

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-11-87-29>

УДК 528.9

Юрків М.І., Голубінка Ю.І., Гоба А.І.  
Національний університет «Львівська політехніка»

## КАРТОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ПЛАНУ ЛЬВОВА 1878 РОКУ

**Анотація.** У статті розглядається тема оцінки точності плану Львова 1878 року опублікованого видавництвом “Artaria & Co” окремим аркушем з адміністративної карти австрійського інженера-картографа Карла Ріхтера ван Куммерсберга. Цей картографічний твір займає важливе місце у вивченні архітектурно-урбаністичного планування міста в австрійські часи, ще до великих будівельних змін XIX століття. Методологія оцінки точності базується на перетворенні та геометричному аналізі наборів однакових точок на стародавньому плані та еталонному. Набори контрольних точок використовуються для приведення двох картографічних творів у спільну систему координат. Для такого перетворення використовується трансформація Гельмерта з чотирма параметрами та техніка мультіквадратичної інтерполяції. Результати аналізу, а також, вектори зміщень ідентичних точок, ізолінії масштабу та обергання були отримані з використанням програмного забезпечення MapAnalyst.

**Ключові слова:** картометричний аналіз, вектори зміщень, спотворення, ізолінії масштабу та обергання, стандартне відхилення.

Yurkiv Mariana, Holubinka Yuliia, Hoba Andrii  
Lviv Politechnic National University

## CARTOMETRIC ANALYSIS OF THE ACCURACY OF PLAN OF LVIV IN 1878

**Summary.** The article considers the topic about assessing the accuracy of the plan of Lviv in 1878, which was published by Artaria & Co in a separate sheet from the administrative map of the Austrian cartographer and engineer Karl Richter van Kummerberg. This cartographic work was compiled on the basis of the Second Military Topographic Survey conducted in the Austrian Empire during 1855–1863, and occupies an important place in the study of architectural and urban planning of Lviv in Austrian times, before the great construction changes of the XIX century. Analysis of the accuracy of the old plans of Lviv is an important aspect in the study of these works, which allows you to assess their geometric features and obtain valuable information about the methods of their creation and processing techniques. Thus, it makes it possible to compare the cartographic, documentary and semantic value of ancient plans. The accuracy assessment methodology is based on the transformation and geometric analysis of sets of identical points on the old plan and the reference. Sets of control points are used to bring two cartographic products into a common coordinate system. The Helmert transformation with four parameters is used for such transformation. Identical points should be distributed over the entire area, ideally evenly, so that the resulting transformation key has a global character. According to the transformation key, multiquadratic interpolation is performed to construct a continuous surface from discrete data. The results of the latter make it possible to graphically visualize the errors of the old plan in the form of displacement vectors, isolines of scale and rotation, which significantly speeds up and simplifies the study of the accuracy of the old plans. In addition, using the method of least squares a value that characterizes the positional accuracy of the ancient plan was obtained. All calculations and constructions were performed in the MapAnalyst software product. The presented technique can be used for similar research on other cartographic works, and the obtained numerical results and graphical visualizations – to compare old plans with each other.

**Keywords:** cartometric analysis, displacement vectors, distortion, scale and rotation isolines, standart deviation.

**Постановка проблеми.** Карти та інші картографічні твори, є важливою частиною культурної спадщини. Вони також є потенційними джерелами інформації, оскільки відображають історію географічних знань, ідеологію і геополітичні інтереси на певний період часу.

Стародавні плани та карти Львова в історичному вимірі не тільки зафіксували багатотисячолітній розвиток економічних, суспільних та культурних традицій міста, що важливо для дослідників історії міста та містобудування, але й передають історію розвитку картографії. Вони дозволяють прослідкувати розвиток способів відображення місцевості, невпинне удосконалення методів і способів створення карт від планово-висотного обґрунтування і топографічного знімання аж до друкування карт і атласів [3].

Аналіз точності давніх карт і планів Львова є важливим аспектом при дослідженні цих творів, що дозволяє оцінювати їхні геометричні особливос-

ті та отримати цінні відомості про них з точки зору історії картографії, способи їх створення та техніку опрацювання, таким чином, дає можливість порівнювати картографічну, документальну та змістову цінність старовинних планів. Завдяки сучасним інструментам ГІС, картометричний аналіз стародавніх планів став швидшим та доступнішим. Такі міркування роблять актуальним вивчення точності стародавніх планів, що в багатьох випадках важливо при виконанні картометричних робіт.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженнями точності стародавніх карт, переважно на території своїх держав, займалися та займаються вчені Швейцарії, Чехії, Польщі та інших країн [6; 10; 12; 13]. Особливо слід відзначити доробок польських вчених, дослідження яких були започатковані Генриком Мерчингом у 1913 році [9]. Науковці при дослідженнях точності давніх карт широко використовують ГІС-інструментарій [8].

Першою працею у дослідженні стародавніх карт Львова з точки зору їх розвитку та, частково, геометричної точності була праця Гаврилової Е. «Карта г. Львов и ее развитие» [1], яка вийшла з присвятою "Місту Львову до його 700 річчя".

Дослідження стародавніх планів Львова здійснювалися передусім у джерелознавчому, археологічному і історичному аспектах і знайшли своє відображення у першому атласі історії міста Львова [2] та картографічних виставках [3].

