

## ГЕОІНФОРМАТИКА І КАРТОГРАФІЯ

УДК 528:489

<https://doi.org/10.32347/0130-6014.2019.67.56-66>

**Н.Ю. Лазоренко-Гевель**, канд. техн. наук,  
доц. кафедри геоінформатики і фотограмметрії,  
**Д.О. Кінь**, асп. кафедри геоінформатики і фотограмметрії  
Київський національний університет будівництва і архітектури

### МЕТОДИКА ЗВЕДЕННЯ ЦИФРОВИХ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ МАСШТАБУ 1:50 000 ДЛЯ СТВОРЕННЯ ОСНОВНОЇ ДЕРЖАВНОЇ ТОПОГРАФІЧНОЇ КАРТИ

У статті запропоновано методику зведення цифрових топографічних карт масштабу 1:50 000 для створення Основної державної топографічної карти. Наведено особливості методики зведення цифрових топографічних карт масштабу 1:50 000. У роботі розглянуто підхід зведення суміжних аркушів за допомогою інструментальної ГІС. Запропоновано автоматизоване рішення зведення лінійних об'єктів цифрових топографічних карт масштабу 1:50 000 у програмному середовищі ArcGIS.

**Ключові слова:** НІГД, зведення, цифрова топографічна карта, Основна державна топографічна карта, ГІС.

**Вступ.** Створення і розвиток загальнодержавного рівня Національної інфраструктури геопросторових даних потребує актуальних, достовірних і якісних наборів базових геопросторових даних, основою яких є цифрові топографічні карти (ЦТК) масштабів: 1:10 000, 1:50 000 і 1:100 000. Вперше в Україні в рамках українсько-норвезького проекту створюється цілісна База топографічних даних (БТД) Основної державної топографічної карти, вхідними даними до якої є створені (оновлені) цифрові топографічні карти масштабу 1:50 000.

Дослідження пов'язано з виконанням українсько-норвезького проекту «Карти для сприяння належному управлінню землями в Україні» (далі – проект), який розпочався після підписання Угоди між Кабінетом Міністрів України та Урядом Королівства Норвегія про технічне та фінансове співробітництво від 18.10.2016 року та Угоди для реалізації проекту, що укладена між Державною службою України з питань геодезії, картографії та кадастру (Держгеокадастр) і Картографічною службою Королівства Норвегія (SK) від 28.02.2018 року.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз останніх досліджень щодо процесу зведення цифрових топографічних карт свідчить про важливість автоматизованого зведення цифрових топографічних карт для подальшого їх зшивання, створення топологічно узгоджених мереж лінійних об'єктів (наприклад, дорожньої мережі і дорожніх споруд, гідрографії і гідротехнічних споруд) та покриттів полігональних об'єктів (населені пункти, рослинний покрив та ґрунти тощо) [1 – 4].

**Постановка завдання.** Для забезпечення вимог створення цілісної БТД Основної державної топографічної карти укладено Редакційно-технічні вказівки Створення бази топографічних даних «Основна державна топографічна карта» Створення (оновлення) цифрових топографічних карт (далі – РТВ), які мають особливості та враховують принципи сучасного геоінформаційного підходу до виробництва цифрових топографічних карт. Створення Базы топографічних даних Основної державної топографічної карти як суцільного покриття геопросторових даних на всю територію України має свої технологічні особливості процесу зведення створених (оновлених) цифрових топографічних карт масштабу 1:50 000.

Метою дослідження є обґрунтування методики зведення цифрових топографічних карт масштабу 1:50 000 для створення Основної державної топографічної карти, а також дослідження автоматизації зведення суміжних карт засобами ArcGIS.

**Основна частина.** Цифрові топографічні карти проекту створюються (оновлюються) методом векторизації в Державній геодезичній референційній системі координат УСК-2000 в прямокутних координатах в проекції Гаусса-Крюгера у відповідній 6-градусній зоні (EPSG:5562, EPSG:5563, EPSG:5564, EPSG:5565) в прийнятій державній розграфці топографічних карт в масштабі 1:50 000 у програмному забезпеченні ArcGIS for Desktop 10.5. Однією із особливостей створюваних цифрових топографічних карт масштабу 1:50 000 є те, що вони є гібридними, оскільки оновлення об'єктів з чіткими контурами (мережі доріг, вулиць, проїздів, кварталів і будинків, ліній електропередач (напругою більше 35 кВ)) виконується з детальністю та точністю масштабу 1:10 000 (допустима середня квадратична похибка – 3 м), а оновлення всіх інших об'єктів – з точністю масштабу 1:50 000 (допустима середня квадратична похибка – 25 м).

Векторні моделі зведених цифрових топографічних карт масштабу 1:50 000 є вхідними даними для створення Базы топографічних даних Основної державної топографічної карти. Зведення аркушів цифрових топографічних карт масштабу 1:50000 по всіх рамках із суміжними оновленими аркушами карт.

Існує два підходи до реалізації процесу зведення:

- 1) за допомогою інструментальної ГІС зводити від одного до чотирьох аркушів карт;
- 2) за допомогою системою керування базами даних (далі – СКБД) зводити множину аркушів карт.

Оскільки вимогою Технічного завдання проекту є виконання зведення до етапу завантаження зведених оновлених цифрових топографічних карт до СКБД,

то у статті розглядається перший підхід, який детально не було досліджено в літературі.

