

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Ministry of Education and Science of Ukraine
Taras Shevchenko National University of Kyiv

**Фізична географія
та геоморфологія** | **Physical Geography
and Geomorphology**

Науковий журнал
Scientific Journal

Том 48
Випуск 2(130)
Volume 48
Issue 2(130)

Київ
2025

ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ ТА ГЕОМОРФОЛОГІЯ

Науковий журнал “Фізична географія та геоморфологія” публікує оригінальні статті з усіх напрямів фізичної географії та геоморфології, зокрема: теоретичних та методологічних проблем географії, ландшафтознавства, геоекології, палеоекології, палеогеографії четвертинного періоду, ґрунтознавства, метеорології, кліматології, гідрології, структурної, динамічної, екологічної та палеогеоморфології. Окремі рубрики журналу присвячені використанню ГІС у природничо-географічних дослідженнях, організації природничого туризму, геоплануванню, природоохоронній діяльності, управлінню екологічними проектами та географічній освіті.

Заснований у 1970 р.

Виходить два рази на рік.

Публікації приймаються українською та англійською мовою.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Наталія Герасименко (**головний редактор**), Київський національний університет імені Тараса Шевченка
natalia.gerasimenko@knu.ua

Сергій Бортник (**заступник головного редактора**), Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Яцек Шманьда (**заступник головного редактора**), Інститут географії та просторової організації, Польська академія наук

Тетяна Лаврук (**відповідальний секретар**), Київський національний університет імені Тараса Шевченка
tetiana.lavruk@knu.ua

Ольга Ковтонюк (**технічний редактор**), Київський національний університет імені Тараса Шевченка,

Даніель Вереш, Інститут спелеології Румунської академії

Григорій Денисик, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Лідія Дубіс, Львівський національний університет імені Івана Франка

Томаш Каліцкі, Університет Яна Кохановського в Кельце

Іван Ковальчук, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Олександр Комлев, Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Карлос Кордова, Університет штату Оклахома, США

Марчел Міндреску, Сучавський університет імені Штефана чел Маре

Олександр Ободовський, Університет Казимира Великого в Бидгощі

Богдан Рідуш, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Віктор Самойленко, Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Єва Смольська, Варшавський університет

Сергій Сніжко, Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Володимир Стецюк, Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Редакція “Фізична географія та геоморфологія”
Географічний факультет
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
просп. Глушкова, 2А, Київ, МСП–680, Україна

(044) 521 32 28
Web: <https://phgg.knu.ua>

*Рекомендований до друку
Вченою радою географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

PHYSICAL GEOGRAPHY AND GEOMORPHOLOGY

Physical Geography and Geomorphology publishes original research papers, review articles and short contributions in all areas of physical geography and geomorphology, namely: theoretical and methodological research in physical geography and geomorphology, landscape studies, geoecology, palaeoecology, Quaternary palaeogeography, soil science, meteorology, climatology, hydrology, structural, dynamic, ecological and palaeogeomorphology, application of GIS in natural geographic research, and geographical education.

The journal is published since 1970.

It is published twice a year.

Publications are accepted in Ukrainian and English.

EDITORIAL BOARD

Natalia Gerasimenko (editor-in-chief), <i>Taras Shevchenko National University of Kyiv, UA</i> natalia.gerasimenko@knu.ua	Ivan Kovalchuk, <i>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, UA</i>
Sergii Bortnyk (associate editor), <i>Taras Shevchenko National University of Kyiv, UA</i>	Oleksandr Komliev, <i>Taras Shevchenko National University of Kyiv, UA</i>
Jacek Szmańda (associate editor), <i>Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Academy of Sciences, PL</i>	Carlos Cordova, <i>Oklahoma State University, USA</i>
Tetiana Lavruk (editorial assistant), <i>Taras Shevchenko National University of Kyiv, UA</i> tetiana.lavruk@knu.ua	Marcel Mindrescu, <i>Ștefan cel Mare University of Suceava, RO</i>
Olga Kovtoniuk (copy editor), <i>Taras Shevchenko National University of Kyiv, UA</i>	Oleksandr Obodovskiy, <i>Casimir the Great University in Bydgoszcz, PL</i>
Daniel Veres, <i>Institute of Speleology, Romanian Academy, RO</i>	Bohdan Ridush, <i>Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, UA</i>
Hryhorii Denysyk, <i>Vinnytsia State Pedagogical University, UA</i>	Viktor Samoilenko, <i>Taras Shevchenko National University of Kyiv, UA</i>
Lidia Dubis, <i>Ivan Franko National University of Lviv, UA</i>	Ewa Smolska, <i>University of Warsaw, PL</i>
Tomasz Kalicki, <i>Uniwersytet Jana Kochanowskiego of Kielce, PL</i>	Serhii Snizhko, <i>Taras Shevchenko National University of Kyiv, UA</i>
	Volodymyr Stetsiuk, <i>Taras Shevchenko National University of Kyiv, UA</i>

Physical Geography and Geomorphology
Faculty of Geography
Taras Shevchenko National University of Kyiv
2A, Hlushkova prosp., Kyiv, Ukraine

+38 (044) 521 32 28
Web: <https://phgg.knu.ua>

*Recommended for print by
the Scientific Board of Faculty of Geography, Taras Shevchenko National University of Kyiv*