У статті [4] зібрано та систематизовано картографічний матеріал стосовно урбаністичного розвитку Львова 1772–1918 рр. Матеріали праці є важливою джерелознавчою базою для вивчення містобудівного розвитку Львова даного періоду.

Дослідження точності планів Львова 1844 та 1931 років із застосуванням кількісної методики, що використовує безпосередні вимірювання довжин ліній та кутів на стародавньому і сучасному планах та аналіз результатів вимірювань на основі статистичної теорії похибок було проведено у роботі [7].

Таким чином, вважаємо актуальним проведення ґрунтового картометричного аналізу точності плану Львова 1878 року, що дасть можливість повніше оцінити це картографічне видання.

**Мета статті.** Головною метою цієї роботи є дослідження геометричної точності плану Львова 1878 року з використанням графічних способів візуалізації спотворень, які дозволять оцінити та проілюструвати просторові варіації похибок плану.

**Виклад основного матеріалу.** Об'єктом дослідження є план Львова 1878 року масштабу 1:10 800, який опублікований видавництвом "Artaria & Co" як окремий аркуш з адміністра-

тивної карти Галичини і Володимирії з Великим герцогством Краків, герцогствами Затор і Буковина укладеної австрійським інженером-картографом Карлом Ріхтером ван Куммерсбергом [11]. На цьому плані чи не вперше на друкованому картографічному творі показано розміщення головного корпусу Львівської політехніки.

У верхній частині розташовано назву: Plan von Lemberg. У правому верхньому куті розміщено умовні позначення та лінійний масштаб плану міста: "Масштаб 400 віденських клафтерів, віденський дюйм дорівнює 150 віденським клафтерам" (рис. 1). Нижче розміщено легенду з переліком 34 об'єктів позначених на плані, 34-м вказана Нова політехніка (Neues Polytechnicum).

На плані нанесені висоти найвищих точок міста, так вершина сучасної гори Високий Замок має відмітку 398 м (в адриатичній системі висот). У правому нижньому куті міститься інформація про видавництво: "Видання і власність Артарії і Ко у Відні" (Verlag und Eigenthum von Artaria & Co in Wien).

У нижній частині план території міста Львова переривається білим полем з написом "Російська імперія" (Russisches – Kaiserreich). За рамкою аркуша розміщено мірну лінію для прикордонних територій (Zeichnungs Verhältnils 1:115 200 Maastab 1 öst Meile gleich 2½ Wiener Zoll 1 Centimeter = 115 kilometer).

Загальна процедура картометричного аналізу плану полягає в тому, щоб зіставити його з сучасною картою з відомою геодезичною системою координат. Використовуються два набори відповідних точок. Один набір походить від сучасної карти і вважається цілком точним, тоді як точки на стародавньому плані вважаються неточними.

