572-4947,

Шудра Н.С.,

shudranatasha1984@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5416-7680,

Київський національний університет будівництва і архітектури

ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЇ М. ХАРКОВА У РЕТРОСПЕКТИВІ

Зміни ситуації на урбанізованих територіях відбуваються швидше, ніж картографуються. Сучасні методи збирання топографічної інформації та ведення топографічного моніторингу дозволяють оперативно відслідковувати і фіксувати ці зміни.

Ретроспективні картографічні дані містять цінну географічну інформацію про території в історичному розрізі.

Метою статті є дослідження змін території засобами геопросторово-ретроспективного аналізу на прикладі міста Харкова. У цій статті вперше запропоновано використання геопросторово-ретроспективного аналізу для дослідження змін територій на прикладі міста Харкова.

Для пошуку геопросторової закономірності розвитку меж і зміни площі території міста Харкова виконано геопросторово-ретроспективний аналіз, результати якого підтвердили високий темп збільшення площі території і межі міста.

Ключові слова: геопросторово-ретроспективний аналіз; ГІС-моніторинг; геопросторові дані; ретроспективні картографічні дані.

Постановка проблеми та актуальність. Періодичність оновлення топографічних карт залежить від фізико-географічного районування території, техногенного навантаження та кількості змін на місцевості і становить для промислово розвинутих густонаселених територій — 5–7 років відповідно до Основних положень створення та оновлення топографічних карт [1]. Сучасні методи збирання топографічної інформації дозволяють оперативно відслідковувати і фіксувати ці зміни [2]. Власне, постійне, регламентоване, безперервне топографічне вивчення сучасного стану та змін місцевості, оперативне картографування зафіксованих змін на цифровій

топографічній основі та реєстрація виявлених змін об'єктів місцевості у базі геопросторових даних є завданням топографічного моніторингу [3].

Якісні інтелектуальні геопросторові дані використовуються для проведення геопросторового аналізу та моделювання засобами геоінформаційних систем (ГІС), а також для поширення і обміну знаннями про стан і зміни об'єктів місцевості на певній території між користувачами завдяки інтегруванню ГІС та Інтернет.

Геопросторові дані топографічної вивченості території є первинним джерелом для ведення геоінформаційного топографічного моніторингу територій [4, 5]. Для дослідження ретроспективних геопросторових даних на певну територію доцільно використовувати геопросторово-ретроспективний аналіз і геоінформаційне моделювання. Геопросторово-ретроспективний аналіз – це процес пошуку геопросторових закономірностей у розподілі географічних даних і взаємозв'язків між об'єктами засобами геоінформаційних систем з урахуванням змін у часовому проміжку.

Для проведення такого аналізу вхідними даними є ретроспективні картографічні матеріали, перед використанням яких в сучасних ГІС необхідно оцінити придатність даних, їх обробити та оцінити точність. Тому в статті розглянуто питання можливості використання ретроспективних картографічних матеріалів для геоінформаційного моделювання розвитку території, проведено геопросторово-ретроспективний аналіз для пошуку геопросторової закономірності розвитку меж території міста Харкова, у якому спостерігається високий темп збільшення площ забудови і відповідно розширення межі міста. Так, у 2012 році було офіційно встановлено нову межу м. Харкова загальною площею 35002,26 гектара.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для міст країн Європейського союзу було проведено дослідження визначення функціональних зон забудови територій на основі топографічних карт масштабів 1:10 000 – 1:50 000 [6 – 9]. Авторами було запропоновано методику автоматичного створення наборів даних типів землекористувань на основі ретроспективних даних разом із проведенням оцінки точності отриманих результатів [7]. В Україні на основі комплексу історико-географічних, картографічних і математично-статистичних методів просторового аналізу здійснено оцінювання різночасових картографічних матеріалів на території Криворіжжя [10].

Метою роботи є дослідження змін території засобами геопросторово-ретроспективного аналізу на прикладі міста Харкова.

У цій статті вперше в Україні автори пропонують використання геопросторово-ретроспективного аналізу для дослідження змін територій.