Пропонуємо такі аспекти методики зведення цифрових топографічних карт масштабу 1:50000 для створення Основної державної топографічної карти в ArcGIS:

1) величина максимальної відстані між геопросторовими об'єктами повинна бути визначеною у функції зведення з урахуванням середньої квадратичної помилки положення об'єктів, а саме 28 м для масштабу 1:50 000 і 5,6 м для масштабу 1:10 000;

2) цифрові карти зводяться з урахуванням геометрії та атрибутів геопросторових об'єктів (якщо об'єкти мають однакові атрибути та відстань між ними не перевищує максимальної середньої квадратичної похибки положення об'єктів);

3) координати вузлів суміжних об'єктів мають бути однакові і знаходитись геометрично на рамці;

4) цифрові карти створюються з урахуванням топологічних відношень між геопросторовими об'єктами;

5) автоматизоване зведення дає можливість усувати розбіжності: невеликі прогалини в даних, пропущені об'єкти та об'єкти, які дублюються;

б) зведення аркушів цифрових топографічних карт масштабу 1:50 000 по всіх рамках із суміжними оновленими аркушами карт (рис. 1).

Вхідними даними для зведення аркушів створених (оновлених) цифрових топографічних карт масштабу 1:50 000 є від двох до чотирьох суміжних аркушів у вигляді оновлених баз геоданих \*.gdb.

Приклади зведення лінійних і площинних об'єктів подано на рисунках 2 – 4.

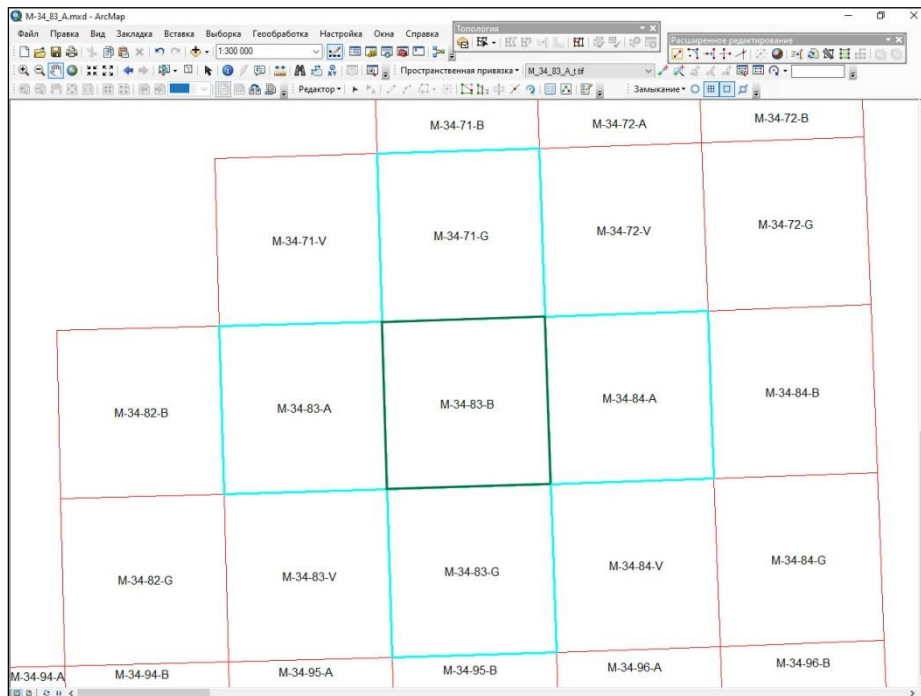


Рис. 1. Приклад зведених рамок аркуша М-34-83-В із суміжними рамками аркушів у проекті ArcGIS

