

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Допускається до захисту
Зав. кафедри геодезії, землеустрою та
інженерії безпілотних технологій
_____ к.е.н., доцент Т.М. Сіроштан

«09» грудня 2025 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

НА ТЕМУ:
**ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ
ГЕОДЕЗИЧНИХ І КАРТОМЕТРИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У
ГЕОІНФОРМАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

Виконав: Зіневич Богдан Васильович _____

Керівник: к.е.н., доц. Сіроштан Т.М. _____

Рецензент: к.геогр.н., доц. Гамалій І.П. _____

Я, Зіневич Богдан Васильович, засвічую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Біла Церква – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агробіотехнологічний
Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Затверджую
Гарант ОП «Землеустрій та кадастр»
_____ доц., к.е.н. Прядка Т.М.
11 листопада 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу здобувачу
Зіневичу Богдану Васильовичу

Тема: «Дослідження стану та перспектив розвитку геодезичних і картометричних технологій у геоінформаційному середовищі»

Затверджено наказом ректора № 607/С від 24.12.2024 р.

Термін здачі студентом готової кваліфікаційної роботи в деканат: до «12» грудня 2025 р.

Перелік питань, що розробляються в роботі.

- проаналізувати сучасний стан розвитку геодезичних і картометричних технологій, що застосовуються в геоінформаційних системах;

- класифікувати основні методи геодезичного вимірювання та картометричного аналізу за принципами їх точності, оперативності та придатності до інтеграції в ГІС-середовище; - оцінити рівень сумісності між результатами традиційних наземних зйомок, даними дистанційного зондування та цифрового картографування;

- визначити основні проблеми, що виникають при впровадженні геодезичних і картометричних технологій у цифрові просторові моделі та системи підтримки прийняття рішень; обґрунтувати перспективні напрями модернізації геодезичних і картометричних методів з урахуванням розвитку GNSS-навігації, лазерного сканування, безпілотних систем та штучного інтелекту.

Календарний план виконання роботи

Етап виконання	Дата виконання етапу	Відмітка про виконання
Огляд літератури	Березень – травень 2025р.	виконано
Методична частина	Червень–серпень 2025 р.	виконано
Дослідницька частина	Серпень - вересень 2025 р.	виконано
Оформлення роботи	Вересень-жовтень 2025р.	виконано
Перевірка на плагіат	Початок жовтня 2025р.	виконано
Подання на рецензування	Листопад 2025р.	виконано
Попередній розгляд на кафедрі	Листопад 2025р.	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____ к.е.н., доц. Сіроштан Т.М.

Здобувач _____ Зіневич Б.В.

Дата отримання завдання «11» листопада 2024 р.

РЕФЕРАТ

Зіневич Богдан Васильович

«Дослідження стану та перспектив розвитку геодезичних і картометричних технологій у геоінформаційному середовищі»

Актуальність теми. Інтенсивний розвиток цифрових технологій та поширення геоінформаційних систем (ГІС) докорінно змінили підходи до збору, опрацювання та аналізу просторових даних. Геодезичні та картометричні технології, які традиційно використовувалися переважно в інженерно-топографічних роботах, сьогодні стають ключовими компонентами інтегрованих інформаційних платформ, цифрових двійників територій, систем моніторингу та управління просторовими ресурсами.

Поєднання високоточної геодезичної інструментальної бази з аналітичними можливостями ГІС відкриває нові можливості для автоматизованого моделювання рельєфу, кадастрового аналізу, управління земельними ресурсами та містобудівного планування.

Попри значний прогрес, розвиток геодезичних і картометричних технологій у геоінформаційному середовищі супроводжується низкою проблем, пов'язаних із неоднорідністю форматів просторових даних, різним рівнем точності вимірювань, відсутністю стандартизованих методик інтеграції результатів наземних зйомок, дистанційного зондування та цифрового картографування. Крім того, стрімке впровадження сучасних технологій, таких як GNSS, лазерне сканування, безпілотні аеросистеми чи алгоритми машинного навчання, потребує наукового обґрунтування їх сумісного використання в ГІС-середовищі.