Результати дослідження. Основні етапи дослідження наведено в технологічній схемі, яку складено відповідно до стандарту IDF0 (рис. 1):

- 1) збирання вхідних даних і матеріалів;
- 2) перевірка і оцінювання придатності ретроспективних карт для геопросторового аналізу і геоінформаційного моделювання;
- 3) аналіз достовірності та повноти змісту карт;
- 4) виконання польових обстежень об'єктів, що були зображені на картах і збереглися на місцевості;
- 5) оброблення ретроспективних карт;
- 6) завантаження у базу геопросторових даних проекту;
- 7) геопросторово-ретроспективний аналіз даних;
- 8) інтерпретація результатів досліджень.

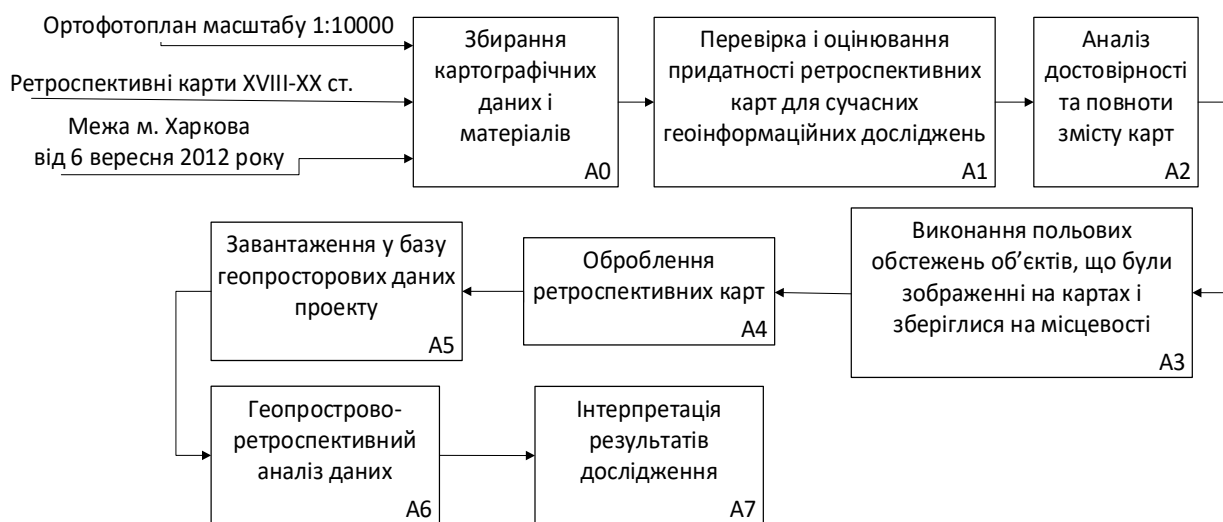


Рис. 1. IDF0-діаграма технологічної схеми дослідження

Вхідними даними і матеріалами є:

1) архів відсканованих ретроспективних карт міста Харкова у період 1786 – 2012 рр. [11];

2) ортофотоплани масштабу 1:10 000, що створені на основі матеріалів аерофотозйомки території України в період з 2006 до 2012 рр. в рамках проекту Світового банку «Видача державних актів на право власності на землю в сільській місцевості та розвиток системи кадастру» і опубліковані на геопорталі Публічної кадастрової карти;

3) векторна модель межі міста Харкова від 6 вересня 2012 року [12].

У таблиці 1 наведено метадані ретроспективних картографічних матеріалів м. Харкова, а саме їх назва, дата створення, масштаб та деякі інші відомості.

У перевірці і оцінюванні придатності ретроспективних карт для геопросторового аналізу і геоінформаційного моделювання було використано 30 ретроспективних карт, з них було обрано – 26, на яких добре розпізнаються об'єкти з чіткими контурами.

Аналіз достовірності та повноти даних було виконано з використанням довідкової історичної літератури [11], де були зазначені дати будівництва видатних будівель та споруд м. Харкова, які було вибрано для подальшої роботи, оскільки вони наявні на усіх картах.

Для первинного орієнтування карт відносно північного напрямку було обрано розташування річок у місті та їх напрямки течій, вулично-дорожню мережу міста, наприклад, на карті 1787 року р. Лопань зображена у напрямку зі сходу на захід, але на місцевості вона тече з півночі на південь.