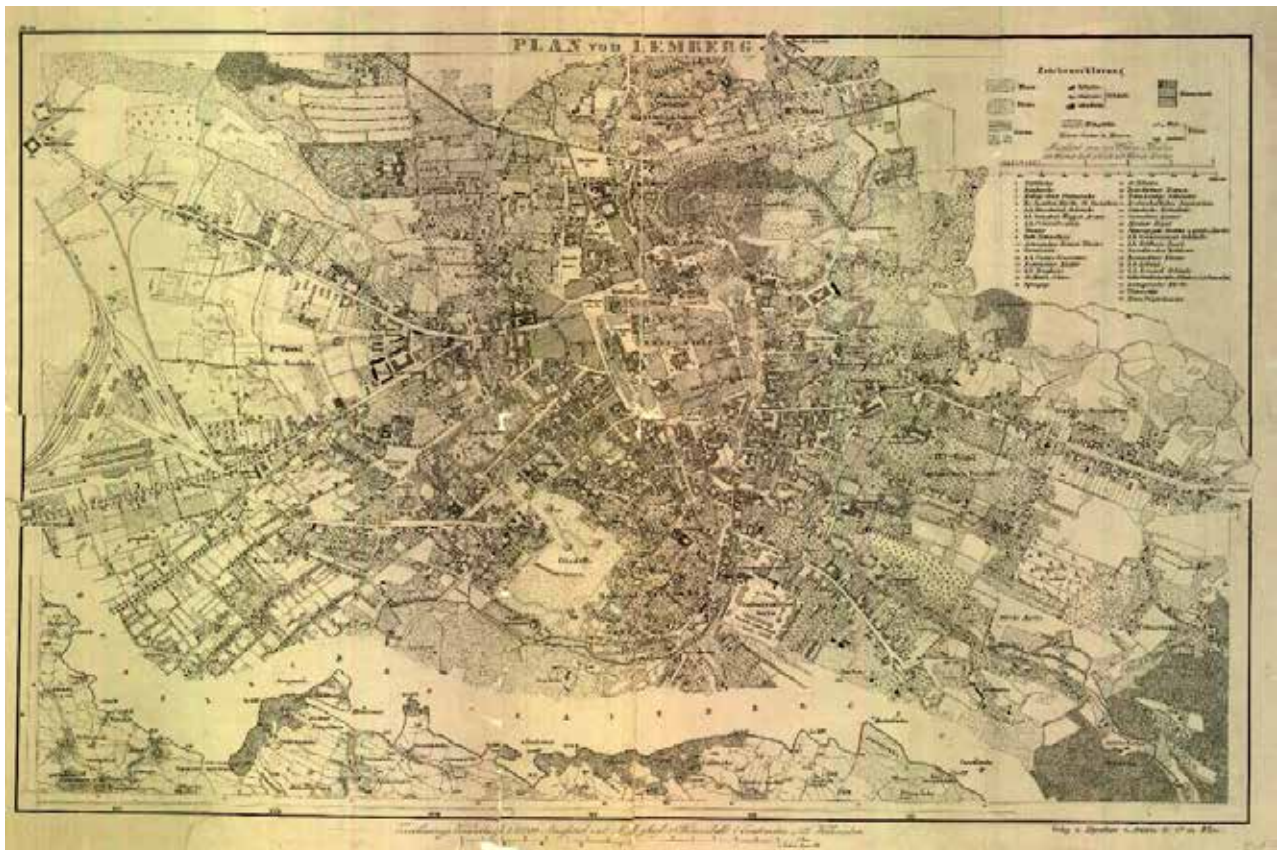


Рис. 1. План Львова (*Plan von Lemberg*) 1878 р. Масштаб 1:10 800

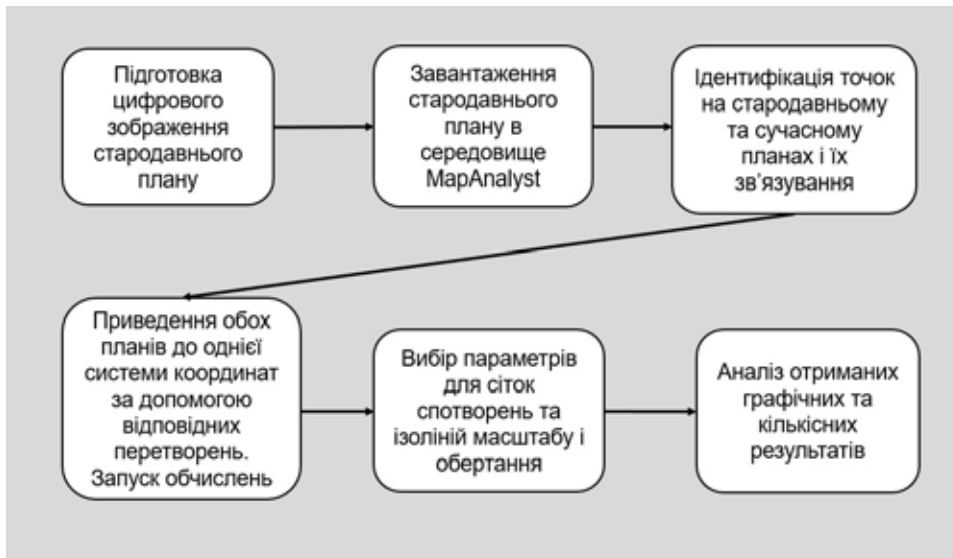


Рис. 2. Послідовність виконання дослідження точності плану Львова 1878 р.

Два набори контрольних точок використовуються для приведення двох картографічних творів у спільну систему координат.

Послідовність виконання дослідження точності плану Львова подано схемою на рис. 2.

Отже, першим кроком у дослідженні стало сканування плану за допомогою широкоформатного сканера GRAPHTEC CX530-09 з роздільною здатністю 500 dpi у форматі TIFF. Отримане растрове зображення імпортовано до програмного забезпечення MapAnalyst. По замовчуванню, як сучасну карту, програма використовує OpenStreetMap, яка добре підходить для аналізу карт у великих та середніх масштабах. OpenStreetMap є спільним проектом для створення вільної редактованої карти світу. Він охоплює значну частину Європи, Північної Америки та інших частин світу. Карти створюються за допомогою даних портативних GPS-пристроїв, аерофотозйомки та інших вільних джерел. MapAnalyst завантажує карту з сервера OpenStreetMap. Отже, для використання OpenStreetMap достатньо підключення до Інтернету.

Наступним кроком була ідентифікація системи точок на плані Львова 1878 року та сучасній

карті Open Street Map. Тут вибір набору ідентичних точок, що використовується для обчислення ключа трансформації, зіграв важливу роль. Використовуються два набори відповідних точок для приведення двох карт у спільну систему координат. Один набір походить від сучасної карти і вважається цілком точним, тоді як точки на стародавньому плані вважаються неточними.

Ідентичні точки слід розподіляти по всій області, в ідеалі рівномірним чином, щоб отриманий ключ трансформації мав глобальний характер, тобто враховував геометрично-картографічні характеристики всієї картографічної роботи. Для розрахунку ключа трансформації ми вибрали 106 точок. Ця кількість може здатися порівняно невеликою на перший погляд. Однак пункти були обрані ретельно, беручи до уваги вищезазначені принципи, і вони, очевидно, становлять відносно репрезентативну вибірку (рис. 3). Ідентичні точки представляли храми, собори, замки, історичні будівлі, перехрестя вулиць. Набір точок «майже» рівномірний, за винятком північно-східної частини.