У цьому контексті актуальним є системне дослідження сучасного стану геодезичних і картометричних технологій, оцінка ступеня їх інтегрованості в геоінформаційні системи та визначення перспектив подальшого розвитку. Таке дослідження дозволить виявити тенденції модернізації галузі, сформулювати рекомендації щодо підвищення ефективності використання просторових даних та сприятиме розвитку інтелектуальних геоінформаційних платформ.

Метою роботи є аналіз поточного рівня розвитку геодезичних і картометричних технологій у геоінформаційному середовищі та обґрунтування перспектив їх удосконалення з урахуванням сучасних технологічних викликів. Об'єктом дослідження є технології просторового вимірювання та

картометричного аналізу, а предметом — їх інтеграційні механізми та ефективність використання в ГІС.

Об'єкт дослідження: комплекс картометричних, геодезичних та морфометричних операцій. Предмет дослідження: аналітичні та строгі числові методи виконання картометричних та геодезичних операцій у геоінформаційному середовищі.

Методи дослідження. У дослідженні були використані аналітичні та числові методи картометричних, геодезичних та морфометричних операцій у середовищі ГІС, а саме перетворення координат методом Гельмерта та методом Ньютона [45], обчислення визначеного інтегралу; інтегрування по контуру, заданому відрізками методом Сімпсона; системотехніки й програмування при розробці програмної реалізації у середовищах MATLAB Online та PostgreSQL/PostGIS. Оцінювання обчислених похибок виконано за допомогою методів статистичного аналізу.

У ході дослідження також було використано виключно емпіричний метод, який передбачає планування та виконання числових експериментів у середовищі ГІС, бо в документації відсутній детальний опис методики та алгоритмів картометричних операцій, що представляє собою певний «чорний ящик», який унеможливує аналітичне дослідження та перешкоджає свідомому отриманню очікуваних результатів з необхідною та достатньою точністю.

Головним принципом проведення дослідження є доцільність використання строгих математичних методів для картометричних операцій, що передбачає зведення розрахунків всіх геопросторових характеристик, редукованих на поверхню земного еліпсоїда, що забезпечує їх незалежність від систем координат та картографічних проєкцій. Саме використання строгих математичних методів з редукуванням всіх геопросторових характеристик на поверхню земного еліпсоїда обумовлює перехід від наближених числових картометричних операцій до числових методів, які наближені до аналітичних, у середовищі ГІС.

Результати дослідження можуть бути використані для оптимізації геоінформаційних процесів у земельному кадастрі, містобудуванні, екологічному моніторингу, транспортній логістиці та інших сферах, де просторові дані відіграють ключову роль.

Кваліфікаційна робота магістра містить 57 сторінок, 4 таблиці, 10 рисунків, список використаних джерел із 48 найменувань.

Ключові слова: геоінформаційні системи, бази геопросторових даних, точність, числові та аналітичні методи, цифрові моделі поверхні, картометрія, моніторинг, строгі математичні методи, референц-еліпсоїд, площа, геодезичний моніторинг, GNSS, координати, геопросторовий аналіз, система координат.

ABSTRACT

Zinevych Bohdan Vasyliovych

"Investigation of the state and prospects for the development of geodetic and cartometric technologies in the geoinformation environment"

Relevance of the topic. The intensive development of digital technologies and the spread of geographic information systems (GIS) have fundamentally changed approaches to the collection, processing and analysis of spatial data. Geodetic and cartometric technologies, which were traditionally used mainly in engineering and topographic works, are today becoming key components of integrated information platforms, digital duplicates of territories, monitoring systems and management of spatial resources. The combination of a high-precision geodetic tool base with the analytical capabilities of GIS opens up new opportunities for automated relief modeling, cadastral analysis, land management and urban planning.

Despite significant progress, the development of geodetic and cartometric technologies in the geoinformation environment is accompanied by a number of problems related to the heterogeneity of spatial data formats, different levels of measurement accuracy, and the lack of standardized methods for integrating the results of ground surveys, remote sensing, and digital mapping. In addition, the rapid introduction of modern technologies, such as GNSS, laser scanning, unmanned aerial systems or machine learning algorithms, requires a scientific justification for their compatible use in a GIS environment.

