

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-53-03>

УДК: 528.4:631.4-027.44

Ліхва Наталія Володимирівна, старший викладач

<https://orcid.org/0000-0001-6656-5766>

Стадніков Володимир Васильович, к.т.н., доцент

<https://orcid.org/0000-0002-2479-9780>

Колосюк Анатолій Анатолійович, к.е.н., доцент

<https://orcid.org/0000-0001-7220-4772>

Константінова Олена Вікторівна, к.е.н., доцент

<https://orcid.org/0000-0002-9336-9215>

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО СТВОРЕННЯ І ОНОВЛЕННЯ ЦИФРОВИХ ТОПОГРАФІЧНИХ ПЛАНІВ

Ліхва Н.В., Стадніков В.В., Колосюк А.А., Константінова О.В. Дослідження можливостей геоінформаційних технологій для автоматизованого створення і оновлення цифрових топографічних планів. Мета цієї роботи – проаналізувати можливості ГІС-інструментарію для автоматизації процесів створення та оновлення цифрових топографічних планів. Методика дослідження базується на комплексному аналізі можливостей застосування ГІС та націлена на визначення найбільш ефективних рішень щодо автоматизації роботи з цифровими топографічними планами. Задіяні загальнонаукові та спеціальні методи дослідження, обумовлені загальною метою та локальними завданнями. **Результати.** Був проаналізований досвід використання ГІС для автоматизації процесів створення та оновлення цифрових топографічних планів. Визначені характеристики та особливості застосування інструментарію ГІС. Розроблені питання комплексного підходу до роботи з цифровими топографічними планами з метою уніфікації всіх процесів та отримання якісних результатів. Розглянута система ArcGIS як одна з найбільш поширених у професійній сфері, оскільки вона відповідає сучасним вимогам ведення робіт у цифровій картографії. Запропонований алгоритм застосування актуальних ГІС для роботи з цифровими топографічними планами, продемонстровані можливості використання різних джерел даних для створення, подальшої деталізації та оновлення топографічних планів. **Наукова новизна та практична значущість.** В роботі систематизовані можливості ГІС стосовно їх використання для автоматичного створення та оновлення цифрових топографічних планів. **Висновки.** З метою підвищення якості та економічності процесів оновлення топографічних карт було запропоновано використання ГІС-технологій. В даному випадку вони є універсальними щодо опрацювання різних наборів інформації, що спрощує подальшу роботу, дозволяючи вносити нові дані на регулярній основі навіть у процесі користування картою. Для швидкого отримання нових даних використовуються методи аерофото- та космічної зйомки. Їх обробка та інтеграція в існуючу цифрову карту виконується за допомогою інструментів ГІС. Базова цифрова карта готується на основі векторизації карт попередніх років. Актуальним в цьому процесі є створення еталонної моделі бази топографічних даних (у відповідності до міжнародних стандартів ISO 19100). Інструменти ГІС дозволяють працювати з цифровою основою, вносити в неї корективи за даними актуальної зйомки. Було визначено максимальну ефективність середовища ArcGIS для оновлення топографічних карт.

Результати роботи можуть бути використані в практичній діяльності землеустрою та міського управління, кадастровому обліку, туристичній діяльності, у транспортній, аграрній, видобувній та інших галузях виробництва.

Ключові слова: геоінформаційні системи (ГІС), дані дистанційного зондування, ArcGIS, геодезія, цифрова картографія.