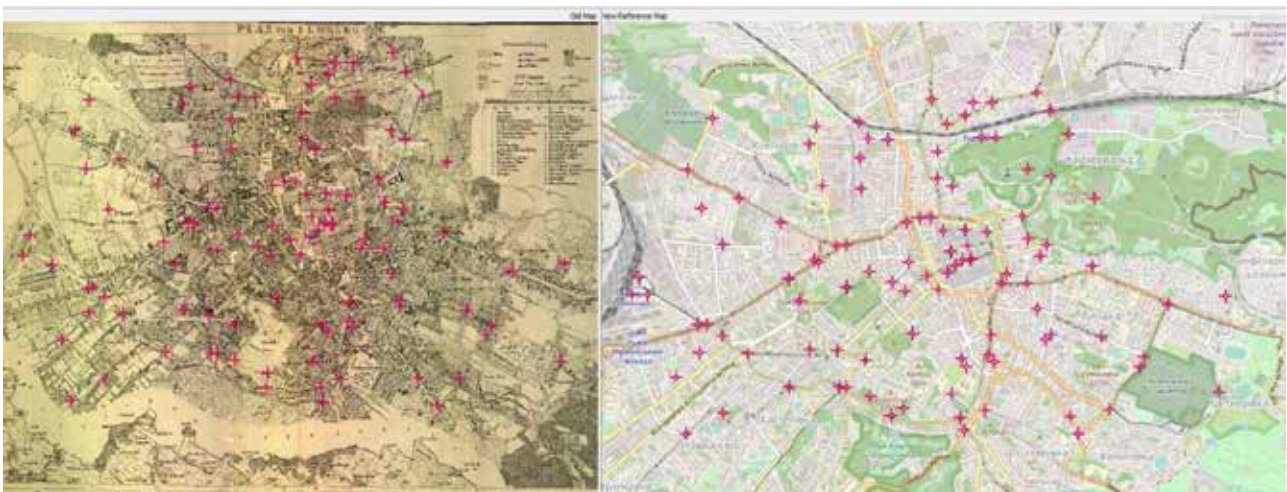


Рис. 3. Розподіл 106 ідентичних точок у площині плану Львова

Для зближення систем координат сучасного та старовинного плану обрано чотирипараметричну афінну трансформацію (перетворення Гельмерта з чотирма параметрами) з одним масштабним коефіцієнтом, одним кутом обертання та двома зміщеннями. Далі, коефіцієнти трансформації коректувалися відповідно методу найменших квадратів  $V^T V = \min$ . Рівняння афінного перетворення можна записати в загальному вигляді:

$$X_i = x_0 + m \cos \alpha x_i - m \sin \alpha y_i$$

$$Y_i = y_0 + m \sin \alpha x_i + m \cos \alpha y_i$$

де  $x_i$  та  $y_i$  – координати точки на сучасному плані, а  $X_i$  та  $Y_i$  – координати відповідної точки на стародавньому плані,  $m$  – масштабний коефіцієнт,  $\alpha$  – кут повороту,  $x_0, y_0$  – зміщення вздовж координатних осей відповідно.

Параметри, визначені з набору 106 ідентичних точок за допомогою програми MapAnalyst та доповнені характеристиками точності їх визначення (стандартним відхиленням), наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Значення коефіцієнтів афінного перетворення та стандартних відхилень коефіцієнтів**

Коефіцієнт	Значення	Стандартне відхилення
$m$	10 222	42.11
$\alpha$	359.5°	0.22
$x_0$	2.5 м	0.0005
$y_0$	541.9 м	0.0005

Як бачимо, план Львова 1878 року в цілому повернутий проти годинникової стрілки у порів-

нянні з еталонним набором даних приблизно на  $0.5 \pm 0.2^\circ$ . Глобальний масштабний коефіцієнт, відрізняється від масштабу плану  $578 \pm 42$  одиниць, тобто на  $5 \pm 0.4\%$ .

Метою картометричного аналізу є перевірка картографічних параметрів плану. Через те, що картографічна робота це відносно великий набір точкових, лінійних та ареальних картографічних знаків, як правило, неможливо виконати аналіз плану в цілому з причин часу. Отже, необхідно вибрати лише підмножину таких елементів, які представляють вибіркового набір, в якому можна припустити вищий ступінь позиційної точності. Після завершення афінного перетворення ми можемо виконати картометричний аналіз плану Львова. Результати аналізу служать приблизним критерієм оцінки, що ілюструє точність побудови плану. Представлення результатів можливе у вигляді таблиць або графічними зображеннями у площині плану. Необхідно підкреслити, що наведені нижче результати картометричного аналізу залежать від вибору набору однакових точок, що служать для обчислення ключа перетворення. Якби кількість або розподіл однакових точок змінилися, результати були б дещо іншими, проте кардинально не відрізнялися.

