

УДК 551.3:551.435.6(477.87)

92

ГІС-МОДЕЛЮВАННЯ КЛЮЧОВИХ МОРФОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАСЕЙНУ РІЧКИ ТЕРЕСВИ ДЛЯ ОЦІНКИ СЕЛЕВОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Чепурна Тетяна^{1}, Чепурний Ігор¹, Федик Ярослав¹*

¹ Кафедра геодезії та землеустрою, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, *e-mail: tetti.chepurna@gmail.com

Анотація. Селеві процеси є поширеним природним явищем, що загрожує територіям з гірським рельєфом та значними опадами. В Україні вони особливо активні в Карпатському регіоні, де 70% водозборів схильні до селів. Кліматичні зміни сприяють активізації селевих процесів через зростання інтенсивності опадів та танення снігу, що підвищує ризик гідрологічних катастроф. Для аналізу та прогнозування використовуються методи ГІС-моделювання та морфометричного аналізу. Водозбірні басейни були ідентифіковані за допомогою GRASS GIS, після чого отримані результати конвертовані у векторні шари для подальшого аналізу. Для кожного виділеного водозбору визначено ключові морфометричні характеристики: площу, середню висоту, мінімальну та максимальну висотні відмітки, середній кут нахилу схилів.

Ключові слова: геоінформаційне моделювання, річкові басейни, селеві процеси, Закарпаття, моніторинг, цифрова модель рельєфу.

Актуальність теми дослідження

За даними світової статистики, селі є поширеним природним явищем, що з високою частотою виникає на різних континентах, переважно в регіонах із гірським рельєфом, значною кількістю атмосферних опадів та активною антропогенною діяльністю, яка сприяє їх виникненню (Mamadjanova et al., 2018). В Україні значна частина селенебезпечних територій зосереджена в межах Карпатського регіону (Інформаційний щорічник..., 2021). Оскільки сходження селевих потоків переважно приурочене до певних ділянок річкових водозборів, використання методів гідрологічного геоінформаційного моделювання для визначення їх просторових меж є актуальною науковою задачею (Morway et al., 2016; Snitynskyi et al., 2020). Актуальність досліджень підтверджується і сучасними прикладами: у 2024 році на території Закарпаття зафіксовано низку інтенсивних селевих потоків, зокрема 11 червня на ділянці залізниці Солянське – Великий Березний, де відбулося пошкодження колії, а також у липні в селах Колочава (Рахівський район) та Свобода (Хустський район), де селі спричинили замулення та часткове руйнування автомобільних доріг.

Методика

Сучасні методи геоінформаційного моделювання та морфометричного аналізу застосовуються для визначення річкової мережі й вододілів (Hazir, 2022; Lindsay, Yang & Hornby, 2019). Чітке окреслення басейнів є основою для досліджень природних ресурсів, зокрема оцінки повеневих ризиків, охорони водозборів, збереження екосистем і управління водними ресурсами. Використання ГІС, зокрема QGIS, дало змогу суттєво підвищити якість ідентифікації річкової мережі (Selehieiev, Ovcharuk & Hryb, 2023). Моделювання басейнів має ключове значення для моніторингу селевих процесів,

прогнозування яких враховує тектоніко-геоморфологічні та геологічні умови, гідрологію, сучасні екзогенні процеси, ґрунтово-рослинний покрив і антропогенний вплив. Зміни, спричинені людською діяльністю, часто активізують ерозійні та гравітаційні процеси. Оскільки основним тригером селів є опади, їхній розвиток розглядають у межах водозбірних басейнів, що підтверджено у попередніх дослідженнях (Cherurna et al., 2023).

Загальну послідовність дослідження можна представити у вигляді своєрідної «дорожньої карти», яка окреслює основні етапи роботи. Збір та підготовка даних передбачав отримання ЦМР (FABDEM 30 м) та історичних записів про селі з подальшою попередньою обробкою. Гідрологічне моделювання виконувалося у GRASS GIS для виділення водозборів, напрямків стоку та річкових мереж. На етапі морфометричного та просторового аналізу було розраховано параметри рельєфу та визначено ділянки, потенційно схильні до розвитку селевих процесів. Завершальним кроком стала інтерпретація та візуалізація результатів у вигляді карт загрози, інтегрованих у середовище ГІС для подальшого екологічного моніторингу.