Likhva N., Stadnikov V., Kolosyuk A., Konstantinova O. Research of the possibilities of geo-information systems for the automated creation and update of digital topographic plans. The purpose of this work is to analyze the capabilities of GIS tools for automating the processes of creating and updating digital topographic plans. The research methodology is based on a comprehensive analysis of GIS application possibilities and is aimed at determining the most effective solutions for automating work with digital topographic plans. General scientific and special research methods are used, determined by the general goal and local tasks. **The results.** The experience of using GIS to automate the processes of creating and updating digital topoplans was analyzed. The characteristics and features of the use of GIS tools are defined. Issues of a comprehensive approach to working with digital topoplans have been developed in order to unify all processes and obtain quality results. The ArcGIS system is considered as one of the most common in the professional sphere, as it meets the modern requirements of conducting work in digital cartography. The proposed algorithm for using current GIS for working with digital topoplans, the possibilities of using various data sources for creating, further detailing and updating topographic plans are demonstrated. **Scientific novelty and practical significance.** The work systematizes the possibilities of GIS in relation to their use for automatic creation and updating of digital topoplans. **Conclusions.** In order to improve the quality and cost-effectiveness of topographic map updating processes, the use of GIS technologies was proposed. In this case, they are universal in processing different sets of information, which simplifies further work, allowing to enter new data on a regular basis even in the process of using the card. Aerial and space survey methods are used to quickly obtain new data. Their processing and integration into the existing digital map is carried out with the help of GI tools. The basic digital map is prepared on the basis of vectorization of maps of previous years. The creation of a reference model of the topographic data base (in accordance with international standards ISO 19100) is relevant in this process. GIS tools allow you to work with a digital basis, make corrections to it based on actual survey data. The maximum efficiency of the ArcGIS environment for updating topographic maps was determined.

The results of the work can be used in the practical activities of land management and city management, cadastral accounting, tourism activities, in transport, agrarian, mining and other industries.

Keywords: geographic information systems (GIS), three-dimensional modeling, laser scanning, remote sensing data, ArcGIS, geodesy, digital cartography.

Вступ. У сучасному світі активно впроваджується використання нових геоінформаційних технологій у більшості наукових галузей. Загальна інформатизація і комп'ютеризація обумовила необхідність створення цифрових моделей різних об'єктів і явищ. Останнім часом значно змінилися методи, технології та засоби збирання, накопичення, зберігання топографо-геодезичних та картографічних матеріалів. На зміну традиційним топографічним планам прийшли цифрові топографічні карти та плани, які є оновленою версією друкованих копій, що було створено у 1960-2010 рр. Процес переведення в цифрову форму розпочався не так давно, що обумовлює актуальність дослідження. При створенні цифрових топографічних карт розрізняють дві процедури: створення «з нуля» та оновлення. Топографічна ситуація постійно змінюється, що потребує оперативного оновлення топографічних планів та карт.

Обробка топографічних матеріалів є доволі трудомістким процесом. Основними недоліками традиційних методів створення топографічних планів є величезні часові витрати, значні витрати засобів виробництва, необхідність залучення великої кількості кваліфікованих фахівців. Саме тому в даний час на зміну традиційним способам створення картографічної продукції прийшов процес автоматизації, побудований на використанні різних геоінформаційних технологій. Створення та оновлення топографічних карт виконується за чітко зазначеною в українському законодавстві процедурою на основі аерофото- та космічної зйомки місцевості [Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність», 1998; Закон України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» 2020; Класифікатор інформації, 1998; Основні положення, 1999; Постанова Кабінету Міністрів України, 2013]. Для швидкої обробки результатів використовуються деякі ГІС інструменти та функції автоматизації [Карпінський та ін., 2006].

В спеціальній літературі можна виділити кілька основних напрямків досліджень у рамках обраної тематики.

Становлять інтерес публікації, що стосуються прикладних моментів застосування геоінформаційних технологій у вузьких галузях діяльності, таких як міське планування та управління, кадастрова система, агропромисловий комплекс, будівництво, військова сфера [Карпінський та ін., 2019; Зубков, 2019; Дутчин та ін., 2019; Ліхва та ін., 2022; Луньова та ін., 2019; Стадніков В. та ін., 2023].

Окремо можна виділити дослідження, спрямовані на використання різних технологій отримання даних для створення ГІС. Автори опрацьовують методики дистанційного зондування за допомогою сучасної техніки, обробку отриманих матеріалів, можливості уніфікації всіх процесів [Артемов та ін., 2020; Карпінський та ін., 2018; Карпінський та ін., 2019; Луньова та ін., 2019; Лазоренко-Гевель Н. та ін., 2021; Стаднікова Н.В. та ін., 2021; Karpinskyi Yu. et al., 2020; Lazorenko-Nevel N. et al., 2017].

Дослідження показало, що найменш вивченими є питання, пов'язані з можливостями оперативного оновлення інформації на топографічних планах та картах, що є наразі дуже актуальним у зв'язку зі швидкістю зміни реальної ситуації.

Мета. Метою цієї роботи є визначення особливостей використання інструментів ГІС для автоматизованого створення та оновлення цифрових топографічних планів.