Афінне перетворення належить до групи залишкових перетворень, однакові точки в обох системах координат не повністю накладаються. Значення поправок  $v_{xy}$  ідентичних точок можна використовувати для оцінки точності зображення елементів на плані (рис. 4). Такі значення називають векторами зміщень. Кожен вектор починається в точці, яка раніше була ідентифікована на старовинному плані і закінчується в тому місці, де вона буде, якщо б цей план був такий ж точний як еталонний. Цікаво, що за допомогою

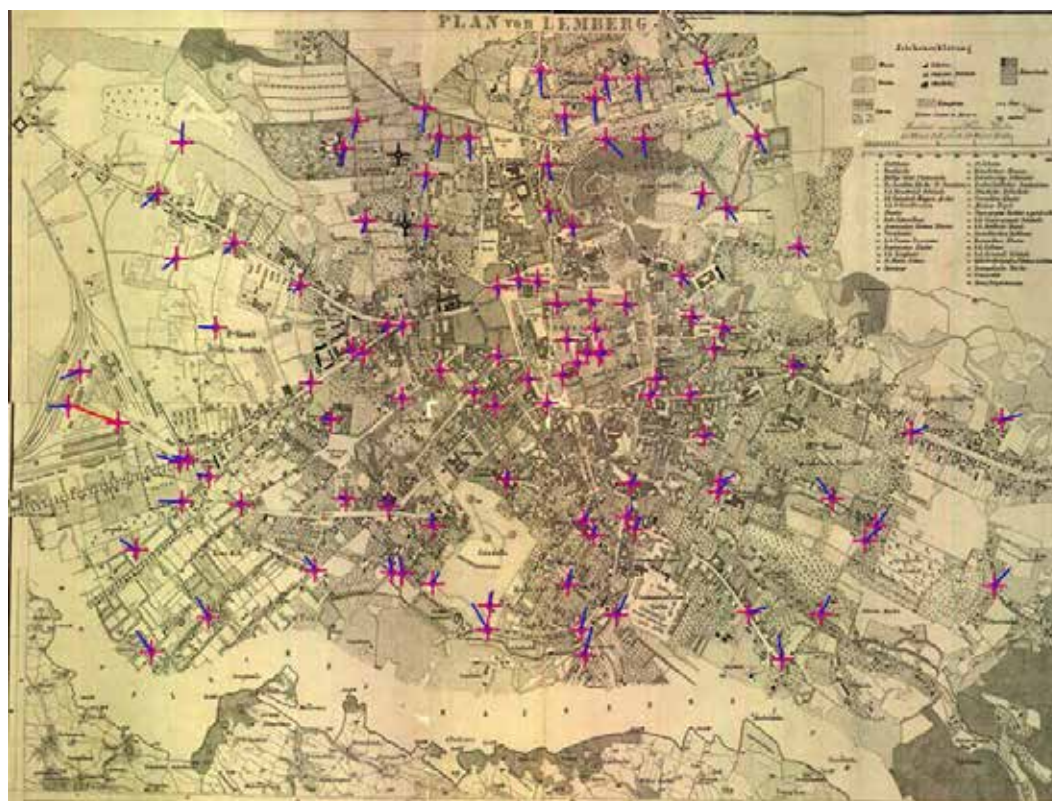


Рис. 4. Вектори зміщень на плані Львова 1878 року

зазначеного ключа трансформації зображення центральної частини міста (площі Ринок) було оцінено як найбільш точне, а північної та східної – як найменш точне.

На основі вибраного набору з  $n$  ідентичних точок та векторів зміщень обчислюється стандартне відхилення  $\sigma_0 = \sqrt{\frac{V^T V}{2n-4}}$ , що описує середню квадратичну похибку координати та величина

$\sigma = \sigma_0 \sqrt{2}$ , що описує позиційну точність плану Львова. У нашому випадку  $\sigma_0$  становить 55.35 м, а  $\sigma = 78.27$  м, тобто 0.7% масштабу плану.

Аналіз величини масштабу та кута повороту є важливим фактором, що ілюструє точність побудови картографічного твору. Ми використовували програму MapAnalyst, яка спеціалізується на картометричному аналізі старих та історичних карт [6]. Для цього програма містить складний геометрично-аналітичний апарат, що використовує мультіквадратичну інтерполяцію набору ідентичних точок. Детальну інформацію про методологію аналізу з використанням мультіквадратичної інтерполяції можна знайти в [5]. Процес картометричного аналізу повністю автоматизований, за винятком ідентифікації набору точок. Цей факт сприяє швидкості та загальній надійності аналітичного процесу. Використовуючи набір 106 точок і параметрів афінного перетворення, програма MapAnalyst генерує ізолінії масштабу та обертання.

Найбільше значення 1:8 400 бачимо в районі залізничного вокзалу та південній частині плану. У той же ж час центральна частина Львова не містить таких сильних спотворень. Амплітуда коливань значень масштабу становить 5000 одиниць. Це може бути спричинене як вибором ідентичних точок так і похибками самого плану. Якщо взяти до уваги глобальніші показники, то

коливання значень масштабу знаходяться в інтервалі від 10 000 до 11 500, тобто приблизно 14% масштабу вказаного на плані.

Рисунок 7 свідчить, що найбільші обертання спостерігаються в північно-східному, південно-західному та західному районах міста. З іншого боку, значна центральна частина демонструє відносно невеликі значення обертання. Діапазон значень обертання для плану Львова 1878 року становить інтервал (0°, 6°). Для глобальніших показників розрахунку цей діапазон зменшується до інтервалу (0°, 2.5°).