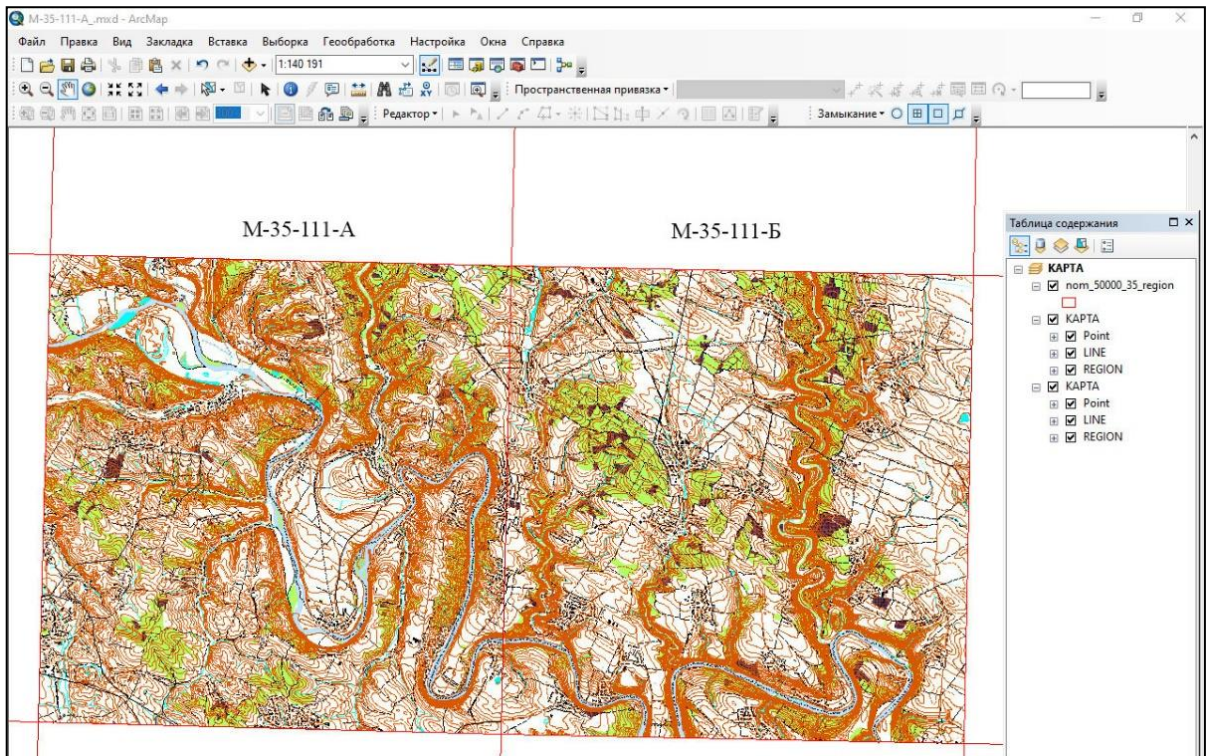


Рис. 2. Приклад зведених двох суміжних оновлених ЦТК

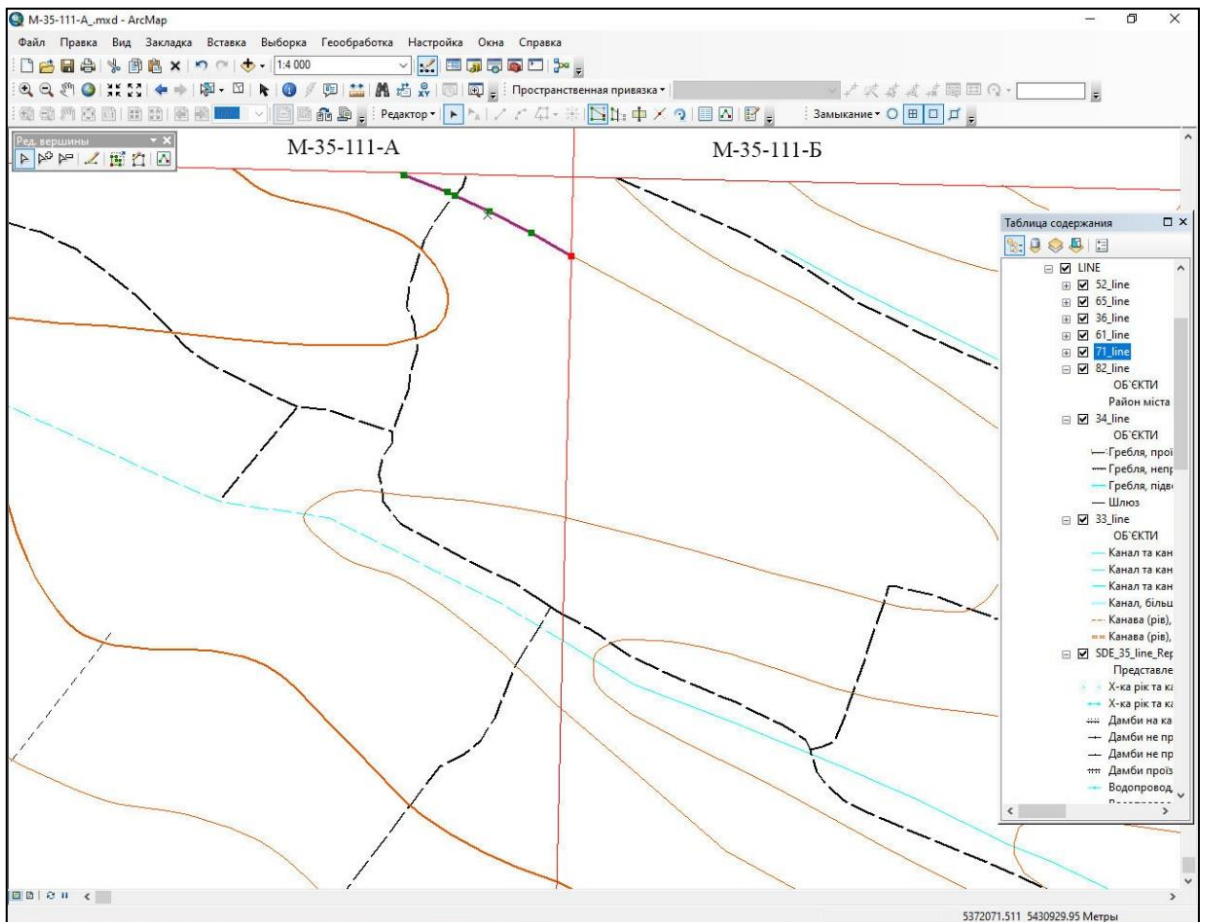


Рис. 3. Приклад зведення лінійного об'єкта (горизонталь) двох суміжних аркушів оновлених ЦТК