In this context, the systematic study of the current state of geodetic and cartometric technologies, the assessment of the degree of their integration into geoinformation systems and the determination of prospects for further development are relevant. Such a study will reveal trends in the modernization of the industry, formulate recommendations for increasing the efficiency of spatial data use, and contribute to the development of intelligent geo-information platforms.

The purpose of the work is to analyze the current level of development of geodetic and cartometric technologies in the geoinformation environment and to substantiate the prospects for their improvement, taking into account modern technological challenges. The object of research is the technologies of spatial measurement and cartometric analysis, and the subject is their integration mechanisms and the effectiveness of their use in GIS.

Object of research: a complex of cartometric, geodetic and morphometric operations.

The subject of research: analytical and rigorous numerical methods of cartometric and geodetic operations in the geoinformation environment.

Research methods. Analytical and numerical methods of cartometric, geodetic, and morphometric operations in the GIS environment were used in the dissertation research, namely coordinate transformation by Helmert's method and Newton's method [45], calculation of the definite integral; integration along the contour given by segments by the Simpson method; system engineering and programming in the development of software implementation in the MATLAB Online and PostgreSQL/PostGIS environments.

The evaluation of the calculated errors was carried out using the methods of statistical analysis. In the course of the research, an exclusively empirical method was used, which involves the planning and execution of numerical experiments in the GIS environment, because the documentation lacks a detailed description of the methodology and algorithms of cartometric operations, which is a certain "black box" that makes analytical research impossible and prevents the deliberate obtaining of expected results with the necessary and sufficient accuracy.

The main principle of the research is the expediency of using strict mathematical methods for cartometric operations, which involves summing up the calculations of all geospatial characteristics reduced to the surface of the Earth's ellipsoid, which ensures their independence from coordinate systems and cartographic projections. It is the use of strict mathematical methods with the reduction of all geospatial characteristics to the surface of the Earth's ellipsoid that determines the transition from approximate numerical cartometric operations to numerical methods that are close to analytical ones in the GIS environment.

The results of the research can be used to optimize geo-information processes in land cadastre, urban planning, environmental monitoring, transport logistics and other areas where spatial data play a key role. The master's qualification work contains 57 pages, 4 table, 10 figures, a list of used sources from 48 titles.

Key words: geographic information systems, geospatial databases, accuracy, numerical and analytical methods, digital surface models, cartometry, monitoring, rigorous mathematical methods, reference ellipsoid, area, geodetic monitoring, GNSS, coordinates, geospatial analysis, coordinate system.

ЗМІСТ		
ВСТУП		9
РОЗДІЛ 1. ОНТОЛОГІЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ТА КАРТОМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ У ГЕОІНФОРМАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ		11
1.1.	Опис використаних датумів та систем координат	11
1.2.	Геометрія об'єктів та їх типи просторової локалізації, що досліджувались	15
1.3.	Методи обчислень, які були досліджені	17
	Висновки до 1 розділу	20
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ КАРТОМЕТРИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ СТАНДАРТНИМИ ЗАСОБАМИ ГІС		21
2.1.	Огляд та аналіз сучасного стану і тенденцій застосування геодезичних та картометричних операцій у середовищі ГІС	21
2.2.	Характеристика методики дослідження картометричних операцій стандартними засобами ГІС	27
2.3.	Розроблення еталонних моделей для дослідження методів геодезичних та картометричних обчислень у середовищі MATLAB Online	31
	Висновки до 2 розділу	34
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИКОНАННЯ КАРТОМЕТРИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ СТАНДАРТНИМИ ЗАСОБАМИ ГІС		36
3.1.	Проведення експериментів щодо картометричних операцій стандартними засобами ГІС	36
3.2.	Оцінка результатів експериментів щодо картометричних операцій стандартними засобами ГІС	39
3.3.	Феномен виникнення топологічних неузгодженостей рамок карт при створенні Основної державної топографічної карти	42
	Висновки до 3 розділ	47
ВИСНОВКИ		49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		51