ЗМІСТ

Геологічна пам'ятка “Базальтові стовпи” на Рівненщині та її геотуристичний потенціал Ольга В. Ковтонюк, Наталія М. Погрільчук, Даяна С. Павлючок	7
До питання створення сучасної класифікації туристичних дестинацій Маріанна О. Комлева	25
Регіональні особливості деградації ґрунтів в Україні: екологічні виклики та шляхи їх подолання Оксана В. Браславська Томас А. Рожі Олег М. Грицик	31
Картографічне моделювання просторової структурної організації краєвидів Дніпропетровської області Олег В. Сизенко	40
Розріз Жидачів і його значення у пізнанні морфолітогенетичних процесів в басейні Дністра Андрій М. Яцишин, Роман Я. Дмитрук, Андрій А. Кирильчук, Марія В. Лялюк	50
Навчальний екопроект “Дунай: від дельти до джерел” як дидактична модель просторового екоменеджменту Сергій Ю. Бортник, Тетяна М. Лаврук	60
Пам'яті Юрія Сілецького	73

CONTENTS

The geological monument “Basalt Columns” in Rivne Region and its geotourism potential Olga V. Kovtoniuk, Nataliia M. Pohorilchuk, Daiana S. Pavliuchok	7
On the issue of creating a modern classification of tourist destination Mariana O. Komlieva	25
Regional Features of Soil Degradation in Ukraine: Environmental Challenges and Ways to Overcome Them Oksana V. Braslavska , Tomas A. Rozhi, Oleh M. Hrytsyk	31
Cartographic modeling of the spatial structural organization of landscapes of the Dnipropetrovsk region Oleh V. Syzenko	40
The Zhydachiv section and its significance in understanding morpholithogenic processes in the Dniester basin Andriy M. Yatsyshyn, Roman Ja. Dmytruk, Andriy A. Kyrylchuk, Maria V. Lialiuk	50
The Educational Eco-Project “Danube: From Delta to Sources” as a Didactic Model for Spatial Environmental Management Sergii Yu. Bortnyk, Tetiana M. Lavruk	60
In memory of Yuriy Siletsky	73

Геологічна пам'ятка “Базальтові стовпи” на Рівненщині та її геотуристичний потенціал

Ольга В. Ковтонюк , Наталія М. Погорільчук , Даяна С. Павлючок 

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна

Анотація

Стаття має на меті оцінити геотуристичний потенціал геологічної пам'ятки “Базальтові стовпи”, що розташована у Рівненській області, та виявити її особливості, які разом з історичною та культурною спадщиною місцевості сприятимуть просуванню та збереженню цієї дестинації на користь сталого розвитку місцевої громади. Дослідження передбачало аналіз геологічної будови, тектонічної позиції, морфологічних та морфометричних характеристик пам'ятки та туристичної інфраструктури шляхом польових та камеральних досліджень, а також їх подальшу інтерпретацію за методикою оцінки гео- та геоморфосайтів для геотуристичного використання, запропонованою Л. Кубаліковою. Найвищу оцінку (78,5%) отримав критерій додаткової цінності. Критерії наукової та внутрішньої цінності, освітньої цінності, ризику деградації та збереженості об'єкта отримали оцінку на рівні 75% кожен. Найменший результат на рівні 33,3% отримав критерій економічної цінності, що пояснюється відсутністю туристичної інфраструктури та локальних продуктів, пов'язаних з пам'яткою. В цілому, результати дослідження дають можливість визначати “Базальтові стовпи” цінним об'єктом для наукових досліджень, спеціалізованої геологічної та геоморфологічної освіти, а також геотуризму. Аспектами, які поки що зменшують його популярність, є загалом нерозвинена індустрія туризму та гостинності в регіоні, відсутність загальної та спеціалізованої промоційної продукції. Для потенційного підсилення освітньої цінності розглянуто значення логотипів та інформаційних стендів та запропоновано розроблені варіанти такої продукції.

Ключові слова

геологічна пам'ятка “Базальтові стовпи”, геотуристичний потенціал, геотуризм, метод Л. Кубалікової

Надійшла до редакції: 25 липня 2025 / Прийнята: 20 вересня 2025 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2025

The geological monument “Basalt Columns” in Rivne Region and its geotourism potential

Olga V. Kovtoniuk, Nataliia M. Pohorilchuk, Daiana S. Pavliuchok

Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13, Volodymyrska St., Kyiv, 01601, Ukraine

Abstract

The article aims to assess the geotourism potential of the “Basalt Columns” geological monument located in the Rivne region and to identify its distinctive features, which, together with the historical and cultural heritage of the area, will contribute to the promotion and preservation of this destination for the benefit of the sustainable development of the local community. The study involved analyzing the geological structure, tectonic position, morphological and morphometric characteristics of the site and tourist infrastructure through field and desk research, as well as their further interpretation using the methodology for assessing geotourism sites proposed by L. Kubalikova. and geomorphosites for geotourism use proposed by L. Kubalikova. The criterion of added value received the highest rating (78.5%). The criteria of scientific and intrinsic value, educational value, risk of degradation, and preservation of the site received a rating of 75% each. The lowest result, 33.3%, was given to the criterion of economic value, which is explained by the lack of tourist infrastructure and local products related to the landmark. Overall, the results of the study make it possible to identify the “Basalt Columns” as a valuable site for scientific research, specialized geological and geomorphological education, and geotourism. The aspects that currently reduce its popularity are the generally underdeveloped tourism and hospitality industry in the region and the lack of general and specialized promotional products. To potentially enhance its educational value, the significance of logos and information stands was considered, and options for such products were proposed.