Польове дешифрування дозволило визначити опорні точки для прив'язки ретроспективного картографічного матеріалу: собори (Свято-Благовіщенський кафедральний собор, Собор Покрова Пресвятої Богородиці, Свято-Успенський собор, а саме Олександрівська дзвіниця), мостові споруди (Лопанський та Харківський мости), перехрестя магістральних вулиць (вул. Полтавський шлях, Московський просп., вул. Сумська).

Таблиця 1

Метадані ретроспективних картографічних матеріалів м. Харкова

№ п/п	Назва карти	Дата створення	Масштаб карти	Примітки
1	«Планъ губернского города Харькова»	1786 р.	1:12 600 (1 англ. дюйм – 150 сажнів)	
2	«Планъ губернского города Харькова с пригородными слободами»	1787 р.	1:16 800 (1 англ. дюйм – 200 сажнів)	
3	«Планъ губернскому городу Харькова»	1804 р.	–	Склав губернський архітектор Ярославський
4	«Планъ губернского города Харькова»	1817 р.	–	
5	«Планъ губернскому городу Харькова»	1822 р.	1:16 800 (1 англ. дюйм – 200 сажнів)	
6	«Планъ города Харькова»	1854 р.	1:16 800 (1 англ. дюйм – 200 сажнів)	Позначено існування Василівського острова
7	«Планъ города Харькова»	1876 р.	–	
9	«Планъ города Харькова с обозначением телефонной сети и абонентов»	1889 р.	1:21 000 (1 англ. дюйм – 250 сажнів)	Виконав поштово-телеграфний чиновник Г. Кулжинський.

№ п/п	Назва карти	Дата створення	Масштаб карти	Примітки
10	«Адресь-планъ города Харькова»	1895 р.	1:21 000 (1 англ. дюйм – 250 сажнів)	Вид-тво Харківського Губернського Статистичного Комітету
11	«Планъ г. Харькова»	1903 р.	–	
12	Kharkov	1914 р.	1:22 900	Склали Wagner & Debes, Leipzig
13	«Харьков с прилегающими пригородами и поселками»	1916 р.	1:16 800 (1 англ. дюйм – 200 сажнів)	Позначено межу міста Харкова. Склад Гінзбург А.М., Жаврид Н.Б.
14	«План міста Харкова в нових міських межах»	1924 р.	1:16 800 (1 англ. дюйм – 200 сажнів)	
15	Kharkov	1928 р.	1:22 500	Склали Flemming Karl; Flemming-Wiskott AG, A. Radó, Glogau (Głogów) - Berlin
16	«Stadtplan Charkow»	1932 р.	1:20 000	Sanderausgabel IV.41 (Видання карти квітень 1941 р.)
17	«Stadtplan Charkow»	1938 р., 1942 р.	1:20 000	Der Plan der Kanalisationen (План каналізаційних мереж)
18	«План міста Харкова»	1938 р.	1:25 000	Позначено поділ міста на райони.
19	«Дергачи» М-37-61-В	1952 р.	1:50 000	Складено за топографічними картами М 1:25 000, 1929-1930, 1933 рр. Оновлено за матеріалами аерофотознімання 1949 р.
20	«Бол. Даниловка» М-37-61-Г	1952 р.	1:50 000	Складено за топографічними картами М 1:25 000, 1929-1930, 1933 рр. Оновлено за матеріалами аерофотознімання 1949 р.
21	«Южный» М-37-73-Б	1977 р.	1:50 000	Складено за топографічними картами М 1:25 000, 1929-1930, 1933 рр. Оновлено за матеріалами аерофотознімання 1949 р.
22	«Мерефа» М-37-73-В	1977 р.	1:50 000	Складено за топографічними картами М 1:25 000, 1929-1930, 1933 рр. Оновлено за матеріалами аерофотознімання 1949 р.

Оброблення ретроспективних карт. Прив'язку ретроспективних карт до ортофотопланів масштабу 1:10 000 виконано у геоінформаційній системі QGIS версії 3.14 методом сплайн за 15 опорними точками, що рівномірно розподілені по карті, у Державній референційній системи координат УСК-2000 у 7-ій зоні проекції Гаусса-Крюгера.