ВИСНОВКИ

З розвитком комп'ютерних та геоінформаційних технологій користувачі все частіше використовують цифрові моделі місцевості для проєктування, виконання досліджень, моніторингу, геопросторового аналізу та прогнозування. До цього моменту всі картометричні та морфометричні характеристики об'єктів визначались на друкованих картах за допомогою графічних та інструментальних методів. Максимальна їх точність не вище 0,1 мм і більше. Щоб визначити довжину або площу територій, які займали більше двох аркушів топографічних карт, треба було передбачати підготовчі роботи, а це зумовлювало додаткові ресурси та витрати. Також слід зазначити, що всі обчислення виконувались наближеними числовими методами, а для їх спрощення використовувались готові таблиці та довідники, що забезпечувало максимальну точність не менше 1 мм. Для вирішення головних геодезичних задач в залежності від довжини лінії між точками використовували різні поверхні математичної моделі Землі (Декартова система координат, проєкції, сфера, еліпсоїд тощо), що впливало на подання цієї лінії (пряма, хорда, геодезична лінія тощо) і на способи рішення геодезичних задач.

Універсальний розв'язок головних геодезичних задач існував, проте він вимагав достатню кількість ітерацій та розкладання біноміального ряду Тейлора на члени 6-ого і вище порядку. Без застосування комп'ютерних технологій це можливий, але дуже трудомісткий процес, що є не ефективним на виробництві.

Сучасний рівень геоінформаційних технологій дозволяє з достатньою швидкістю визначати довжини та площі об'єктів не залежно від їх розміру, перетворювати та трансформувати координати у різні дати та системи координат.

Підвищення ефективності управління територіями, ведення державних кадастрів, зокрема Державного земельного кадастру, Державного водного кадастру та Державного лісового кадастру, потребує від геоінформаційних

систем точних та достовірних геопросторових даних, визначення картометричних та морфометричних характеристик геопросторових об'єктів з необхідною та достатньою точністю.

Для вивчення та дослідження питання щодо точності геодезичних та картометричних операцій були проаналізовані та систематизовані етапи розвитку методів, за допомогою яких визначались метричні характеристики об'єктів на картах. Визначенні індекси точності та трудомісткості методів обчислення характеризують етапи цього розвитку і відображають процеси зменшення трудомісткості та підвищення точності обчислень, оскільки ці параметри є одними із головних в останніх дослідженнях науковців за цим напрямом. З метою уніфікації та систематизації операцій було створено реєстр геодезичних, картометричних та морфометричних обчислень відповідно до вимог стандарту ISO 19127:2019 Географічна інформація – Геодезичні коди і параметри, а також відповідні паспорти на операції та їх методи. Це дозволяє незалежно від мови програмування реалізувати функції цих обчислень у будь-якій геоінформаційній системі та системі керування базами даних.