Keywords

geological monument “Basalt Columns”, geotourism potential, geotourism, L. Kubalikova's method

Received: July 25, 2025 / Accepted: September 20, 2025 / Published online: December 30, 2025

1. Вступ

Базальт – щільна, міцна гірська порода темного забарвлення, є продуктом застигання лави основного складу, поширена у багатьох регіонах світу, формуючи вулканічні плато, потоки та покриви. Перші свідчення використання базальту пов'язані з палеолітичними

спільнотами, які використовували його як міцний і зносостійкий матеріал для виготовлення важких знарядь праці (молотків, рубил, відбійників) та побутових потреб (каменю для вогнищ). На відміну від кременю, який добре розколюється та підходить для лез, базальт цінували саме за твердість і ударну міцність. Сьогодні ця порода знаходить застосування у виробництві різних виробів будівельного

Corresponding author:

Olga V. Kovtoniuk, Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13, Volodymyrska St., Kyiv, 01601, Ukraine
Email: Kovtoniukol@gmail.com

© 2025 The Authors. Published by Taras Shevchenko National University of Kyiv. This is an open-access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

та архітектурного призначення (бордюрний камінь, бруківка), облицювальних кам'яних матеріалів, сакральної скульптури, а також ізоляційних матеріалів - базальтової вати, волокна та композитів, кам'яного литва тощо. Окрім того, базальтові формації є важливими об'єктами геоспадщини та геотуризму. Найпривабливішими серед них вважаються базальтові покриви зі стовпчастою окремістю. Саме цей тип окремістю надає відслоненням особливої естетичної привабливості та визначає їхню високу геотуристичну цінність, зокрема як наукову так і освітню, адже є прикладом ефузивного магматизму.

Такі об'єкти представлені у багатьох регіонах планети, хоча займають порівняно невеликі площі. На сьогодні відомо близько 200 найбільш видатних локацій стовпчастих базальтів. Деякі з них мають всесвітню відомість та овіяні історіями, як от Бруківка Гігантів (Giant's Causeway), що за легендою побудована ірландським героєм-велетнем Фінном Мак-Кулом, чи Фінгалова печера (Fingal's Cave) на острові Стаффа (Гейбридські острови), споглядання та відвідування якої надихнуло до творчості багатьох художників та композиторів (Погорільчук та ін., 2024). Геосайти базальтових стовпів найчастіше охороняються у складі національних природних парків, наприклад базальтові колони водоспаду Свартіфосс (Svartifoss) на території національного парку Скафтафетль (Skaftafell) у Ісландії, геопарків – геологічна пам'ятка Рупніца (Rupnica) на території геопарку Папук (Papuk) у Хорватії або мають національний охоронний статус, наприклад Національний пам'ятник “Дияволів Постпайл” (Devils Postpile National Monument) у США тощо. Окремо варто згадати національний парк “Органні труби” (Organ Pipes National Park) у Австралії, де головним об'єктом охорони є базальтові колони трапового комплексу, що відслонюється у долині Джексонс-Крік. І лише декілька охоронних територій, що мають в своєму складі відслонення стовпчастих базальтів, мають статус природної спадщини ЮНЕСКО. До них відносяться Бруківка гігантів (Giant's Causeway) у Північній Ірландії, Вулканічний острів Чеджу (Jeju Volcanic Island) у Південній Кореї та природний парк Скандола (Scandola Reserve) у Франції (World Heritage List, n.d.).

У 2024 році Міжнародним союзом геологічних наук (International Union of Geological Sciences (IUGS)) був виданий довідник “Другі 100 об'єктів геологічної спадщини IUGS” (“The second IUGS Geological Heritage Sites”), куди увійшли три геосайти, представлені стовпчастими базальтами. Це лавовий потік Шайбенберга (Scheibenberg lava flow) у Німеччині, Матео-Тепе (Вежа Диявола) (Mateo Tere (Devils Tower)) у США та вулкан Руапеху (Ruapehu Volcano) у Новій Зеландії (The second..., 2024).

В межах території України відомі два регіони поширення ефузивних порід зі стовпчастою окремістю - Закарпаття та Волинь. На території Закарпаття представлені лавові потоки базальто-андезитів та андезитів пізньонеогенового вулканізму. Тут є дві найвідоміші локації. Перша - на північній околиці с. Сільце, поблизу Іршави, де кар'єром розкрита верхня частина вулканічного жерла зі стовпчастою окремістю. Це відслонення є одним з найрепрезентативніших у Мукачівській низовині, де можна

вивчати жерлові фації. Друга локація розташована поблизу с. Жборівці, але позначена у літературі як Кленовецьке відслонення стовпчастих андезитів. Тут, у стінці недючого кар'єра, відслонені андезити з дивовижними формами стовпчастої окремістю, які зумовлені особливостями напрямку руху лавових потоків. Це місце є досить відомим та популярним для відвідування як фахівцями, так і пересічними туристами. На сьогодні обидва відслонення не мають юридичного оформленого охоронного статусу, не дивлячись на їх естетичну привабливість та наукову і освітню значимість (Калінін та ін., 2006).