Середня квадратична похибка прив'язаних ретроспективних карт з 1786 р. по 1942 р. за ортофотопланами масштабу 1:10 000 становить $\pm 3,55$ м, а середня квадратична похибка прив'язаних ретроспективних карт з 1952 р. по 1977 р. становить $\pm 5,86$ м.

Обробленні ретроспективні картографічні дані було завантажено у об'єктно-реляційну систему управління базами даних PostgreSQL для подальшого виконання геопросторово-ретроспективного аналізу і геоінформаційного моделювання.

У QGIS було створено модель зміни межі м. Харкова за період 1786 – 2012 рр. методом векторизації ретроспективних картографічних даних і порівняно з офіційно встановленою межею м. Харкова станом на 2012 рік. На рисунку 3 подано тематичну карту зміни межі міста Харкова по роках.

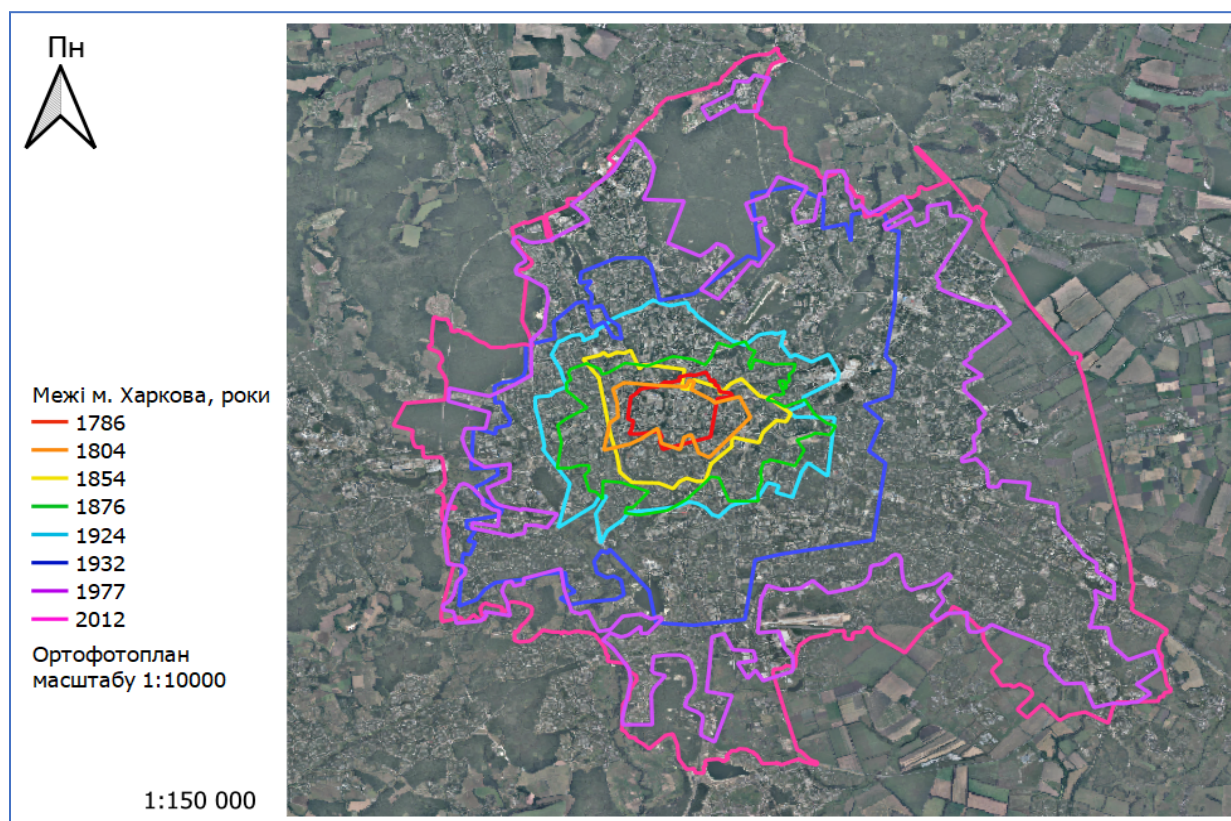


Рис. 3. Карта змін межі м. Харкова за період 1786 – 2012 рр.