Через недостатнє документування стандартних засобів у геоінформаційних системах або взагалі відсутність таких специфікацій було розроблено методику визначення можливостей стандартних засобів ГІС, що дозволило встановити яким чином та за допомогою яких моделей виконуються геодезичні та картометричні операції у комерційних ГІС та з відкритою ліцензією. Одними із основних результатів цього дослідження є створені еталонні моделі, які порівнювались з емпіричними, що дозволило зробити висновок: геоінформаційні системи практично не містять функціоналу для обчислень на референц-еліпсоїді, окрім деяких функцій QGIS.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Altamimi, Z. (2024). EUREF technical note 1: relationship and transformation between the international and the European terrestrial reference systems. *Publicato da EUREF*. URL: <http://etrs89.ensg.ign.fr/pub/EUREF-TN-1-Jan-31-2024.pdf>
2. Alsharif, A. H., Salleh, N. Z. M., Baharun, R., Hashem E, A. R., Mansor, A. A., Ali, J., & Abbas, A. F. (2021). Neuroimaging techniques in advertising research: Main applications, development, and brain regions and processes. *Sustainability*, 13(11), 6488. DOI: [10.3390/su13116488](https://doi.org/10.3390/su13116488)
3. Baselga, S., & Olsen, M. J. (2021). Approximations, Errors, and Misconceptions in the Use of Map Projections. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021. DOI: [10.1155/2021/1094602](https://doi.org/10.1155/2021/1094602).
4. Berk, S. and Ferlan, M. (2018). Accurate area determination in the cadaster: CasestudyofSlovenia. *Cartographyandgeographicinformationscience*, 45(1), 1-17., DOI: [10.1080/15230406.2016.1217789](https://doi.org/10.1080/15230406.2016.1217789)
5. Bєspalko, R., & Hutsul, T. (2021). Technological features of distribution between river basins using GIS technologies (based on the example of r. Brusnytsya). *VisnykofV.N.KarazinKharkivNationalUniversity, Series «Geology. Geography. Ecology»*; (55), 117-127. DOI: [10.26565/2410-7360-2021-55-09](https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-55-09)
6. Bєspalko, R., Kazimir, I., & Hutsul, T. (2022). Possibilities of geoinformational analysis for assessment of the state and directions of development of geodesics support of the territory of Ukraine. *Reportson Geodesy and Geoinformatics*, 113(1), 21-28. <https://doi.org/10.2478/rgg-2022-0003>.
7. Адаменко, О., Анненков, А., Медведський, Ю., Циколенко, О., & Гаврилов, Є. (2023). Дослідження точності визначення координат сфер лазерним сканером FARO FOCUS S 120. *Просторовий розвиток*, (5), 240–257. DOI: [10.32347/2786-7269.2023.5.240-257](https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.5.240-257)
8. Беспалько, Р., & Гуцул, Т. (2021). Особливості генералізації лінійних гідрографічних об'єктів засобами ГІС-технологій. *Містобудування та територіальне планування*, (76), 14–27. DOI: [10.32347/2076-815x.2021.76.14-27](https://doi.org/10.32347/2076-815x.2021.76.14-27).

9. Боровий, В. О., Бурачек, В. Г., & Нисторьяк, І. О. (2012). Ще раз до точності визначення площ земельних ділянок. Вісник Криворізького національного університету, (33), 264-268. URL: <https://v.gd/kAV7kN>.

10. Гудз, І. М. Основи математичної картографії : навч. посіб. / І. М. Гудз; за наук. ред. П. М. Зазуляка; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. Політехніка». – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. – 503 с.: іл., табл. – Бібліогр.: с. 474-475.

11. Дудун Т. В., Тітова С. В. Географічні карти та картографічний метод дослідження. К.: Вид-во КНУ, 2017. Т. 2. Картографічний метод дослідження. 150 с. URL: https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/06/kmd_2_tom_titova_dudun.pdf

12. Калинич, І. В., Ничвид, М. Р., Каблак, Н. І., Проданець, І. І., & Ваш, Я. І. (2022). Моніторинг геодинамічних процесів в басейні річки Тиса за допомогою цифрового аерознімання із застосуванням БПЛА AUTEL EVOIPRORTK. *ISTCGCAP.2022*; Випуск 95, 2022, 77-93. <https://doi.org/10.23939/istcgcap2022.95.077>

13. Карпінський, Ю. О. (2015). Системотехнічні аспекти формування топологічного земельно-кадастрового покриття. *Вісник геодезії та картографії*, (5-6), 62-68. http://nbuv.gov.ua/UJRN/vgtk_2015_5-6_13

14. Карпінський Ю. О. Дослідження картометричних операцій в середовищі ГІС / Ю. О. Карпінський, Д. О. Кінь // Містобудування та територіальне планування. - 2018. - Вип. 68. - С. 706-711. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/МТП_2018_68_84

15. Карпінський Ю. О. Дослідження картометричних операцій в середовищі ГІС / Карпінський Ю. О., Кінь Д. // 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, 2019. – С. 14–16. DOI: 10.13140/RG.2.2.14220.74880

16. Карпінський Ю. О. Дослідження переходу від картометричних до

аналітичних операцій / Ю. Карпінський, Д. Кінь // Матеріали XXV Міжнародної науково-технічної конференції “Геофорум-2020”, 1-3 квітня 2020 – Львів: НУ “Львівська політехніка” – 134–137 с. DOI: 10.13140/RG.2.2.34353.40806

17. Карпінський Ю. О. Звіт про науково-дослідну роботу «Пілотний проект УКРНІГД щодо запровадження національної інфраструктури геопросторових даних» / [Ю. А. Карпінський, А. А. Лященко, Н. Ю. Лазоренко та ін.], Київ: ДП «НДІГК». – 2020 – 161 с.