На Волині є декілька родовищ базальтів, що приурочені до трапової формації. В межах Рівненської області вони утворюють єдину смугу, що включає наступні родовища базальтів: Івано-Долинське (с. Базальтове), Берестовецьке (с. Берестовець), Великомидське (с. Великий Мидськ), Іванчівське (с. Іванчі) та Рафалівське (с. Полиці) (Гурський та ін., 2006). Об'єктом нашого дослідження є геологічна пам'ятка “Базальтові стовпи”, розташована поблизу с. Базальтове на Рівненщині у межах Івано-Долинського родовища.

Як засвідчує аналіз світової практики охорони подібних геосайтів, вони є важливими геотуристичними об'єктами з високою естетичною, науковою, освітньою цінністю, адже розкривають історію розвитку нашої планети в цілому та ефузивного магматизму зокрема. Окрім того, використання таких об'єктів для потреб геотуризму працює і на сталий розвиток місцевих громад, у першу чергу, через залучення населення до сфери послуг, розробки та виробництва локальних продуктів тощо.

Щодо геологічної пам'ятки “Базальтові стовпи”, то на сьогодні існує декілька робіт, в яких розглядаються питання використання її у геотуризмі. Так, в роботі О. Лисенка та І. Меркушина (2013) наведено аргументацію щодо включення даного об'єкту до маршрутів геологічного туризму, як вітчизняних, так і міжнародних. У роботі Н. Волненко, В. Шкіринця та А. Калька (2017) базальтові стовпи волинських трапів розглядаються як основа для створення геопарку.

Отже, метою даного дослідження була комплексна характеристика геологічної пам'ятки “Базальтові стовпи” як унікального об'єкта геоспадщини, аналіз природних умов, господарської освоєності та культурно-історичних аспектів місця її розташування, а також оцінка її геотуристичного потенціалу. Поняття геотуристичного потенціалу, на думку багатьох фахівців з геотуризму, є інтегральним показником, що відображає можливість і ефективність використання об'єкта геоспадщини для туристично-пізнавальних цілей з урахуванням його наукової, освітньої, естетичної цінності, доступності, стану збереженості та рівня інфраструктурного забезпечення. Роботи виконувалися у польових і камеральних умовах з подальшим узагальненням та інтерпретацією результатів шляхом застосування методики оцінювання геосайтів і геоморфосайтів для потреб геотуризму, розробленої Л. Кубаліковою (Kubalíková, 2013). Ми вважаємо, що на сучасному етапі попри поєднання унікальних наукових, естетичних та освітніх цінностей, геологічна пам'ятка “Базальтові стовпи” є недооціненим активом,

який потребує комплексних заходів з адаптації для повноцінного впровадження в практику сучасного геотуризму. Але розробка таких заходів неможлива без оцінки реального стану об'єкту та його потенціалу, результати якої представлені у даній роботі.

2. Матеріали і методи

2.1. Територія дослідження

Геологічна пам'ятка природи “Базальтові стовпи” розташована поблизу с. Базальтове (до 1943 року - с. Янова Долина) Рівненської області, в межах кар'єру №3 Івано-Долинського родовища базальтів. Видобувні



Рис. 1. I - Загальний вигляд центральної частини геологічної пам'ятки “Базальтові стовпи”; II – загальний вигляд затопленої частини кар'єру. Фото О. Ковтонюк.

Fig. 1. I - General view of the central part of the geological monument “Basalt Columns”; II - General view of the flooded part of the quarry. Photo by O. Kovtoniuk.

У своїх геологічних спостереженнях він писав, що старі каменоломні понад річкою Горинню з великими дубами та смугою лісу понад луками вздовж Горині мають бути предметом особливого піклування як один із найчарівніших закутків Волині, а Костопільський повіт заслуговує на свій національний парк, подібний до Єллоустоунського (Мельник та ін., 2020).

Статус геологічної пам'ятки місцевого значення був затверджений у 1983 році. На сьогодні площа пам'ятки становить 0,8 га (Державний кадастр..., 2025), загальна протяжність відслонення базальтів в межах пам'ятки сягає 180-230 м (Калінін та ін., 2006). Пам'ятка позиціонується як мінералогічна та петрографічна, а дослідження характеру окремоті базальтів є важливим для розуміння особливостей ранньовендського вулканізму та палеорекострукцій вулканічних зон (Калінін та ін., 2006).

Поруч із “Базальтовими стовпами” розташовані кар'єри № 2, 4 та 5 Івано-Долинського родовища (рис. 2), де розробку базальтів проводить ПАТ “Івано-Долинський спецкар'єр”. Це підприємство використовує базальтову сировину для виробництва щебню та будівельного каменю, а базальти зі стовпчастою окремотію – для отримання блочної продукції (Лисенко та Меркушин, 2013).