Для визначення фактичного історичної частини міста Харкова було побудовано центроїди полігональних об'єктів території міста в різні роки за

ретроспективними картографічними даними за допомогою функції *ST_Centroid(geometry g1)* розширення PostGIS, яке необхідно для роботи з геопросторовими даними.

Інтерпретація результатів дослідження. Розміщення центроїдів та інтенсивність кольору полігональних об'єктів дозволило визначити фактичну історичну частину міста, в якій знаходиться найбільше пам'яток архітектури та об'єктів культурної спадщини (рис. 4). Два центроїди, які знаходяться східніше від інших, вказують на збільшення площі міста Харкова у південно-східному напрямку.

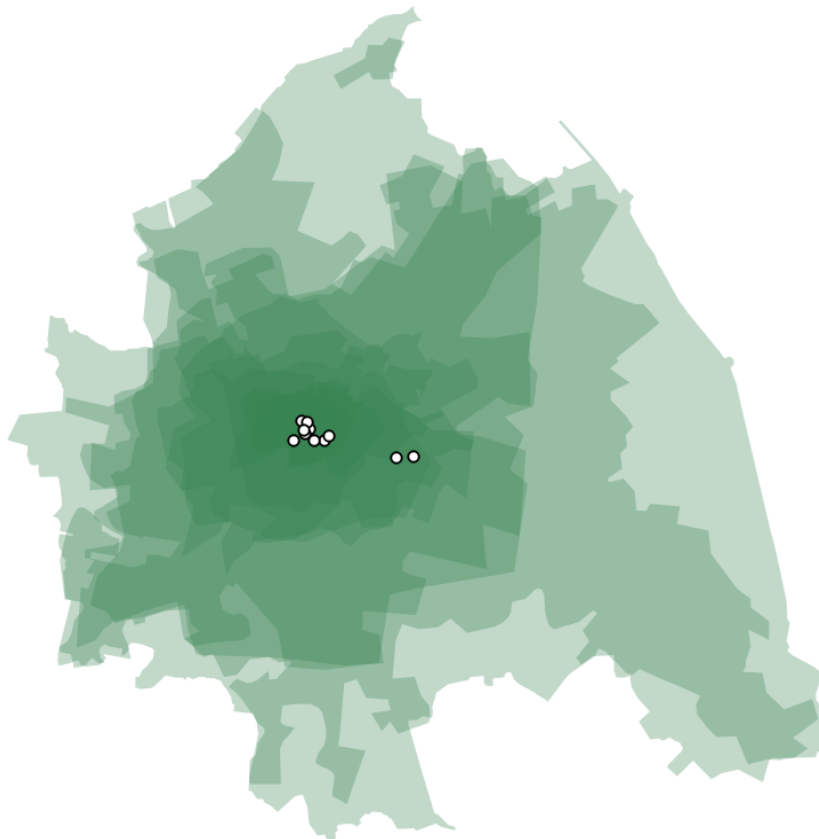


Рис. 4. Векторні моделі меж м. Харкова за період 1786 – 2012 рр.

Площі території міста Харкова були визначенні за різні роки за допомогою з урахуванням особливостей строгого методу визначення площ в середовищі QGIS [13, 14]. Результати геопросторово-ретроспективного аналізу території міста Харкова дозволили визначити регресію збільшення площі території, особливо після 1924 року, у часи Нової економічної політики (НЕП) в Україні, що почалась з 1921 року (рис. 5).

Висновки і перспективи подальших дослідження. Досліджено зміни території міста Харкова за ретроспективними картографічними даними у період 1786 – 2012 рр. у геоінформаційному середовищі QGIS. Придатні та достовірні ретроспективні карти містять цінну історичну географічну інформацію щодо

меж та місцезнаходження фізико-географічних об'єктів, перших видатних будівель і споруд, що дозволило відтворити модель території міста 250 років тому. Це стало можливим завдяки використанню геопросторово-ретроспективного аналізу і геоінформаційного моделювання. Для цього було виконано оцінку точності ретроспективних картографічних даних і отримано середні квадратичні похибки: $\pm 3,55$ м для карт з 1786 р. по 1942 р.; $\pm 5,86$ м – з 1952 р. по 1977 р. становить.