18. Карпінський, Ю., & Лазоренко-Гевель, Н. (2020). Системна модель топографічного картографування в національній інфраструктурі геопросторових даних в Україні. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. Вип. 92, 24-36. DOI: [10.23939/istcgcap2020.92.024](https://doi.org/10.23939/istcgcap2020.92.024)

19. Карпінський Ю. О., Лященко А. А., Щербина Т. В. Дослідження картографічних проєкцій геопросторових даних для об’єктів земельного кадастру // Вісник геодезії та картографії. – 2003. - № 2. с. 41 - 47.

20. Карпінський, Ю. О., & Нудельман, В. І. (2018). Використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 у середовищі Arcgis ESRI. *Містобудування та територіальне планування*, (68), 725- 733. URL: <https://repository.knuba.edu.ua/handle/987654321/7071>

21. Катушков, В. (2022). Визначення площі міського кварталу фотограмметричним методом. *Містобудування та територіальне планування*, (79), 173–178. DOI: [10.32347/2076-815x.2022.79.173-178](https://doi.org/10.32347/2076-815x.2022.79.173-178)

22. Катушков, В. (2022). Особливості визначення площі міського кварталу фотограмметричним методом. *Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування*, (62), 343–349. DOI: [10.32347/2077-3455.2022.62.343-349](https://doi.org/10.32347/2077-3455.2022.62.343-349)

23. Катушков, В., & Куліковська, О. (2022). Проблеми фотограмметричного метода визначення площини забудованої території. *Містобудування та територіальне планування*, (81), 182–188. DOI: [10.32347/2076-815x.2022.81.182-188](https://doi.org/10.32347/2076-815x.2022.81.182-188)

24. Кінь Д. О. (2024). До питання підвищення точності аналітичних та числових методів геодезичних та картометричних обчислень. Матеріали XXVII

Міжнародної науково-технічної конференції «Геофорум-2024», 10–12 квітня 2024 року – Львів: НУ «Львівська політехніка» – 69-71 с.

25. Костюшко І. А. Методи обчислень : підручник / І. А. Костюшко, Н. Д. Любашенко, В. В. Третиник. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 243 с. – Бібліогр. : с. 241–242. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/43627>.

26. Крячок, С. Д., Мамонтова, Л. С., & Щербак, Ю. В. (2019). Теоретичне обґрунтування точності визначення площ земельних ділянок полюсним методом. *Технічні науки та технології*, (3 (17)), 292-302. DOI: [10.25140/2411-5363-2019-3\(17\)-292-302](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-3(17)-292-302).

27. Кубах, С. (2011). Принципи встановлення та практика використання картографічних проєкцій для математичного відображення кадастрових знімків. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. – Львів, 10-16. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/may/1718/gka75201103.pdf>

28. Кубах С. М. Використання референційних систем координат при виконанні кадастрових робіт / С. М. Кубах, П. Г. Черняга // Вісник геодезії та картографії. – 2011. – № 3. – С. 36-41. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vgtk_2011_3_10

29. 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), с. 113-122. URL: <http://zgt.com.ua/wp-content/uploads/2021/05/16.pdf>

30. Лазоренко-Гевель, Н. Ю., Кінь Д. О. (2019). Методика зведення цифрових топографічних карт масштабу 1: 50 000 для створення основної державної топографічної карти. *Інженерна геодезія*, (67), 56-66. DOI: [10.32347/0130-6014.2019.67.56-66](https://doi.org/10.32347/0130-6014.2019.67.56-66)

31. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Державний кадастр територій та об'єктів природно-заповідного фонду

[Електронний ресурс] / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України // Портал відкритих даних. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://data.gov.ua/dataset/mepr_05/resource/ba204283-62c2-461e-87f8-4639ac5e203e.

32. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України «Про затвердження Порядку використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою» від 02 грудня 2016 року № 509. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1646-16#Text>

33. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України «Про затвердження технічних вимог до геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних» від 10.11.2021 р. № 347 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0021-22#n8>

34. Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000: 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.