роботи у цьому кар'єрі завершено у 80-х роках ХХ сторіччя, наразі він затоплений ґрунтовими водами (рис. 1). В роботах Л. Шумлянського (2012) та Н. Бацевич з співавторами (2023) вказано, що пам'ятку утворюють поклади толейтових (палагонітових) базальтів, або ж, згідно роботи О. Лисенка та І. Меркушина (2013) - долерито-базальтів, що характеризуються високою питомою вагою, високою міцністю, порфіровою структурою та стовпчастою окремотію.

Одним із перших на необхідність заповідання цієї унікальної геологічної пам'ятки, ще на початку минулого століття, вказував видатний польський геолог Станіслав Малковський, якого вважають фундатором охорони геологічного різноманіття Волинського Полісся.



Рис. 2. Базальтові кар'єри Івано-Долинського родовища на космічному знімку (Google Earth Pro, 2025).

Fig. 2. Basalt quarries of the Ivano-Dolinsky deposit on a satellite image (Google Earth Pro, 2025).

Тектонічна позиція. Згідно оновленої схеми тектонічного районування України 2015 року (Кирилюк та Шевченко, 2023), смуга Волинських трапів на північному-заході України є частиною Волино-Подільської монокліналі (рис. 3). Волинські траповий комплекс – це геоструктурний елемент, витягнутий паралельно до південно-західного краю Східноєвропейської платформи. За даними Н. Бацевич та ін. (2023) він займає січне положення відносно всіх сформованих у цьому регіоні до початку трапоутворення геолого-структурних комплексів кристалічного фундаменту і мезо-неопротерозойського осадочного чохла, що мають переважно північно-східне простягання. Протяжність трапового комплексу близько 200 км - від широти м. Володимирець (Рівненська область) до широти м. Старокостянтинів (Хмельницька область), при ширині від 12 до 22 км, площа становить 200 тис км² (Залеський та Троцюк, 2019). Існує думка, що тектонічна позиція трапової формації в структурі Східноєвропейської платформи визначається її розташуванням в зоні сполучення двох її основних мегаблоків – протократонів Сарматії і Феноскандії (Залеський та Троцюк, 2019; Бацевич та ін., 2023). Олександр Карпінський (1883) вважав площу волинських базальтів частиною кряжової смуги, що має протяжність близько 300 км і простежується від Келецько-Сандомирського кряжу до півострова Мангیشлак. Серед інших на території України в кряжову смугу потрапляють Канівські гори, Ісачківський пагорб та Донецький кряж (рис. 4). О. Карпінський пояснював утворення цієї смуги структур різного генезису однією загальною причиною – кряжоутворюючою силою, результатом дії якої є складчасті деформації порід, і утворення як справжніх кряжів (Келецько-Сандомирського, Донецького, Мангیشлацького), так і зародкових їх форм (Канівських дислокації). Сюди ж потрапили і ділянки прояву ефузивного магматизму (Бортник та ін., 2016).

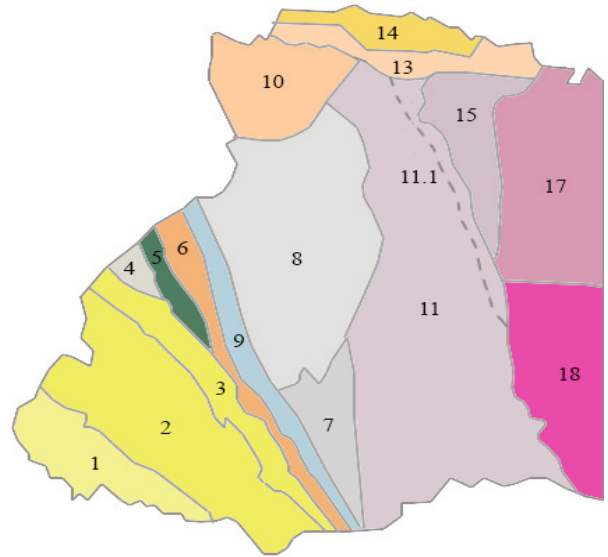


Рис. 3. Фрагмент схеми тектонічного районування України (за С. Кругловим з уточненнями та доповненнями) (Кирилюк та Шевченко, 2023).
Fig. 3. Fragment of the tectonic zoning scheme of Ukraine (according to S. Kruglov with clarifications and additions) (Kyryliuk and Shevchenko, 2023).

Карпатський меганапторій. 1 – Внутрішні (Центральні Карпати); 2 – Зовнішні (Флішові) Карпати; 3 – Передкарпатський прогин. Структури Західноєвропейської платформи. 4 – Лежайська епіорогенна зона; 5 – Коханівська епіорогенна зона; 6 – Рава-Руська епіорогенна зона. Структури Східноєвропейської платформи. Волино-Подільська плита: 7 – Боянецький прогин; 8 – Львівський палеозойський прогин; 9 – Розтоцька зона; 10 – Ковельський виступ; 11 – Волино-Подільська монокліналі; 11.1 – зона Волинських трапів; 12 – Молдавська монокліналі; 13 – Північноукраїнська горстова зона; 14 – Поліська сідловина; 15 – Волино-Поліський прогин. Український щит. Мегаблоки: 17 – Волинський, 18 – Дністровсько-Бузький.



Рис. 4. Положення кряжової смуги (Карпінський, 1883).
Fig. 4. Position of the ridge belt (Karpinsky, 1883).