Методика. Методика дослідження побудована на комплексному аналізі можливостей геоінформаційних систем для автоматизації процесів створення та оновлення цифрових топографічних планів. Описаний актуальний інструментарій ГІС, визначені особливості його застосування для отримання максимального ефекту – спрощення та прискорення всіх технологічних процесів, забезпечення якості кінцевого результату. Додатково досліджена можливість введення інновацій з появою нових розробок в цій галузі знань.

Результати. Вимоги до створення топографічних карт та планів поступово змінюються та розвиваються, що впливає на необхідність підвищення рівня якості та стандартів у процесі їх виготовлення [Karpinskyi Yu. et al., 2020]. Цифрові методи виробництва картографічних матеріалів на відміну методів, що застосовувались раніше, дозволили автоматизувати величезний обсяг трудомістких процесів розробки та оновлення цифрових топографічних карт:

- автоматичне відновлення стереомоделі за результатами вирівнювання фотограмметричної мережі;
- автоматичне формування та графічне відображення об'єктів з використанням картографічних шаблонів для всього масштабного ряду;
- автоматизація процесів контролю якості створюваних карт;
- автоматичне ототожнення точок на етапах внутрішнього, взаємного та зовнішнього орієнтування знімків фотограмметричного блоку та окремої стереопари;
- автоматична побудова цифрової моделі рельєфу по регулярній та нерегулярній сітці, а також по горизонталям;
- автоматична побудова горизонталей із заданим перерізом рельєфу, а також побудова додаткових горизонталей.

Програмне забезпечення ArcGIS може бути використано як інструмент для обробки даних, аналізу топографічних карт і формування цілісних геопросторових даних за допомогою сукупних методів.

Перед початком робіт створюється цифрова основа для побудови топографічних карт. Для цього використовують:

1. Вихідні картографічні матеріали 1960-2010 рр. – виконують сканування діапозитивів постійного зберігання (ДПЗ), з яких друкують паперові карти, з роздільною здатністю близько 800 dpi, далі за растровими зображеннями створюють цифрову карту. Ця технологія дозволяє векторизувати більшу частину змісту карти в автоматичному режимі, тому що ДПЗ представляють собою розділені за вмістом карти (рельєф, гідрографія, заливка лісу та гідрографії, контур) та поєднані. Цю технологію використовують для масштабів 1:10000 - 1:1000000.

2. Матеріали наземних зйомок: тахеометрична зйомка - зазвичай це невеликі за розмірами ділянки, зйомку яких доцільно виконати польовим способом. Далі на сканері, що дозволяє сканувати картографічні матеріали на жорсткій основі, скануються матеріали наземної зйомки, робиться прив'язка та векторизація растрів.

3. Стереотопографічний метод - карта створюється «з нуля», так само як і її актуалізація (оновлення), що означає зведення до мінімуму польових робіт, оскільки практично всі процедури проводяться в камеральних умовах, що робить цикл створення топографічної карти більш економічним.

Застосування цифрових методів зберігає традиційну триетапність процесу оновлення топографічних карт та планів: створення топографічної основи за матеріалами нової аерофотозйомки у вигляді цифрового ортофотоплана; накладання попередньо відсканованої та векторизованої карти на растрове фотозображення фотоплану (проведення векторизації за растровим зображенням фотоплану нових об'єктів, коригування існуючих та виявлення втрачених); остаточне нанесення об'єктів, що оновлюються і видалення втрачених об'єктів з оновлюваної карти (рис. 1).

Оновлення (або створення «з нуля») цифрових топографічних карт передбачає виконання таких основних етапів робіт:

Етап 1.

1.1. Збирання довідкових, додаткових даних і матеріалів.

1.2. Підготовка довідкових, додаткових даних і матеріалів.

Етап 2.

2.1. Створення еталонної моделі цифрових топографічних карт.

2.2. Векторизація (оновлення) цифрових топографічних карт відповідно до визначеної методології.

Етап 3.

3.1. Багаторівнева система перевірок якості векторизації, перегляд картографічними редакторами, виправлення помилок.

3.2. Оцінка точності кожного номенклатурного аркуша.

3.3. Зведення суміжних номенклатурних аркушів, створення єдиної бази даних.

3.4. Передача бази даних до Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру для подальшого використання та друку тиражних відбитків.