Якщо ми оцінимо план Львова з урахуванням обох видів ізоліній, буде зроблено наступні висновки. План демонструє найменшу точність у північно-східному, східному та південно-західному районах міста, де є значні позиційні та кутові спотворення. Найвища точність виявлена в центральній та частково північній частинах плану, де є мінімальні позиційні та кутові спотворення.

**Висновки та перспективи.** У цій статті розглядався процес картометричного аналізу старовинного плану Львова, використовуючи техніку порівняння наборів однакових точок на старому та сучасному плані. Методологія, яка використовується під час роботи, дозволяє аналізувати неточності на стародавніх планах чи картах, використовуючи сучасні математико-геометричні процедури, що сприяє швидкості та надійності аналізу. Розраховані параметри візуалізували за допомогою програми MapAnalyst, які дали нам інформацію про точність побудови плану Львова. На результати картометричного аналізу впливає ряд різних факторів. Наступні три важливі фактори можна вважати вирішальними в нашому випадку:

1. **Якість оригіналу.** Якість відсканованого оригіналу відіграє важливу роль у процесі картометричного аналізу. У цьому випадку був до-

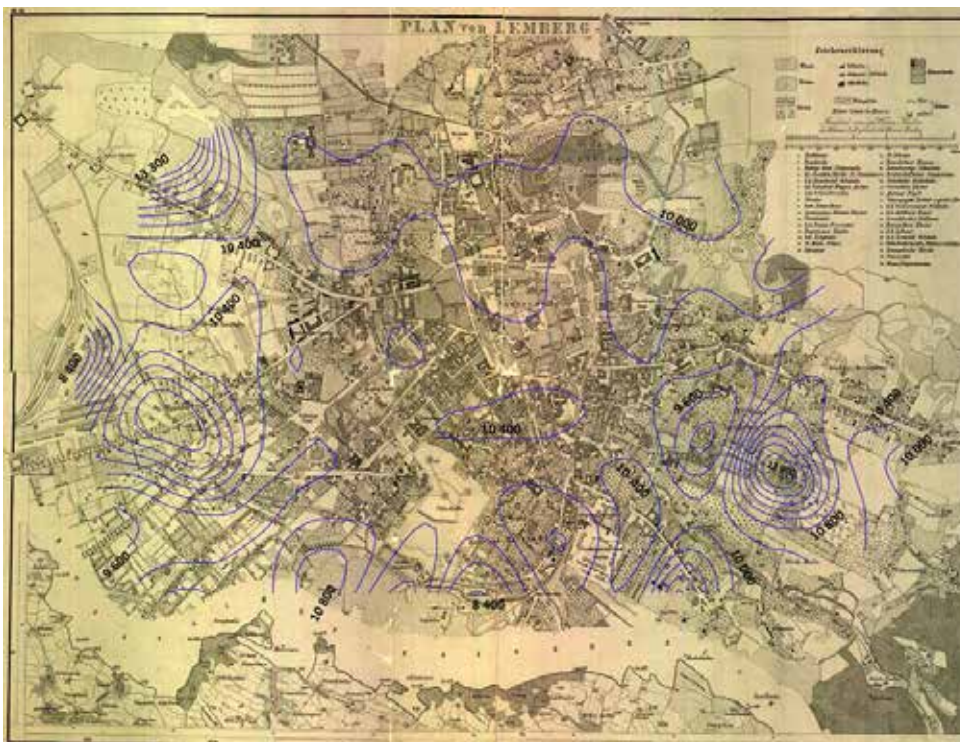


Рис. 5. Ізолінії масштабу на плані Львова 1878 року побудовані з кроком 200

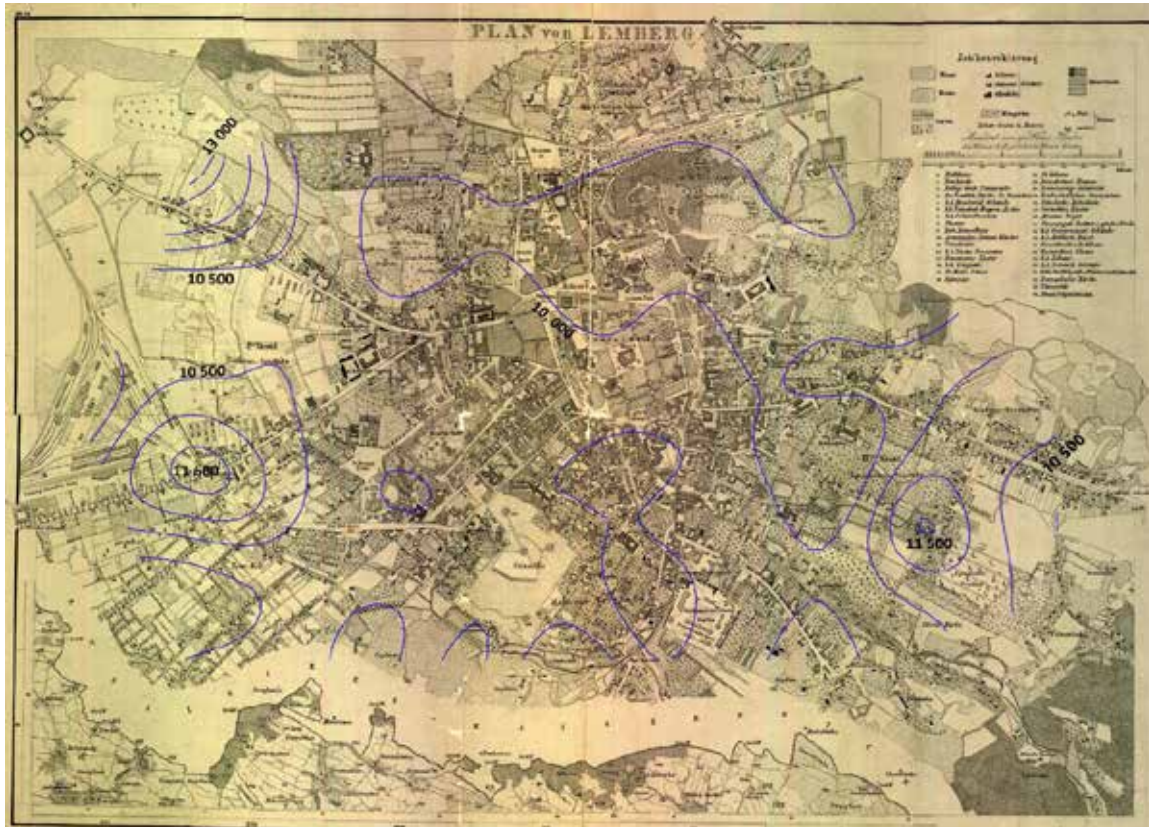


Рис. 6. Ізолінії масштабу на плані Львова 1878 року побудовані з кроком 500



Рис. 7. Ізолінії повороту на плані Львова 1878 року побудовані з кроком 0.1°

ступний суцільний план. У випадках досліджень планів, що складаються з кількох аркушів, їх потрібно було б перетворити на суцільну растрову карту за допомогою декількох різномірних геометричних процедур. Ймовірно, що тоді виникають нелінійні зміни у взаємному положенні деяких ідентичних точок обох множин, впливаючи тим самим на досягнуті результати.

**2. Вибір набору ідентичних пунктів.** У такому випадку точки слід вибирати таким чином, щоб вони рівномірно розподілялися по всій поверхні плану(карти), і їх положення суттєво не змінювалось з часом. Методи інтерполяції, засновані на багатоквадратичній інтерполяції, підходять для обробки набору з приблизно однаковою щільністю точок. Нерівномірно розподілені скупчення точок або місць, що не містять точок, негативно впливають на досягнутий результат. Використаний набір із 106 однакових точок можна вважати достатнім; однак не завжди можна було зберегти однаковою їх щільність. На околицях міста, не було необхідної кількості ідентичних точок, саме тому ми можемо припустити, що вони матимуть більшу вагу при обчисленні деяких параметрів ключа перетворення.

цяк міста, не було необхідної кількості ідентичних точок, саме тому ми можемо припустити, що вони матимуть більшу вагу при обчисленні деяких параметрів ключа перетворення.