Виклад основного матеріалу

Для гідрологічного та морфометричного моделювання обрано територію східного Закарпаття, де фіксуються селеві процеси, зокрема басейни річок Тересва, Тересва (рис.1), Чорна й Біла Тиса, Апшиця, Тячівець і Шопурка. Основою слугувала цифрова модель рельєфу FABDEM (Forest And Buildings removed DEM), розроблена на базі Copernicus DEM, яка має глобальне покриття та просторову роздільну здатність 30 м, що забезпечує високу точність для гідрологічного моделювання. Роботи виконано у середовищі QGIS із використанням модулів GRASS GIS та SAGA GIS. Попередня обробка DEM включала виправлення понижених ділянок та згладжування локальних нерівностей, щоб уникнути помилок у розрахунку поверхневого стоку. Для аналізу просторового розподілу стоку застосовано функцію Flow Accumulation, що дало змогу побудувати карту накопичення води; кожен піксель на ній відображає кількість площ, з яких формується стік. Водозбірні басейни виділялися за допомогою інструменту r.watershed (GRASS GIS), після чого результати було конвертовано у векторні шари.

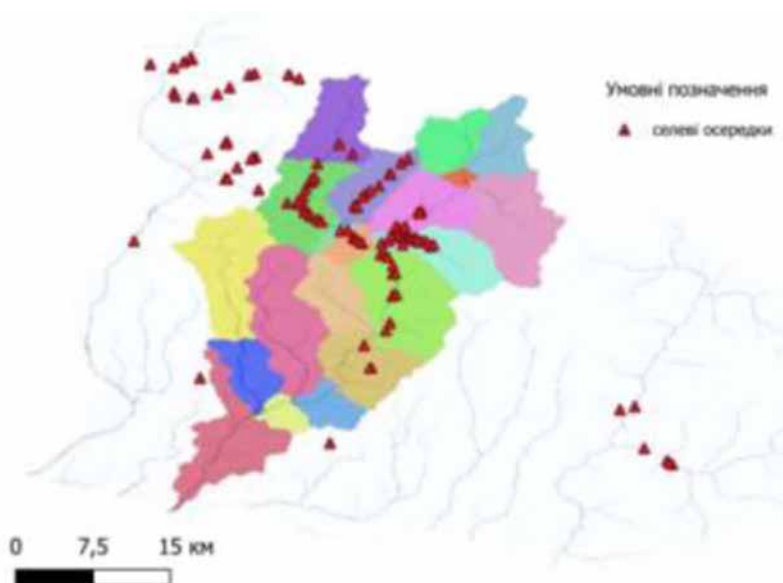


Рисунок 1. Картограма виділених річкових басейнів та водотоків у межах басейну р. Тересва за результатами геоінформаційного моделювання

Виділення басейнів здійснено для кількох рівнів. Спочатку визначено басейни першого порядку відносно головного водотоку – р. Тиси. Отримані басейни, із нанесеними селевими проявами, були накладені на ЦМР та растровий шар водотоків. Оцінка показала, що інтенсивність селевих процесів варіює від 0,1 селів/км² у басейні Білої Тиси до 0,8–0,9 у басейнах Тячівця та Апшиці. Детальніший аналіз проведено для басейну р. Тересва, де виділено басейни вищого порядку та нанесено точки прояву селевих потоків. Саме дрібні водозбори найвищого порядку є ключовими для розвитку селевих процесів, тому для них рекомендовано визначати прогностичний рівень селенебезпеки. Подальший аналіз у QGIS передбачав розрахунок середніх кутів нахилу та абсолютних висот. Використання цих показників разом із багаторічними даними про опади, просторовим розподілом їх інтенсивності та матеріалами гідрологічних постів у поєднанні з методами гідрологічного моделювання дозволяє будувати прогностичні моделі просторово-часового розвитку селевих процесів.