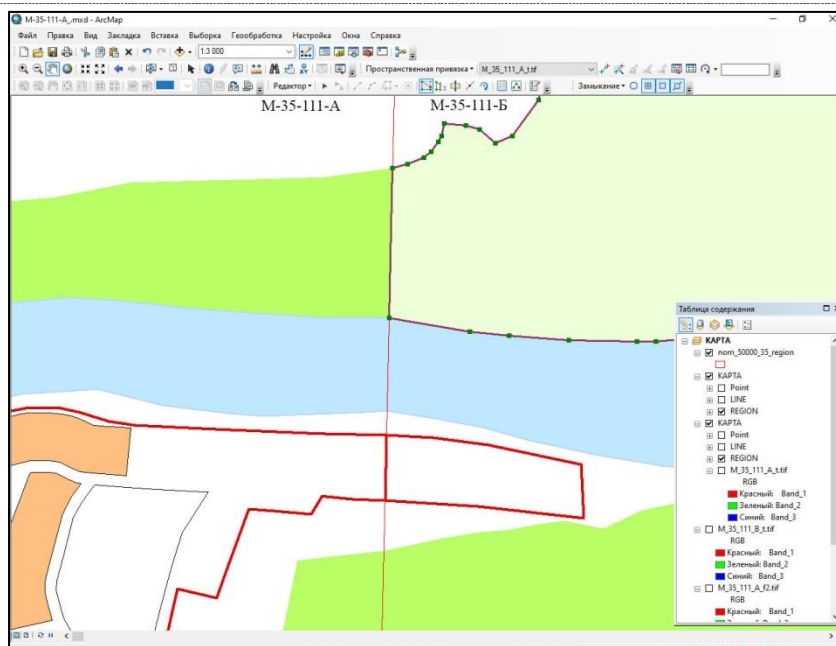


Рис. 4. Приклад зведення полігональних об’єктів (ліс та населений пункт) двох суміжних аркушів оновлених ЦТК

Під час зведення цифрових топографічних карт у ArcGIS виявлено величину розходження між рамками аркушів на межах зон проєкції Гаусса-Крюгера, яка становить 1 – 8 мм на місцевості, оскільки у роботі [5] встановлено, що стандартні засоби геоінформаційної системи ArcGIS для геодезичних та картометричних операцій використовують формули Гаусса на площині без врахування картографічних проєкцій та кривизни Землі (рис. 5). Для вирішення цієї проблеми було створено еталонну рамку номенклатурних аркушів цифрових топографічних карт масштабу 1:50 000, яку розраховано за аналітичними методами визначення координат геопросторових об’єктів у проєкції Гаусса-Крюгера у відповідних 6-градусних зонах.

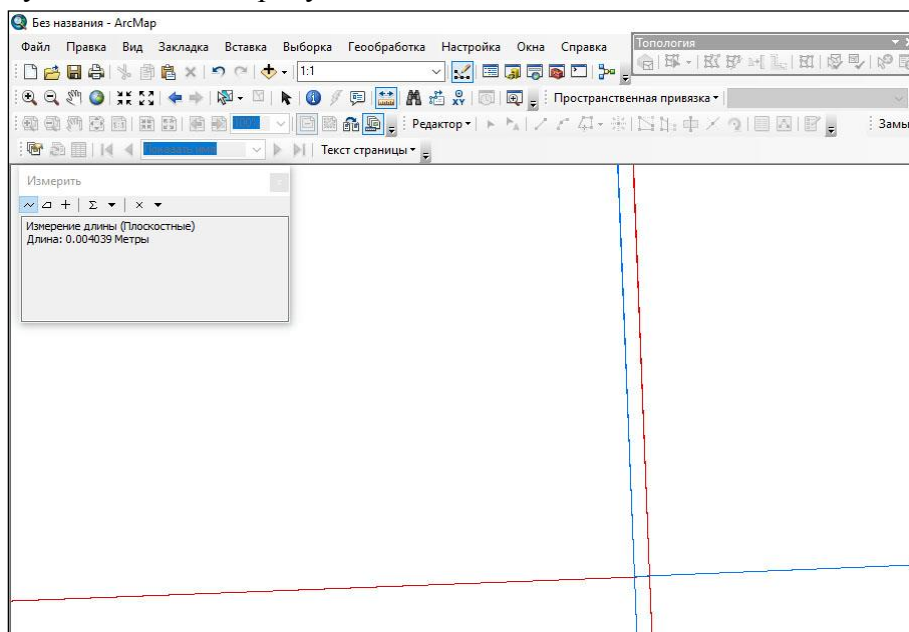


Рис. 5. Розходження між рамками аркушів у 4-ій і 5-ій зонах проєкції Гаусса-Крюгера

Тепер розглянемо більш детально зведення суміжних аркушів створених (оновлених) цифрових топографічних карт масштабу 1:50 000, які належать до однієї 6-градусної зони проекції Гаусса-Крюгера. Зведення суміжних аркушів створених (оновлених) цифрових топографічних карт масштабу 1:50 000 було досліджено за допомогою інструментів ПЗ ArcGIS: Generate Edgematch Links (Побудувати зв'язки для подгонки границ) та EdgeMatch Features (Подгонка границ объектов).

Для зведення двох суміжних аркушів цифрових топографічних карт спочатку було використано інструмент Generate Edgematch Links (Побудувати зв'язки для подгонки границ). Цей інструмент знаходить зіставлені, але не з'єднані, лінійні об'єкти вздовж меж області вхідних даних однієї карти і області суміжних даних другої карти, і створює зв'язки для інструмента EdgeMatch Features (Подгонка границ объектов) від вхідних ліній однієї карти до відповідних суміжних ліній другої карти. Нижче наведено приклади використання інструментів Generate Edgematch Links (Побудувати зв'язки для подгонки границ) та EdgeMatch Features (Подгонка границ объектов) для класу об'єктів 21\_line Сегменту 2 «Рельєф суші» і класу об'єктів 62\_line Сегменту 6 «Дорожня мережа і дорожні споруди».