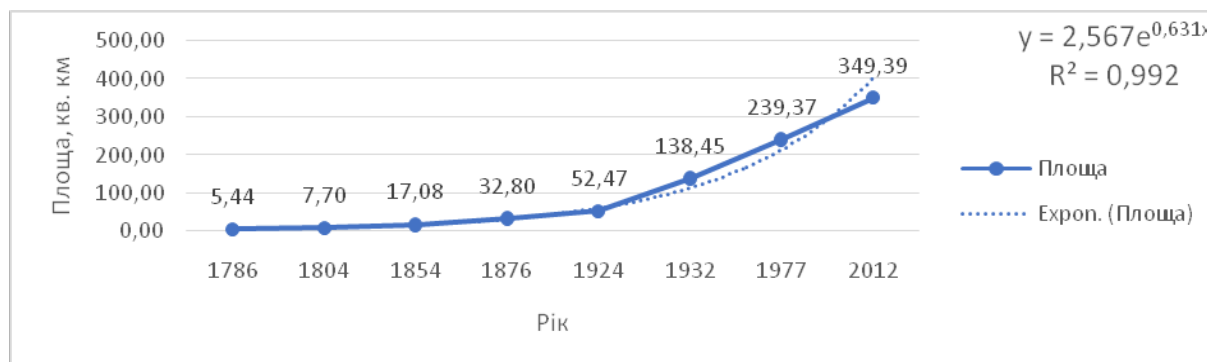


Рис. 5. Динаміка розвитку території м. Харкова за період 1786 – 2012 рр.

Виконавши геопросторово-ретроспективний аналіз території м. Харкова, встановлено збільшення площі території міста у часи НЕП та визначено фактичну історичну частину м. Харкова.

Бібліографічний список:

1. Основні положення створення топографічних планів масштабів 1: 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000 та 1: 500 / Затв. наказом Гол. упр. геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України №3 від 24.01.94 // Топографо-геодезична та картографічна діяльність: Законодавчі та нормативні акти. – В 2 ч. – Вінниця: Антекс, 2002. – Ч. 1. – С.84–89.
2. 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. https://www.researchgate.net/publication/349536793_METODI_ZBIRANNA_GEOPROSTOROVIH_DANIH_DLA_TOPOGRAFICNOGO_KARTOGRAFUVANNA
3. Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження Порядку загальнодержавного топографічного і тематичного картографування” від 4 вересня 2013 р. № 661.
4. Karpinskyi Yu., & Lazorenko-Hevel N. (2020). Topographic mapping in the National Spatial Data Infrastructure in Ukraine. E3S Web of Conferences. 171, 1-6. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017102004>.
5. Сосса Р. І. Топографічне картографування України (1917 – 2012): моногр. / Р. І. Сосса. – К.: Наук. Думка, 2014. – 384 с., 96 іл.
6. Schumacher, Ulrich. (2021). The Urban Mask Layer as Reference Geometry for Spatial Planning: Moving from German to European Geodata. *KN - Journal of Cartography and Geographic Information*. [10.1007/s42489-020-00068-7](https://doi.org/10.1007/s42489-020-00068-7).