Неглибоке залягання давніх базальтових порід під молодшими відкладами, свідчить про тривале переважання у тектонічному режимі території висхідних рухів. Очевидно, підняття цього блоку було у часі нерівномірним і встановити детальний режим таких рухів досить важко, проте за даними неотектонічного аналізу ця територія належить до внутрішньоплитних відносно слабобільних областей, які зазнавали переважно односпрямованих піднятих, а сумарні амплітуди неотектонічних рухів оцінюються в 200-250 м (Палієнко, 2007).

Геологічна будова та структурний план.

Вулканогенна товща трапового комплексу має потужність до 465 м і представлена ефузивними та пірокластичними породами. Ці різні за структурними та текстурними особливостями продукти базальтового вулканізму відносять до Волинської серії нижнього Венду та поділяють на Горбашівську (V_{grb}), Заболотівську (V_{zb}), Бабинську (V_{bb}) і Ратнівську світи (V_{rt}) (Тесленко, 1997; Щербак та Огар, 2005, Великанов та ін., 2007). Базальтові поклади Івано-Долинського родовища належать до Ратнівської світи, яка складається з лучичівської товщі (V_{lc}) толеїтових базальтів, зорянської товщі (V_{zr}) туфів та туфітів та якушівської товщі (V_{jc}) базальтів із прошарками туфів та туфоконгломератів. Повністю розкриті поклади базальтів лучичівської товщі становлять 3,3-95,2 м, якушівської – 8,7-121,3 м (Бацевич та ін., 2023). За Міжнародною Хроностратиграфічною шкалою вулканогенна товща віднесена до Берестовецької світи Волинської серії Едіакарію. На північних ділянках Волино-Поділля Берестовецька світа поділяється на 3 частини: нижню і верхню ефузивні та середню туфогенну, що може свідчити на циклічний характер вулканічної активності (Вовк та Недбайло, 2023).

У наукових публікаціях трапляються різні трактування віку волинських базальтів, що свідчить про значну варіативність даних та складність їхнього точного визначення. Зокрема, у роботі О. Маринича (1962), базальти були віднесені до рифею та датовані віком 517–557 млн. років. В путівнику-довіднику за редакцією О. Зарицького (1985) ці породи описані як верхньопротерозойські, із встановленим ізотопним віком 680 млн. років. У роботі І. Коротуна та Л. Коротун (1996), зазначено, що процеси формування цих відкладів, як і всієї трапової формації Волині, відбувалися орієнтовно в період 625–590 млн. років тому. Водночас, у роботі (Волненко та ін., 2017) вік цих порід визначено в межах 600–650 млн. років, що відповідає венд-рифейському етапу протерозойської ери докембрію. За даними (Вовк та Недбайло, 2023) їх вік визначено у межах 680-570 млн. років.

Отже, у літературі простежується розбіжність у датуванні часу формування базальтів, що, ймовірно, пов'язано з використанням різних методик дослідження, уточненням стратиграфічної шкали та геохронологічними переглядами. Це свідчить про необхідність подальших досліджень для більш точного визначення віку цих унікальних геологічних утворень.

Формування Волинських трапів відбувалося за рахунок численних виливів лави основного складу та викидів пірокластичного матеріалу протягом тривалого часу

в умовах суходолу. Виділяють до десяти базальтових потоків, які перешаровані покладами туфів та лавобрекчій. Мінеральний та хімічний склад базальтів у різних потоках є однаковим, що свідчить про надходження лави на поверхню з єдиного магматичного осередку зі стабільними фізико-хімічними умовами. Вулканогенна товща знаходилася безпосередньо на земній поверхні протягом сотень мільйонів років палеозойської та мезозойської ер. У пізній крейді континентальний режим на території сучасного Волинського Полісся змінився на морський (Лисенко та Меркушин, 2013; Волненко та ін., 2017).

Вважається, що безпосередньо на території Івано-Долинського родовища існував досить розчленований палеорельєф, пониження якого в ратнівський час були швидко заповнені різночасовими потоками лав, внаслідок чого сформувався шаруватий базальтовий покрив. Його неоднорідна внутрішня будова пов'язана зі складною взаємодією декількох потоків. Окремі лавові потоки розділяються перехідними (контактовими) зонами різної потужності та різною мірою прояву, що пов'язано із різною тривалістю міжвулканічних фаз. Сусідні лавові потоки, як правило, відрізняються типом окремоті, розміром блоків окремоті, падінням лінійних елементів (рис. 5) (Лисенко та Меркушин, 2013).



Рис. 5. Контактна зона між потоками у північно-східній частині пам'ятки. Фото О. Ковтонюк.

Fig. 5. Contact zone between streams in the northeastern part of the site. Photo by O. Kovtoniuk.

За даними детальної геологічної зйомки, базальти Івано-Долинського родовища утворюють дві відокремлені частини ("плити"). Вважається, що ці частини є залишками колишнього єдиного базальтового поля. В наступні епохи базальтовий покрив був інтенсивно розчленований ерозійними (в континентальних умовах) та абразійними (в умовах морських трансгресій) процесами, про що свідчить його нерівна поверхня. Ці дві ділянки розділені між собою субширотною палеодолиною (шириною 150-300 м), яка заповнена породами крейди та сучасними осадовими утвореннями (Лисенко та Меркушин, 2013).