Параметр Search Distance (Расстояние поиска) використовується для пошуку кандидатів для зіставлення (рис. 6, 7). За допомогою інструмента «Лінійка» визначено достатню відстань для отримання більшої частини зсувів між відповідними об'єктами, але не велику, щоб викликати непотрібну обробку занадто великого числа кандидатів, що може привести до потенційно неправильних зіставлень в зведенні.

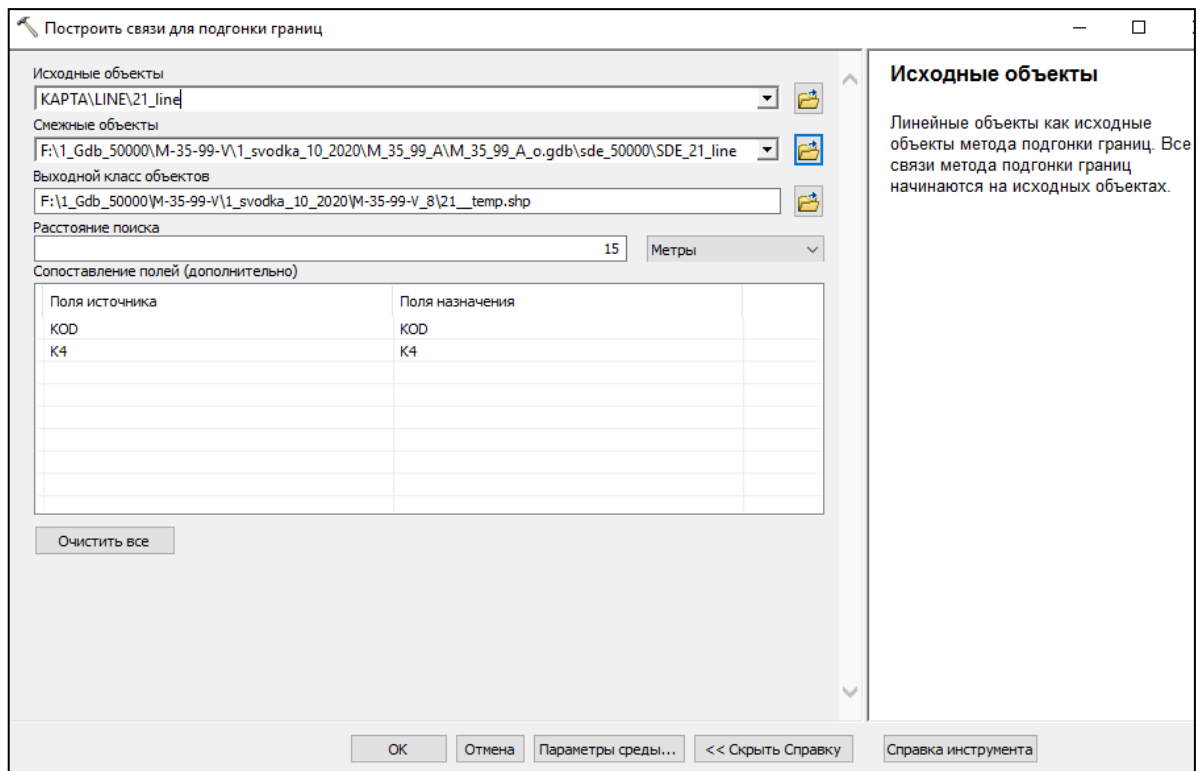


Рис. 6. Вікно інструмента Generate Edgematch Links для класу об'єктів 21\_line

Додатково виконано співставлення атрибутів кожного аркуша цифрової топографічної карти Match Fields (Сопоставление полей), у наслідок чого було сформовано перелік обов'язкових атрибутів класів об'єктів. Для класу об'єктів 21\_line для Сегменту 2 «Рельєф суші» визначено обов'язкові атрибути: код топографічного об'єкта, абсолютна висота, а для класу об'єктів 62\_line Сегменту 6 «Дорожня мережа і дорожні споруди» – обов'язкові атрибути такі як: стан, міжнародний, національний, регіональний номери доріг тощо.

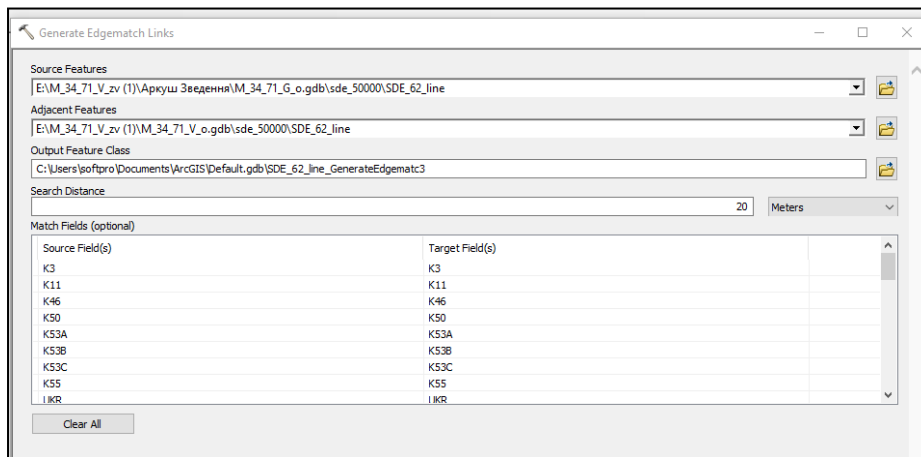


Рис. 7. Вікно інструмента Generate Edgematch Links для класу об'єктів 62\_line

В результаті отримано такі лінійні об'єкти-зв'язки (рис. 8). Після побудови лінійних об'єктів-зв'язків було використано інструмент – EdgeMatch Features (Подгонка границ объектов), який змінює вхідні лінійні об'єкти за допомогою просторового зрівняння їх форм на основі заданих зв'язків інструментом Generate Edgematch Links (Построить связи для подгонки границ), щоб вони з'єдналися з лініями в суміжному наборі даних.