7. Levin, Gregor & Groom, Geoff & Svenningsen, Stig & Perner, Mads. (2020). Automated production of spatial datasets for land categories from historical maps - Method development and results for a pilot study of Danish late-1800s topographical maps. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy. URL: https://www.researchgate.net/publication/344070704_Automated_production_of_spatial_datasets_for_land_categories_from_historical_maps_-_Method_development_and_results_for_a_pilot_study_of_Danish_late-1800s_topographical_maps
8. Amri, Ikhwan & Giyarsih, Sri. (2021). Monitoring urban physical growth in tsunami-affected areas: a case study of Banda Aceh City, Indonesia. *GeoJournal*. 1-16. [10.1007/s10708-020-10362-6](https://doi.org/10.1007/s10708-020-10362-6).
9. Ostrowski, W.; Dukaczewski, D.; Markowska, A. Presentation of build-up areas on topographic maps of selected European countries. *Polish Cartographical Review*, v. 51, n. 1, p. 1–14, 2019. <https://doi.org/10.2478/pcr-2019-0001>.
10. Kholoshyn, I. & Bondarenko, O. & Varfolomeeva, I. & Hanchuk, O. & Mantulenko, S.. (2018). The Kryvyi Rih Area Topographic Maps of Various Historic Periods as an Information Resource for Retrospective Studies. *Geology, Geography*. 26. 88-99. [10.15421/111810](https://doi.org/10.15421/111810).
11. Багале́й Д. И., Миллер Д. П. Альбом старинных планов г. Харькова, снимков его видов и портретов его деятелей: Прил. ко 2-му тому "Истории города Харькова", сост. проф. Д.И. Багале́ем и Д.П. Миллером. Харьков: Тип. и литогр. М. Зильберберг и С-вья, 1912. 62 с.
12. Постанова Верховної Ради України «Про зміну і встановлення меж міста Харків, Дергачівського і Харківського районів Харківської області» від 6 вересня 2012 року № 5215-VI. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5215-VI#Text>
13. Kin, D., & Karpinskyi, Y. (2020, December). Peculiarities of the method of calculation feature's geodetic area on the reference ellipsoid in GIS. In International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2020» (Vol. 2020, No. 1, pp. 1-5). *European Association of Geoscientists & Engineers*. [10.3997/2214-4609.20205757](https://doi.org/10.3997/2214-4609.20205757)
14. Karpinskyi Yu., & Kin D. (2020, April). Research of the transition from cartometric to analytical operations. XXV Jubilee International Scientific and Technical Conference «Geoforum – 2020», Lviv, Ukraine. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34353.40806>.

Конь Д.О., к.т.н, доцент Лазоренко-Гевель Н.Ю., Шудра Н.С.,
Киевский национальный университет строительства и архитектуры

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ Г. ХАРЬКОВА В РЕТРОСПЕКТИВЕ

Изменения ситуации на урбанизированных территориях происходят быстрее, чем картографируемых. Современные методы сбора топографической информации и ведения топографического мониторинга позволяют оперативно отслеживать и фиксировать эти изменения.

Ретроспективные картографические данные содержат ценную географическую информацию о территории в историческом разрезе.

Целью статьи является исследование изменений территории средствами геопространственных-ретроспективного анализа на примере города Харькова. В этой статье впервые предложено использование геопространственно-ретроспективного анализа для исследования изменений территорий на примере города Харькова.

Для поиска геопространственной закономерности развития пределов и изменения площади территории города Харькова выполнено геопространственных-ретроспективный анализ, результаты которого подтвердили высокий темп увеличения площади территории и границы города.

Ключевые слова: геопространственно-ретроспективный анализ; ГИС-мониторинг; пространственные данные; ретроспективные картографические данные.

Assistant **Kin Danylo**,
PhD, associate professor **Lazorenco-Hevel Nadiia**,
Senior Lecturer **Shudra Nataliia**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

GEOINFORMATION MODELING OF M. KHARKOV TERRITORY DEVELOPMENT IN RETROSPECTIVE

Changes in urban areas are happening faster than they are being mapped. Modern methods of collecting topographic information and conducting topographic monitoring allow you to quickly track and record these changes.

Retrospective cartographic data contain valuable geographical information about territories in historical terms.

The purpose of the article is to study the changes in the territory by means of geospatial-retrospective analysis on the example of the city of Kharkiv. This article proposes for the first time the use of geospatial-retrospective analysis to study changes in territories on the example of the city of Kharkiv.

To find the geospatial pattern of development of boundaries and changes in the area of the city of Kharkiv, a geospatial-retrospective analysis was performed, the results of which confirmed the high rate of increase in the area and boundaries of the city.

Key words: geospatial-retrospective analysis; GIS-monitoring; geospatial data; retrospective cartographic data.