Висновки

Запропонована методика виділення річкових басейнів та їх морфометричного аналізу є сучасним підходом до оцінки селенебезпеки територій. Використання цифрової моделі рельєфу FABDEM у поєднанні з інструментами гідрологічного моделювання в QGIS забезпечує високу точність просторового аналізу. Інтеграція даних про рельєф, опади та гідрологічні характеристики дозволяє створювати прогностичні моделі розвитку селевих процесів. Методика демонструє зв'язок між морфометрією водозборів і частотою селів, відкриваючи можливості для управління ризиками. Її практичне впровадження передбачає використання у системах раннього оповіщення, регулюванні господарської діяльності в гірських районах та вдосконаленні захисних споруд.

Перелік літературних джерел

- Chepurna, T., Haydeychuk, A., Chepurnyi, I., Fedyk, Y., & Rushchak, V. (2023, October). Geoinformation Analysis of Mudflow Danger and Threat Assessment for Bridge Structures within the Territory of Transcarpathia. *In International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2023»*. Vol. 2023, No. 1, pp. 1-5. European Association of Geoscientists & Engineers. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510017>.
- Hazir S. Çadraku (2022). Analyzing Morphometric Parameters and Designing of Thematic Maps Using Raster Geoprocessing Tool. *Civil Engineering Journal*, 8(9), 1835-1845. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2022-08-09-06>.
- Lindsay, J. B, Yang, W, & Hornby, D. D. (2019). Drainage Network Analysis and Structuring of Topologically Noisy Vector Stream Data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(9): 422. <https://doi.org/10.3390/ijgi809042>.
- Mamadjanova, Gavkhar & Wild, Simon & Walz, Michael & Leckebusch, G.C.. (2018). Statistical Characteristics of Mudflows in the Piedmont Areas of Uzbekistan and the Role of Synoptic Processes for their Formation. *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*. 1-42. 10.5194/nhess-2018-128.
- Morway, Eric & Niswonger, R. & Triana, Enrique. (2016). Toward improved simulation of river operations through integration with a hydrologic model. *Environmental Modelling and Software*. 82. 255-274. 10.1016/j.envsoft.2016.04.018.
- Snitynskyi, V., Khirivskyi, P., Hnativ, I. & Hnativ, R. (2020). LANDSLIDES AND EROSION PHENOMENA IN THE FOOTHILLS OF THE CARPATHIAN REGION RIVERS. *Theory and Building Practice*. 2020. 9-15. 10.23939/jtbp2020.01.009.



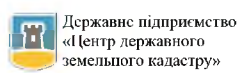
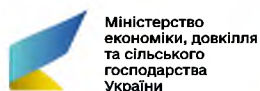
Асоціація
Фахівців
Землеустрою
України



Асоціація
Сертифікованих
Геодезистів
України
ПРОФЕСІЙНА ОРГАНІЗАЦІЯ

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Міжнародної конференції
"Land Unity Summit 2025"
11-12 вересня 2025 р.,
Івано-Франківськ



УДК 528+332:349
М-34

Матеріали Міжнародної конференції “Land Unity Summit 2025” 11–12 вересня 2025 р., Івано-Франківськ: Видавництво ІФНТУНГ, 2025.– Мова укр. і англ.

ISBN-978-966-694-497-2-2025

У збірнику матеріалів конференції представлені роботи, які відображають загальнотеоретичні, методологічні, практичні проблеми та результати досліджень у галузі геодезії, інженерної геодезії, картографії, аерофотогеодезії, фотограмметрії, геоінформатики, кадастру, просторового планування територій, правових відносин у галузі землекористування та раціонального природокористування. Рекомендується для науковців, викладачів, аспірантів, студентів та широкого кола громадськості.

Матеріали конференції подано в авторській редакції. Відповідальність за зміст поданих матеріалів та точність наведених даних несуть автори.

ISBN-978-966-694-497-2-2025

© ІФНТУНГ, 2025