У EdgeMatch Features (Подгонка границ объектов) було використано Method (Метод) – Move\_ENDPOINT, що задовольняє раніше визначенні вимоги до методики зведення. Результат подано на рисунках 9 – 10.

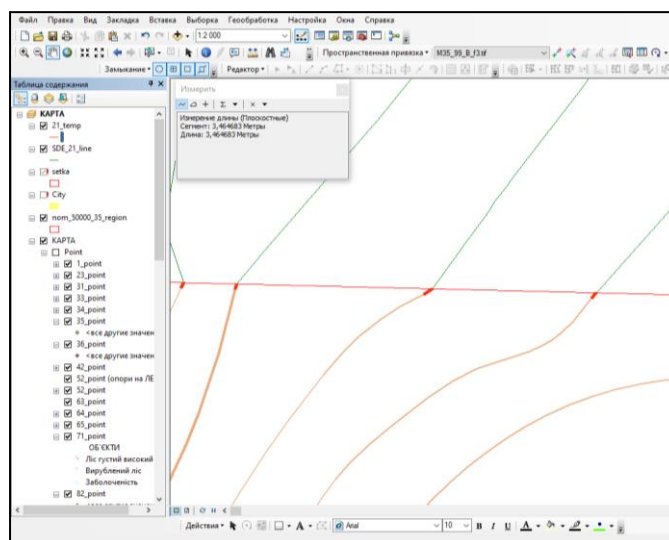


Рис. 8. Лінійні об'єкти-зв'язки на класі об'єктів 21\_line

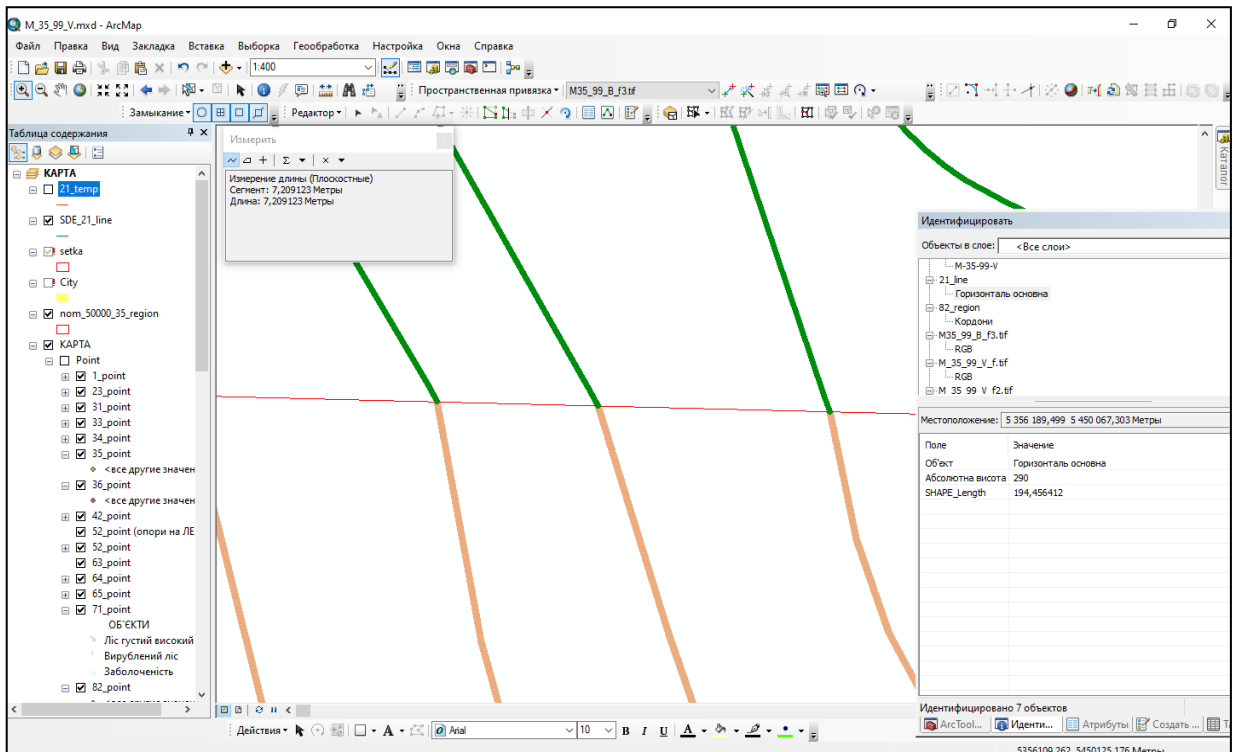


Рис. 9. Результат зведення класу об'єктів 21\_line

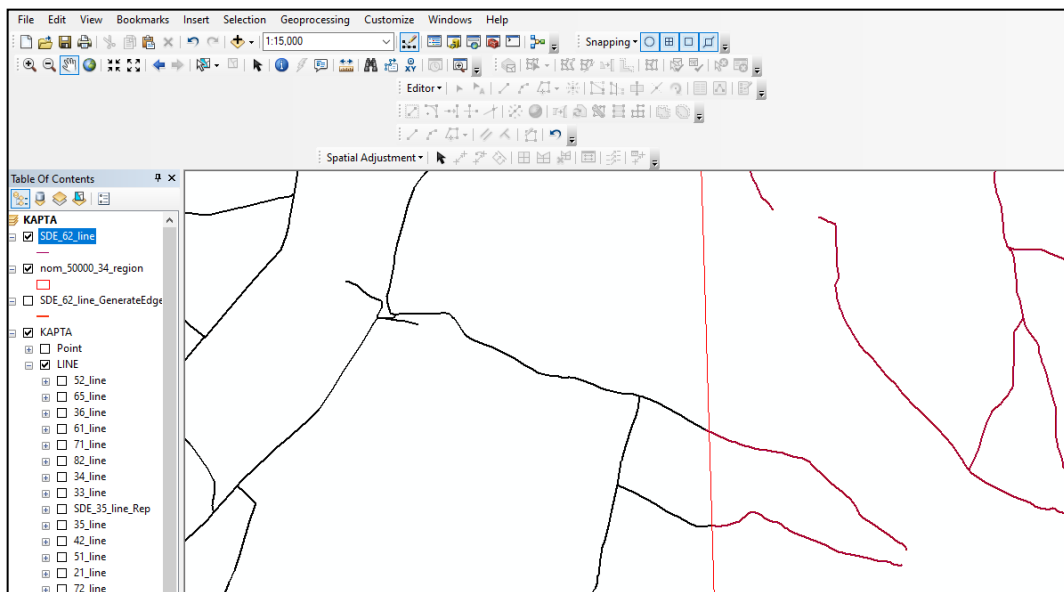


Рис. 10. Результат зведення класу об'єктів 62\_line

Якщо виникають суперечності на суміжних аркушах оновлених цифрових топографічних карт, які зводяться, наприклад, різний топографічний код об'єктів класу або відрізняються атрибутивні дані (рис. 11), то для цих двох суміжних карт необхідно використовувати ортофотоплани масштабу 