REFERENCES:

1. Osnovni polozhennia stvorennia topografichnykh planiv masshtabiv 1: 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000 ta 1: 500 / Zatv. nakazom Hol. upr. heodezii, kartohrafii ta kadastru pry Kabineti Ministriv Ukrainy №3 vid 24.01.94 // Topografo-heodezychna ta kartografichna diialnist: Zakonodavchi ta normatyvni akty. – V 2 ch. – Vinnytsia: Anteks, 2002. – Ch. 1. – S.84–89. {in Ukrainian}
2. Karpinskyi Yu.O. Metody zbyrannia heoprostorovykh danykh dlia topografichnoho kartohrafuvannia / Yu.O. Karpinskyi, N.Iu. Lazorenko-Hevel // Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky i vyrobnytstva. Zbirnyk naukovykh prats. – Vyp. I(35). – 2018. – S.204-211. https://www.researchgate.net/publication/349536793_METODI_ZBIRANNA_GEOPROSTOROVYKH_DANIY_DLA_TOPOGRAFICNOGO_KARTOGRAFUVANNA{in Ukrainian}
3. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy “Pro zatverdzhennia Poriadku zahalnodержavnogo topografichnoho i tematychnoho kartohrafuvannia” vid 4 veresnia 2013 r. № 661. {in Ukrainian}
4. Karpinskyi Yu., & Lazorenko-Hevel N. (2020). Topographic mapping in the National Spatial Data Infrastructure in Ukraine. E3S Web of Conferences. 171, 1-6. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017102004>. {in English}
5. Sossa R. I. Topografichne kartohrafuvannia Ukrainy (1917 – 2012): monohr. / R. I. Sossa. – K.: Nauk. Dumka, 2014. – 384 s., 96 il. {in Ukrainian}
6. Schumacher, Ulrich. (2021). The Urban Mask Layer as Reference Geometry for Spatial Planning: Moving from German to European Geodata. KN - Journal of Cartography and Geographic Information. 10.1007/s42489-020-00068-7. {in English}
7. Levin, Gregor & Groom, Geoff & Svenningsen, Stig & Perner, Mads. (2020). Automated production of spatial datasets for land categories from historical maps - Method development and results for a pilot study of Danish late-1800s topographical maps. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy. URL: https://www.researchgate.net/publication/344070704_Automated_production_of_spatial_datasets_for_land_categories_from_historical_maps_-_Method_development_and_results_for_a_pilot_study_of_Danish_late-1800s_topographical_maps{in English}
8. Amri, Ikhwan & Giyarsih, Sri. (2021). Monitoring urban physical growth in tsunami-affected areas: a case study of Banda Aceh City, Indonesia. GeoJournal. 1-16. 10.1007/s10708-020-10362-6. {in English}

9. Ostrowski, W.; Dukaczewski, D.; Markowska, A. Presentation of build-up areas on topographic maps of selected European countries. *Polish Cartographical Review*, v. 51, n. 1, p. 1–14, 2019. <https://doi.org/10.2478/pcr-2019-0001>. {in English}
10. Kholoshyn, I. & Bondarenko, O. & Varfolomeeva, I. & Hanchuk, O. & Mantulenko, S.. (2018). The Kryvyi Rih Area Topographic Maps of Various Historic Periods as an Information Resource for Retrospective Studies. *Geology, Geography*. 26. 88-99. 10.15421/111810. {in English}
11. Bahalei D. Y., Myller D. P. Albom starynnykh planov h. Kharkova, snymkov eho vydov y portretov eho deiatelei: Pryl. ko 2-mu tomu "Ystoryy horoda Kharkova", sost. prof. D.Y. Bahaleem y D.P. Myllerom. Kharkov: Typ. y lytohr. M. Zylberberh y S-via, 1912. 62 s. {in Russian}
12. Postanova Verkhovnoi Rady Ukrainy «Pro zminu i vstanovlennia mezh mista Kharkiv, Derhachivskoho i Kharkivskoho raioniv Kharkivskoi oblasti» vid 6 veresnia 2012 roku № 5215-VI. {in Ukrainian}
13. Kin, D., & Karpinskyi, Y. (2020, December). Peculiarities of the method of calculation features geodetic area on the reference ellipsoid in GIS. In *International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2020»* (Vol. 2020, No. 1, pp. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers. 10.3997/2214-4609.20205757 {in English}
14. Karpinskyi Yu., & Kin D. (2020, April). Research of the transition from cartometric to analytical operations. XXV Jubilee International Scientific and Technical Conference «Geoforum – 2020», Lviv, Ukraine. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34353.40806>. {in English}