Лінійні розміри потоків (особливо їх потужності), однорідність складу лав, фаціальні умови виверження, швидкість застигання лав та характер палеорельєфу визначають типи окремоостей базальтів (Лисенко та Меркушин, 2013). Як зазначалося вище, візитівкою базальтових покладів є їх стовпчаста окремість. В межах Івано-Долинського родовища вона фіксується приблизно лише в 5-7% від загального об'єму базальтів. В результаті охолодження лави основного складу в ідеальних

умовах закономірним є утворення окремоостей у формі рівнобічних шестикутних призм, проте в природних умовах утворюються призми з кількістю граней від 3 до 8 та різної міри сплюсненості. У Івано-Долинському родовищі переважають неправильні та сплюснені п'яти- та шестигранні стовпи (рис. 6).

Висота стовпів у розкритих кар'єрах потоків становить 10-15 м. Окрім стовпчастої, тут рапляються також брилова, в'ялоподібна, подушкова окремості та їх комбінації (Лисенко та Меркушин, 2013).

У роботі (Волненко та ін., 2017) базальтові поклади Волині порівнюють з мінералогічним музеєм, адже тут виявлено понад 50 мінералів, серед яких представлені самородне залізо, самородна мідь, азурит, малахіт, куприт, гематит, магнетит, лімоніт, пірит, халькозин, олівін, санідін, ярозит, агат, аметист, опал, халцедон. Останній формує у породі прошарки та гнізда, має блакитно-сіре забарвлення та однорідну, рідше концентрично-зональну текстуру та є своєрідною ознакою волинських базальтів (рис. 7).



Рис. 6. Стовпчасті окремості базальтів з п'ятикутним та чотирикутним сплюсненим перерізами (з колекції Геологічного музею ННІ Геології Київського національного університету імені Тараса Шевченка). Фото Н. Погорільчук.

Fig. 6. Columnar basalt fragments with pentagonal and quadrangular flattened cross-sections (from the collection of the Geological Museum of the Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv). Photo by N. Pohorilchuk.

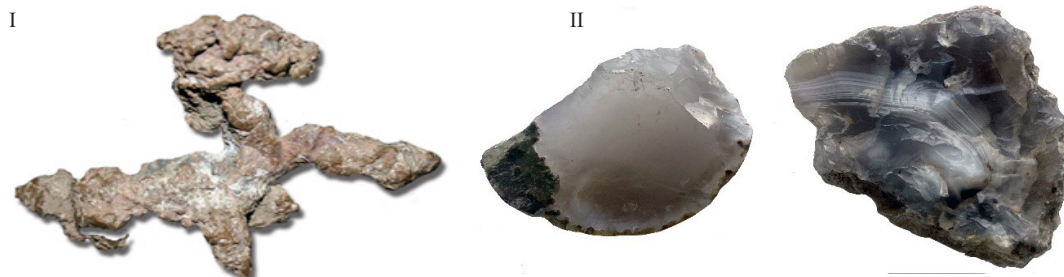


Рис. 7. Мінерали волинських базальтів: I - дендрит самородної міді (з колекції Геологічного музею ННІ Геології КНУТШ) (Нестеровський та ін., 2011); II - халцедони з однорідною та концентрично-зональною текстурою (з колекції кабінету загальної геології та геоморфології кафедри землезнавства та геоморфології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка). Фото О. Ковтонюк.

Fig. 7. Minerals of Volyn basalts: I - dendrite of native copper (from the collection of the Geological Museum of the Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv) (Nesterovsky et al., 2011); II - chalcedony with a homogeneous and concentric-zonal texture (from the collection of the Department of General Geology and Geomorphology, Faculty of Earth Sciences and Geomorphology, Taras Shevchenko National University of Kyiv). Photo by O. Kovtonyuk.

Породи трапового комплексу перекриті відкладами крейдового віку, що представлені сеноманськими крейдою та мергелями, середньотуронськимивапняками, а також флювіогляціальними відкладами потужністю 2-30 м, складеними пісками, гравієм (Веліканов та ін., 2007а; Возгрін та Гожик, 2007) (рис. 8). Породи крейдового віку містять у своєму складі велику кількість решток викопних організмів, зокрема форамініфер, губок, коралів, брахіопод, морських їжаків, белемнітів, амонітів, еласмобранхій (Волненко та ін., 2017).

Структурний план родовища характеризується наявністю тектонічних порушень, які загалом відповідають регіональній тектонічній схемі

Волинського прогину. Основним серед них є субширотний Яшмовий розлом та три розломи північно-західного простягання – Озерний, Кришталевий та Березовий. Всі вони ускладнені дрібнішими порушеннями з протяжністю до перших сотень метрів. Розломи виявлені за зонами порушених (катаклазованих, брекчіюваних) та вивітрілих, озалізених базальтів. Вздовж окремих тріщин спостерігаються дзеркала та борозни ковзання, що свідчать про активні переміщення блоків уздовж розривних площин. Тріщини часто відкриті та заповнені цеоліт-карбонат-халцедоновими жилами, яшмоїдами та глинисто-хлоритовою масою і гідроксидами заліза (Лисенко та Меркушин, 2013).