Сучасні цифрові технології оновлення карт базуються на тих же технічних засобах, що використовуються й для їх створення.

Оновлення цифрової топографічної карти виконується за стереопарам знімків, одиночними знімками, ортофотопланами.

З урахуванням специфіки отримання та обробки космічних зображень найбільш ефективно з їх допомогою вирішується завдання оновлення контурної частини карти. Технологію оновлення електронної карти за знімками високої роздільної здатності передбачає наступні етапи: аналіз характеру змін карти, що оновлюється, за космічними зображеннями; згущення опорної мережі для трансформування знімків та аналізу точності космічних знімків; трансформування космічних знімків по опорних геодезичних точках; дешифрування космічних знімків при оновленні топографічних планів масштабу 1:2000-1:5000; польове обстеження; перенесення змін із космічних знімків на електронну карту; редагування та оформлення упорядницького оригіналу.

У процесі оновлення контурна частина карти приводиться у повну відповідність до нових знімків. Процес оновлення зводиться до трьох видів робіт: вилучення з бази даних відсутніх на знімках об'єктів; включення до бази новостворених об'єктів; внесення змін до семантики.

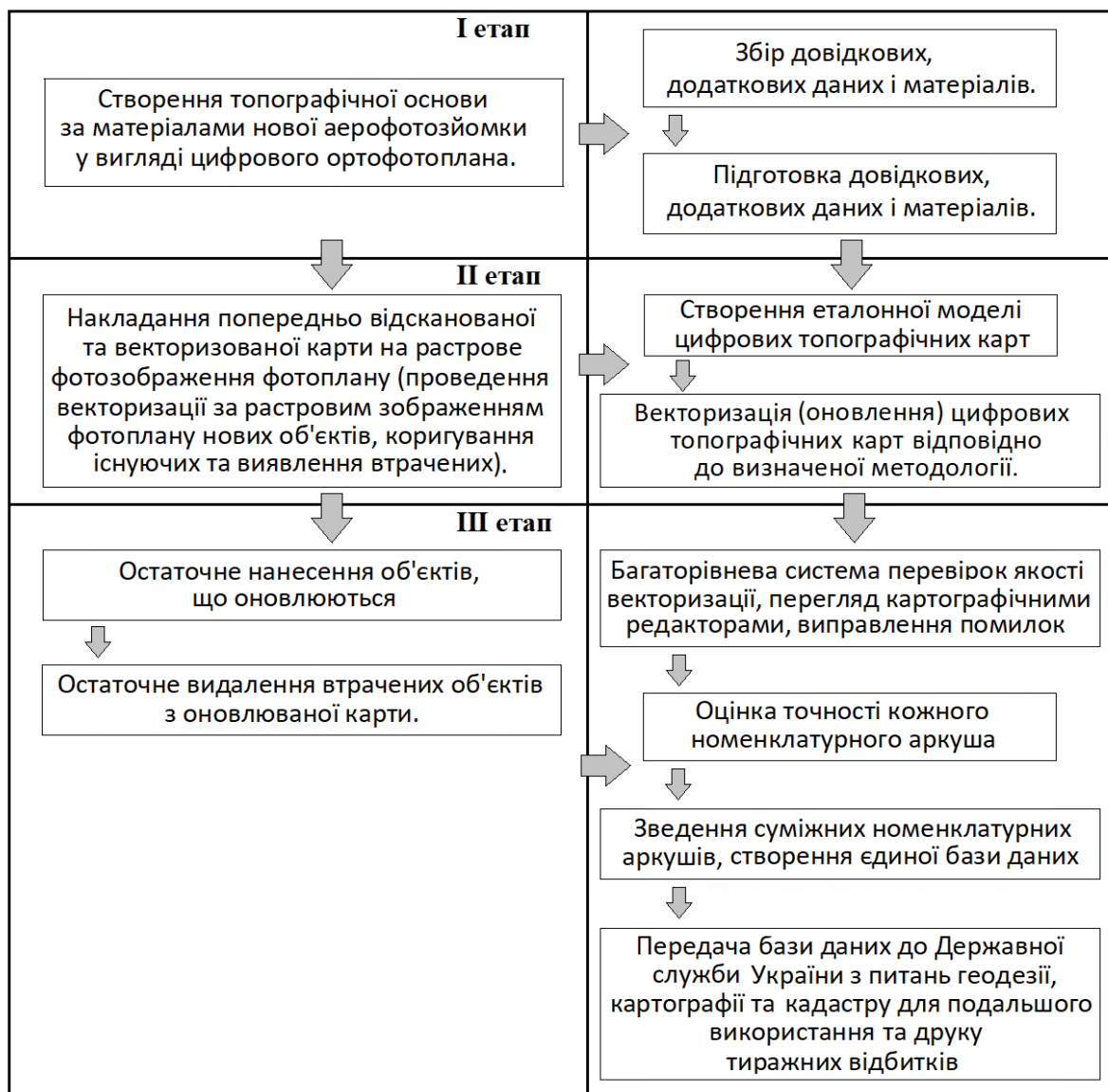


Рис. 1. Процес оновлення топографічних карт та планів.

У процесі редагування виконується зведення контурів та горизонталей, зміна семантичних кодів, присвоєння об'єктам необхідних характеристик, умовних знаків. При редагуванні використовуються різні допоміжні функції: перегляд по шарах, копіювання або видалення об'єктів, автоматичне стикування об'єктів з різних цифрових фотопланів, виділення оригіналу тощо. Перевагою цифрових технологій оновлення карт та планів перед традиційними є високий рівень автоматизації всіх етапів оновлення, висока продуктивність.

Редагування топології (оцифрування з використанням геометрії багатокутників) є важливим моментом у роботі зі створення та оновлення топографічних карт. Багато програм ГІС надають інструменти для топологічного редагування, ArcGIS в цьому плані також не є винятком. Тут інструменти для топологічного редагування призначені для покращення результатів редагування та підтримки загальних меж у полігональних шарах. ArcGIS «виявляє» спільну межу на карті багатокутника, тому потрібно перемістити лише верхівку краю для однієї межі багатокутника, щоб забезпечити оновлення інших меж полігону. Інша топологічна опція дозволяє запобігти накладенню полігонів під час оцифровки. Для застосування методології безшовної бази геоданих необхідними є інструменти додавання. Append — це інструмент, який може вводити кілька наборів даних в існуючий цільовий набір даних. Вхідними наборами даних можуть бути класи об'єктів точок, ліній або багатокутників, таблиці, растри, каталоги растрів, класи об'єктів анотації або класи об'єктів розмірів.