**3. Техніка інтерполяції.** Техніка багатоквадратичної інтерполяції також зіграла важливу роль і була виконана в програмі MapAnalyst для реконструкції суцільної поверхні з дискретних даних. Необхідно враховувати той факт, що результати представляють лише одну з інших можливих математичних моделей, побудованих для вхідних даних.

Навіть незважаючи на вищезазначені факти, досягнуті результати можна вважати дійсними. Жоден з факторів, мабуть, не зіграв настільки важливої ролі, яка суттєво впливала б на результати картометричного аналізу. Однак для перевірки цього було б необхідно провести подальші тести статистичного характеру. Складний картометричний аналіз плану Львова стане можливим лише після його повної векторизації.

## Список літератури:

1. Гаврилова Э. Карта города Львова и ее развитие / Э. Гаврилова. Львів : ЛПИ, 1956. 80 с.
2. Капраль М. *Атлас українських історичних міст. Львів. (Т. 1)* / За наук. ред. М. Капралю. Київ : ДНВП «Картографія», 2014. 95 с. + 25 оригінальних карт, 11 карт-реконструкцій, 6 видів міста.
3. Сосса Р., Кришталович У., Шишка О. *Картографічні видання Львова: Каталог виставки. Львів, 6-8 грудня 2016 р.* / За заг. ред. Р. Сосси. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2016. 28 с.
4. Лінда С.М., Олешко О.П., Іваночко У.І. Дослідження територіального розвитку Львова австрійського періоду (1772–1918 рр.) на основі картографічного матеріалу. *Вісн. Нац. унів. "Львівська політехніка"*, 2004. № 505 : Архітектура. С. 127–141.
5. Beineke D. *Verfahren zur analysis Genauigkeitsanalyse fur AltKarten*, Munchen, 2000.
6. Jenny, B., Weber, A. & Hurni, L. Visualizing the Planimetric Accuracy of Historical Maps with MapAnalyst. *Cartographica*, 2008. 42(1). P. 89–94.
7. Holubinka Yu., Nikulishyn V., Sossa R., Yurkiv M. Investigation of the accuracy of plans of Lviv in 1844 and 1932. *Geodesy, cartography and aerial photography*, 2018. Vol. 88. P. 33–46.
8. Manzano-Agugliaro, F., Martinez-Garcia, J., & San-Antonio-Gomez, C. GIS analysis of the accuracy of Tomas Lopez's historical cartography in the Canary Islands (1742-1746). *Scientific Research and Essays*, 2012. 7(1). doi: 10.5897/SRE11.1271
9. Ostrowski, J. Praca Henryka Merczynga z 1913 roku o radziwillowskiej mapie Litwy i jej wpływ na polskie badania dokładności dawnych map (w setną rocznicę publikacji). *Dawne mapy jako źródła w badaniach geograficznych i historycznych. (Z Dziejów Kartografii. V 17, pp. 35–52)*. Warszawa, 2014.
10. Petkiewicz, S. Analiza dokładności kilku map z XVII, XVIII i XIX wieku obejmujących Polskę w dawnych granicach. *Prace i studia geograficzne*, 1995. Vol. 17. P. 103–109.
11. Plan von Lemberg / [Carl Ritter Kummerer von Kammersberg] / Scale 1:10 800. Wien: Verlag u. Eigenthum von Artaria & Co, 1878. Lviv national scientific library of Ukraine named V. Stephanyka, KK 4904.
12. Szeliga, J. (1993). Metody i stan dokładnościowych badań dawnych map z obszaru Polskie. *Dorobek polskiej historii kartografii*, vol. 6, 51–67.
13. Zimová, R., Pešťák, Ja., & Veverka, B. Positional Accuracy of Old Maps. Historical Military Mapping of Czech Lands. *GIM International*, 2006. Retrieved from: <https://www.gim-international.com/content/article/positional-accuracy-of-old-maps>