1:10 000, растрові моделі тиражних відбитків топографічних карт масштабу 1:50 000; додаткові та довідкові дані і матеріали, щоб визначити який насправді відображено топографічний об'єкт місцевості і які атрибути є достовірними і актуальними.



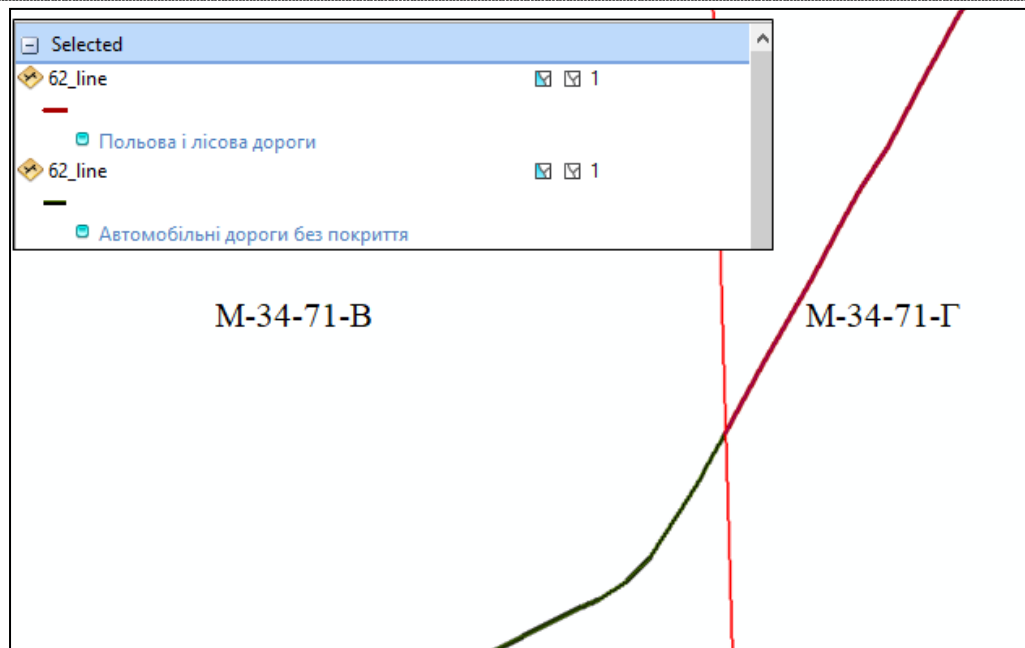


Рис. 11. Приклад суперечностей на суміжних аркушах в класі об'єктів 62\_line

**Висновки.** Запропоновану методику зведення цифрових топографічних карт було застосовано для узгодження країв рамок суміжних аркушів топографічних карт масштабу 1:50 000, яка має свої особливості.

Дотримання запропонованих вимог до зведення цифрових топографічних карт підвищить якість зведених оновлених цифрових топографічних карт масштабу 1:50 000 для створення Основної державної топографічної карти.