Після завершення процесу векторизації необхідно провести перевірку вихідної ідентифікації інформації. Це обумовлено потребою у наявності детальної інформації в процесі створення карти.

У цілісній базі даних об'єкти вважаються безперервними. Кожна функція бере участь у процесі керування географічними даними, вона відображається та розглядається як безперервна та унікальна.

Наукова новизна і практична значущість. В роботі проаналізовані можливості використання сучасних ГІС-технологій для створення та оновлення топографічних планів, що має важливе значення для практичної діяльності з актуалізації інформаційної бази картографічних даних у різних галузях людської діяльності. Процеси картографування значних територій є досить ресурсозатратними, тому застосування комплексної методики їх виконання дозволить зробити їх більш економічними.

Висновки. Останнім часом все більш зростає необхідність створення та оновлення топографічних карт, що відповідають сучасним вимогам та актуальному стану місцевості. В роботі підтверджено ефективність використання методів ГІС для даних робіт, розроблено загальний алгоритм виконання оновлення топографічної карти, що враховує всі особливості цього процесу.

В роботі розглянуті інструменти ГІС, що дозволяють автоматизувати процеси оновлення топографічних карт і планів на основі використання космічних та аерофотознімків. Оновлення цифрової топографічної карти виконується за стереопарам знімків, одиночними знімками, ортофотопланами. У процесі оновлення контурна частина карти приводиться у повну відповідність до нових знімків, що включає вилучення з бази даних відсутніх на знімках об'єктів; включення до бази новостворених об'єктів; внесення змін до семантики.

Безперечно, наявність цифрового формату топографічної карти дозволяє зробити процес її оновлення майже автоматичним. Застосування методів цифрового картографування дозволяє отримати високу якість картографічного зображення, оперативність створення та оновлення, довготривалість зберігання, багаторазовість використання.

Розроблені питання комплексного підходу до роботи з цифровими топографічними картами з метою уніфікації всіх процесів та отримання якісних результатів. Розглянута система ArcGIS як одна з найбільш поширених у професійній сфері, оскільки вона відповідає сучасним вимогам ведення робіт у цифровій картографії.