## References:

1. Havrylova, Ye. (1956). Karta h. Lvov I yeye razvitiie [Map of Lviv and its development]. Lviv, 80 p. (in Russian)
2. Kapral', M. (Eds) (2014). Atlas ukrainskykh istorychnykh mist. L'viv. (T. 1) [Atlas of Ukrainian historic cities. Lviv. (Vol. 1)]. Kyiv: DNVP "Kartographia", 95 p. + 25 original maps, 11-reconstruction maps, 6 city view. (in Ukrainian)
3. Sossa, R. (Eds), Kryshchalovych, U., & Shyshka, O. (2016). Kartohrafichni vydannya L'vova: *Kataloh vystavky. L'viv, 6-8 hrudnya 2016* [Cartographic publications of Lviv: Exhibition Catalog. Lviv, December 6-8, 2016]. Lviv: Lviv Polytechnic Publisher, 28 p. (in Ukrainian)
4. Linda, S., Oleshko, O. & Ivanochko, U. (2004). Doslidjennia terytorialnoho rozvytku Lvova avstriiskoho period (1772–1918) na osnovi cartografichnoho materialu [Study of the territorial development of Lviv of the Austrian period (1772–1918) on the basis of cartographic material]. *Visnyk nacionalnoho universytetu Lvivska Polytehnika*, vol. 505: Architectura, pp. 127–141. (in Ukrainian)
5. Beineke D. *Verfahren zur analysis Genauigkeitsanalyse fur AltKarten*, Munchen, 2000.
6. Jenny, B., Weber, A. & Hurni, L. (2008). Visualizing the Planimetric Accuracy of Historical Maps with MapAnalyst. *Cartographica*, 42(1), pp. 89–94.
7. Holubinka, Yu., Nikulishyn, V., Sossa, R. & Yurkiv, M. (2018). Investigation of the accuracy of plans of Lviv in 1844 and 1932. *Geodesy, cartography and aerial photography*, vol. 88, pp. 33–46. doi: <https://doi.org/10.23939/istegcap2018.02.033>
8. Manzano-Agugliaro, F., Martinez-Garcia, J., & San-Antonio-Gomez, C. (2012). GIS analysis of the accuracy of Tomas Lopez's historical cartography in the Canary Islands (1742–1746). *Scientific Research and Essays*, 7(1). doi: 10.5897/SRE11.1271

9. Ostrowski, J. (2014). Praca Henryka Merczynga z 1913 roku o radziwiłłowskiej mapie Litwy i jej wpływ na polskie badania dokładności dawnych map (w setną rocznicę publikacji). Dawne mapy jako źródła w badaniach geograficznych i historycznych. (Z *Dziejów Kartografii*. Vol. 17, pp. 35–52). Warszawa.
10. Petkiewicz, S. (1995). Analiza dokładności kilku map z XVII, XVIII i XIX wieku obejmujących Polskę w dawnych granicach. *Prace i studia geograficzne*, vol. 17, pp. 103–109.
11. Plan von Lemberg / [Carl Ritter Kummerer von Kummersberg] / Scale 1:10 800. Wien: Verlag u. Eigenthum von Artaria & Co, 1878. Lviv national scientific library of Ukraine named V. Stephanyka, KK 4904.
12. Szeliga, J. (1993). Metody i stan dokładnościowych badań dawnych map z obszaru Polskie. *Dorobek polskiej historii kartografii*, vol. 6, pp. 51–67.
13. Zimová, R., Pešťák, J., & Veverka, B. (2006). Positional Accuracy of Old Maps. *Historical Military Mapping of Czech Lands*. GIM International. Retrieved from: <https://www.gim-international.com/content/article/positional-accuracy-of-old-maps>