Досліджено проблему зведення цифрових топографічних аркушів масштабу

1:50 000 на межах зон проекції Гаусса-Крюгера, встановлено що ArcGIS не враховує картографічні проекції та кривизни Землі під час виконання геодезичних і картометричних операцій. Для вирішення цієї проблеми автори пропонують розроблення програмного комплексу в середовищі ГІС для виконання геодезичних та картометричних операцій строгими аналітичними методами.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *INSPIRE* Drafting Team "Data Specifications". Drafting Team "Data Specifications" – deliverable D2.6: Methodology for the development of data specifications / *INSPIRE* Drafting Team "Data Specifications" // *INSPIRE* Drafting Team "Data Specifications". – 2007. – Retrieved from: [https://inspire.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/inspireDdataspecD2\\_6v2.0.pdf](https://inspire.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/inspireDdataspecD2_6v2.0.pdf).

2. *Geoscience* Australia topographic data and map specifications for the National Topographic Database & NTMS series 1:250 000 & 1:100 000 scale topographic map products / *Geoscience* Australia // *Geoscience* Australia Department of Resources, Energy and Tourism. – 2012. – Retrieved from: <http://www.ga.gov.au/mapspecs/topographic/v6/section3.html>.

3. *Xin Chang Zhang*. Geometric Feature-based Edge-Matching/ *Xin Chang Zhang* // "GeoComputation CD-ROM". – 1998. – Retrieved from: [http://www.geocomputation.org/1998/99/gc\\_99.htm](http://www.geocomputation.org/1998/99/gc_99.htm).
4. *MD. Mosharaf Hossain*. Possibility of spatial data infrastructure (SDI) application / *MD. Mosharaf Hossain*. // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2008. – p. 153–162. Retrieved from: [https://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/4\\_pdf/29.pdf](https://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/4_pdf/29.pdf).
5. *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.

#### REFERENCES

1. INSPIRE Drafting Team “Data Specifications” (2007). Drafting Team “Data Specifications” – deliverable D2.6: Methodology for the development of data specifications. Retrieved from: [https://inspire.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/inspireDdataspecD2\\_6v2.0.pdf](https://inspire.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/inspireDdataspecD2_6v2.0.pdf).
2. *Geoscience Australia* (2012). Geoscience Australia Topographic Data and Map Specifications for the National Topographic Database Production Information. Geoscience Australia Department of Resources, Energy and Tourism. Retrieved from: <http://www.ga.gov.au/mapspeccs/topographic/v6/section3.html>.
3. *Xin Chang Zhang* (1998). Geometric Feature-based Edge-Matching. “GeoComputation CD-ROM”. Retrieved from: [http://www.geocomputation.org/1998/99/gc\\_99.html](http://www.geocomputation.org/1998/99/gc_99.html).
4. *MD. Mosharaf Hossain* (2008). Possibility of Spatial Data Infrastructure (SDI) Application. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. pp. 153–162. Retrieved from: [https://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/4\\_pdf/29.pdf](https://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/4_pdf/29.pdf).
5. *Karpinskyi Yu., & Kin D.* (2018). Doslidzhennya kartometrychnykh operatsiy v seredovyshchi GIS [Research cartometric operations in the environment of GIS]. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia – Urban planning and spatial planning*, 68, 706 – 711 [in Ukrainian].

**Н. Ю. Лазоренко-Гевель, Д. А. Конь**

#### **МЕТОДИКА СВОДКИ ЦИФРОВЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ МАСШТАБА 1:50 000 ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОСНОВНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЫ**

*В статье предложена методика сводки цифровых топографических карт масштаба 1:50 000 для создания Основной государственной топографической карты. Приведены особенности методики сводки цифровых топографических карт масштаба 1:50 000. В работе рассмотрен подход сводки смежных листов с помощью инструментальной ГИС. Предложено автоматизированное решение сводки линейных объектов цифровых топографических карт масштаба 1:50 000 в программной среде ArcGIS.*

*Ключевые слова:* НИГД, сводка, цифровая топографическая карта, Основная государственная топографическая карта, ГИС.

**N. Lazorenko-Hevel, D. Kin**

**THE EDGE MATCHING METHOD OF DIGITAL TOPOGRAPHIC  
MAPS IN THE SCALE OF 1:50 000 FOR CREATION THE MAIN STATE  
TOPOGRAPHIC MAP**

*The article proposes the research of some aspects of the edge matching method of digital topographic maps in the scale of 1:50 000 for creation single seamless Topographic Database of the Main State Topographic Map in Ukraine within the framework of the Ukrainian-Norwegian project.*

*The single seamless Topographic Database of the Main State Topographic Map (hereinafter – Topographic Database) is being created for the first time in Ukraine for the creation and development of the National Spatial Data Infrastructure which requires relevant, reliable and high-quality Core Reference Datasets which based on digital topographic maps.*

*This research considers the edge matching of the updated digital topographic maps before the uploading into Topographic Database. Compliance with the proposed requirements for the edge matching of the updated digital topographic maps will raise the quality of the edge matched updated digital topographic maps in the scale of 1:50 000 for creation the seamless Topographic Database of the Main State Topographic Map. During researching of the edge matching method of the updated digital topographic maps in the scale 1:50 000 was defined that the transformation of coordinates from one zone of the Gauss-Krueger projection to another executes with insufficient accuracy for the usage of analytical methods in ArcGIS.*

**Key words:** NIGD, edge matching, digital topographic map, Main State Topographic Map, GIS.

Надійшла до редакції

06.07.2019