Список бібліографічного опису

1. Артемов В., Мовчан Т., Бахчеван Е., Данько Т. (2020). Принципи цифрової трансформації і впровадження її в геодезії та землеустрої. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 96, 129-138. DOI: 10.37000/ABBSL.2020.96.1
2. Закон України "Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність" від 23 грудня 1998 року № 353-XIV.
3. Закон України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних" від 13 квітня 2020 року № 554-IX.

4. Зубков В.П. (2019). Топогеодезичне забезпечення як складова інформаційного забезпечення сил оборони України. *Воєнно-прикладні питання системного аналізу та математичного моделювання*, 116-121.
5. Карпінський Ю. О., Лященко А. А. (2006). Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні. К.: НДГК, 108 с.: іл. (Сер. "Геодезія, картографія, кадастр").
6. Карпінський Ю. О., Лазоренко-Гевель Н. Ю. (2018). Методи збирання геопросторових даних для топографічного картографування. *Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва: зб. наук. праць*, I(35), 204–211. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://gki.com.ua/ua/metodi-zbirannja-geoprostorovih-danih-dlja-topografichnogo-kartografuvannja>.
7. Карпінський Ю. О., Лазоренко-Гевель Н. Ю. (2019). Архітектура державної топографічної карти. Всеукраїнська науково-практична конференція "Картографічне моделювання та географічні інформаційні системи" (3–5 жовтня 2019 року). Львів: Нац. ун-т "Львівська політехніка", 11–14.
8. Карпінський Ю., Кінь Д. (2019). Дослідження картометричних операцій в середовищі ГІС. Тези доповідей «GEOFORUM'2019». 24-та міжнародна науково-технічна конференція, присвячена професійному святу працівників геології, геодезії і картографії України, 10–12 квітня 2019 р., Львів–Брюховичі–Яворів. Львів: Видавництво Львівської Політехніки. 14-16.
9. Класифікатор інформації, яка відображається на топографічних картах масштабів 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1000 000: затверд. начальник Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України 1998 р. і погодж. з начальником Центрального топографічного управління Генерального штабу Збройних сил України.
10. Лазоренко-Гевель Н., Карпінський Ю., Кінь Д. (2021). Особливості створення (оновлення) цифрових топографічних карт для формування основної державної топографічної карти. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*, I (41), 113-122.
11. Ліхва Н.В., Стадніков В.В., Константинова О.В., Колосюк А.А. (2022). Застосування ARCGIS для створення топографічного плану М 1:2000. *Modern engineering and innovative technologies*, 20.
12. Луньова О.В., Буглак О.В. (2019). Методологічні засади застосування ортотрансформованих космічних знімків для оцінки стану навколишнього середовища та програмне забезпечення досліджень. *Український журнал дистанційного зондування землі*, 22, 27–34. DOI: 10.36023/UJRS.2019.22.155
13. Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000: затвердж. наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру України № 156 від 31.12.1999 р. і погодж. з Воєнно-топографічним управлінням Генерального штабу Збройних сил України.
14. Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Порядку загальнодержавного топографічного і тематичного картографування" від 4 вересня 2013 р. № 661.
15. Стаднікова Н.В., Колиханін С.П., Шишкалова Н.Ю., Шаргар О.М., Ліхва А.М. (2021). Застосування сучасного програмного забезпечення DIGITALS для створення топографічного плану М 1:2000. *The International Scientific Periodical Journal SWorldJournal*, 8, 35-39.
16. Стадніков В., Ліхва Н., Константинова О. (2023). Сучасні технології геопросторового аналізу під час планування міської території. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: зб. наук. пр.*, I(45), 135-145.
17. 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>.
18. Lazorenko-Hevel N. & Kin D. (2019). The edge matching method of digital topographic maps in the scale of 1:50 000 for creation the main state topographic map. *Engineering Geodesy*, 67, 56–66. 10.32347/0130-6014.2019.67.56-66.