35. Павловська Т. С. Геоморфологія: терміни й поняття (коментар): навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Тетяна Сергіївна Павловська; за ред. проф. І.П. Ковальчука. - Луцьк: Волин.нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2009. - 284с. ISBN:978-966-600-447-8.

36. Пилічева, М.О., & Кінь, Д.О. (2018). Масштаб інфраструктури геопросторових даних місцевого рівня. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*, (29 (68), № 2), 337-341. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sntuts_2018_29_2_59

37. Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження Порядку загальнодержавного топографічного і тематичного картографування” від 4 вересня 2013 р. № 661. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/661-2013->

[%D0%BF#Text](#)

38. Російсько-український словник наукової термінології: Математика. Фізика. Техніка. Науки про Землю та Космос / НАН України. Комітет наукової термінології; Інститут мовознавства ім. О.О.Потебні / Гейченко В.В.,Завірюхіна В.М.,Зеленюк О.О.,Коломієць В.Г.,Кратко М.І. Ред. Митропольський Ю.О.– К.:Наук.думка,1998.–888с.,С.330.–ISBN5- 12-004273-2.

39. Рябчій В.А. Визначення допустимої зміни площі земельної ділянки за результатами повторних геодезичних вимірів [Текст] / В.А. Рябчій, В.В. Рябчій, Н. Кашина // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. праць. – Л., 2010. – Вип. I (19). – С. 103-106.

40. Рябчій,В.А.,Рябчій,В.В.,Трегуб,М.,&Совгіренко,А.(2014). Деякі результати досліджень впливу коефіцієнта кореляції координат при обчисленні середніх квадратичних похибок площ земельних ділянок. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*, (1), 73-78. URL: <https://ena.lpnu.ua/handle/ntb/24854>.

41. Рябчій В.В. Визначення допустимих значень середніх квадратичних похибок площ земельних ділянок за межами населених пунктів./ В.В. Рябчій, М.В. Трегуб // *Геодезія, картографія і аерофотознімання: міжвідомчий науково-технічний збірник: Випуск 74 / Національного університету “Львівська політехніка”*; відповідальний редактор К.Р.Третяк.-Львів:Видавництво Львівської політехніки,2011. -с.170.- С. 136-142.

42. Савчук С.Г.(2005).*Вища геодезія*: підручник, видання друге, доповнене. Львів: Львівська політехніка, 315 с.

43. Трегуб М. В. Формування просторової інформації для державного земельного кадастру: монографія // М. В. Трегуб; М-во освіти і науки України; Нац. Гірн. ун-т – Д. : НГУ, 2014. – 136 с.

44. Третяк, К. Р., Ломпас, О. В., & Яхторович, Р. І. (2019). Дослідження точності вимірювання ГНСС-векторів при моніторингу деформацій інженерних споруд.*Геодезія, картографія і аерофотознімання*, 36-47. URL: <https://ena.lpnu.ua/handle/ntb/44989>.

45. Трофимчук О. М. Геоінформаційні технології захисту довкілля [Електронний ресурс] / О. М. Трофимчук, В. М. Триснюк // Державна комісія України по запасах корисних копалин.– 2018. – Режим доступу до ресурсу: http://conf.dkz.gov.ua/files/2018_materials_vol_2_net.pdf
46. Фис, М., Губар, Ю. ., Бридун, А. ., & Согор, А. . (2023). Порівняння та оцінка точності методів визначення площ земельних ділянок. *Технічні науки та технології*, (2(32)), 363–378. DOI: [10.25140/2411-5363-2023-2\(32\)-363-378](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2023-2(32)-363-378).
47. Черняга П. Переваги та недоліки різних систем координат та геодезичних проєкцій під час ведення земельного кадастру / П. Черняга, С. Кубах // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів, 2010. – Вип II (20). – С. 62–66.
48. Шевчук, С. А., Вишневський, В. І., & Бабій, П. О. (2014). Уточнення гідрографічних характеристик річок з використанням методів ДЗЗ. *Вісник геодезії та картографії*, (5), 29-32. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vgtk_2014_5_12.