References

1. Artemov V., Movchan T., Bakhchevan E. & Danko T. (2020). Pryntsypy tsyvrovoi transformatsii i vprovadzhenia yii v heodezii ta zemleustroi. (Principles of digital transformation and its implementation in geodesy and land management). *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 96, 129-138. DOI: 10.37000/ABBSL.2020.96.1
2. Zakon Ukrainy "Pro topografo-heodezychnu i kartografichnu diialnist" vid 23 hrudnia 1998 roku № 353-XIV (Law of Ukraine "On topographical, geodetic and cartographic activities").
3. Zakon Ukrainy "Pro natsionalnu infrastrukturu heoprostorovykh danykh" vid 13 kvitnia 2020 roku № 554-IX (Law of Ukraine "On the National Infrastructure of Geospatial Data").
4. Zubkov V.P. (2019). Topogeodezychne zabezpechennia yak skladova informatsiinoho zabezpechennia syl obrony Ukrainy (Topogeodetic support as a component of the information support of the defense forces of Ukraine). *Military-applied issues of system analysis and mathematical modeling*, 116-121.
5. Karpinskyi YU. & Kin D. (2019). Doslidzhennia kartometrychnykh operatsii v seredovishchi HIS (Study of cartometric operations in the GIS environment.). Tezy dopovidei «GEOFORUM2019». 24-ta mizhnarodna nauково-tekhnichna konferentsiia, prysviachena profesiinomu sviatu pratsivnykiv heolohii, heodezii i kartografii Ukrainy, 10–12 kvitnia 2019 r., Lviv–Bryukhovychi–Yavoriv (Abstracts of "GEOFORUM2019" reports. The 24th international scientific and technical conference dedicated to the professional holiday of workers of geology, geodesy and cartography of Ukraine, April 10–12, 2019, Lviv–Bryukhovychi–Yavoriv.). Lviv: Lviv Polytechnic publishing house, 14-16.
6. Karpinskyi Yu., & Lazorenko-Hevel N. (2019). Arkhitektura derzhavnoi topografichnoi karty (Architecture of the state topographic map.). Vseukrainska nauково-praktychna konferentsiia "Kartografichne modeliuвання ta heografichni informatsiini systemy" (3–5 zhovtnia 2019 roku). Lviv: Nats. un-t "Lvivska politehnika", 11–14.

7. 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>.
8. Lazorenko-Hevel N., Karpinskyi YU. & Kin D. (2021). Osoblyvosti stvorennia (onovlennia) tsyfrovyykh topohrafichnykh kart dlia formuvannia osnovnoi derzhavnoi topohrafichnoi karty (Features of creating (updating) digital topographic maps for the formation of the main state topographic map). *Modern achievements of geodetic science and production*, I (41), 113-122.
9. Lazorenko-Hevel N. & Kin D. (2019). The edge matching method of digital topographic maps in the scale of 1:50 000 for creation the main state topographic map. *Engineering Geodesy*, 67, 56–66. 10.32347/0130-6014.2019.67.56-66.
10. Likhva N.V., Stadnikov V.V., Konstantinova O.V. & Kolosiuk A.A. (2022). Zastosuvannia arcgis dlia stvorennia topohrafichnoho planu M 1:2000. (Application of arcgis to create a topographic plan M 1:2000.). *Modern engineering and innovative technologies*, 20.
11. Lunova O.V. & Buhlak O.V. (2019). Metodolohichni zasady zastosuvannia ortotransformovanykh kosmichnykh znmkiv dlia otsinky stanu navkolyshnoho seredovyscha ta prohramne zabezpechennia doslidzhen (Methodological principles of using orthotransformed space images to assess the state of the environment and research software.). *Ukrainian Journal of Earth Remote Sensing*, 22, 27–34. DOI: 10.36023/UJRS.2019.22.155
12. Stadnikova N.V., Kolykhanin S.P., Shyshkalova N.IU., Sharhar O.M. & Likhva A.M. (2021). Zastosuvannia suchasnoho prohramnoho zabezpechennia DIGITALS dlia stvorennia topohrafichnoho planu M 1:2000 (Application of modern DIGITALS software to create a topographic plan M 1:2000). *The International Scientific Periodical Journal SWorldJournal*, 8, 35-39.
13. Stadnikov V., Likhva N. & Konstantinova O. (2023). Suchasni tekhnolohii heoprostorovoho analizu pid chas planuvannia miskoi terytorii (Modern technologies of geospatial analysis during urban planning). *Modern achievements of geodetic science and production*, I (45), 135-145.