Рис. 8. Характер залягання базальтового покриву (1), карбонатних порід крейдового віку (2) та флювіогляціальних відкладів четвертинного віку (3). Фото О. Ковтонюк.

Fig. 8. The nature of the basalt cover (1), Cretaceous carbonate rocks (2), and Quaternary fluvial-glacial deposits (3). Photo by O. Kovtoniuk.

Історико-культурний нарис. Перші документальні згадки про використання базальтів на території Івано-Долинського родовища датуються XVII століттям. Базальтові стовпи вперше були виявлені у 1635 році поблизу с. Берестовець місцевими мешканцями під час копання колодязя. Напевно з того часу розпочалося використання тутешнім населенням уламків міцного та доступного каменю переважно для власних потреб - при зведенні господарських споруд, фундаментів, колодязів тощо. За різними свідченнями, промисловий видобуток базальту у Івано-Долинському родовищі розпочали від 150 років до декількох століть тому (Зузук, 2011).

Так, у роботі Залеського та Троцюка (2019), зазначається, що розробка базальтової сировини в урочищі Янова Долина розпочалася у 30-х роках XIX сторіччя. В роботі ж Яцечко-Блаженко (2020) наведена інформація, що системна промислова розробка

родовища розпочалася лише на початку XX століття, коли на Волинському Поліссі значно пошквалилися геологічні дослідження. У 1908 році тут було закладено перші розвідувальні свердловини та кар'єр, що дало змогу здійснити первинну оцінку запасів корисних копалин і підготувати родовище до подальшої експлуатації.

Початок Першої світової війни зупинив розробку базальту в цих краях. Активна стадія видобутку тривала в міжвоєнний період - у 1921-39 роках, коли ця територія входила до складу Волинського воєводства Другої Речі Посполитої (Яцечко-Блаженко, 2020). Завдяки впровадженню новітніх на той час технологій - механізованих засобів видобутку, використанню вибухових речовин та залізних клинів - стало можливим виламування великих базальтових блоків, з яких виробляли бруківку та облицювальні елементи (рис. 9).

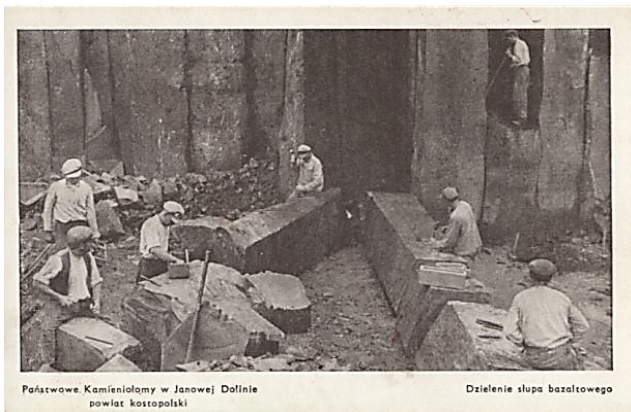


Рис. 9. Поштові листівки 1930-их років із серії “Państwowe Kamieniołomy w Janowej Dolinie” (Державні кар’єри в Яновій Долині) (Яцечко-Блаженко, 2017).

Fig. 9. Postcards from the 1930s from the series “Państwowe Kamieniołomy w Janowej Dolinie” (State Quarries in Janowa Dolina) (Jacechko-Blaszenko, 2017).

Особливої уваги діяльність Яново-Долинського кар’єру набула в контексті міжнародної торгівлі: базальт, що видобувався тут, експортувався до багатьох європейських країн, зокрема до Франції та Великої Британії. Він широко використовувався для мощення вулиць та площ у Парижі, Лондоні, Відні, Празі, Варшаві, Кракові, Брюсселі, Люксембурзі. “Газета Польська” називала Янову Долину “матір’ю польських автострад”, хоча волинським базальтом вимощували дороги і за межами Польщі (Маліновська, 2018, Калько, 2020). Все це засвідчує високу якість матеріалу та значну конкурентоспроможність української сировини на зовнішньому ринку.

Після розгортання масштабного видобутку базальту в Яновій Долині у 1928 році польською владою, виникла потреба у будівництві житла для працівників каменоломень. У 1934 році на площі 107 га почалося будівництво взірцевого робітничого селища. Для проектування селища архітектори взяли за взірець урбаністичний план Гдині та ідеї створення робітничих колоній австрійського архітектора А. Лооса. Робітниче селище було електрифіковане і мало водогін та каналізацію. Відомо, що наприкінці 1930-х років у Яновій Долині мешкало до 3000 жителів, 97% з яких становили поляки. На копальні працювали також мешканці із сусідніх сіл. На жаль, забудова містечка до сьогодні не збереглася: воно було знищене в роки Другої світової війни (Яцечко-Блаженко, 2020).

У вересні 1939 року, згідно з пактом Молотова-Ріббентропа, територія Західної Волині була приєднана до СРСР. Розпочалась націоналізація підприємств,

репресії проти польської адміністрації й місцевого населення. У червні 1943 року селище Янова Долина стало місцем трагедії, під час якої було вбито, за різними джерелами, від кількох сотень до понад тисячі польських мешканців. Селище було майже повністю спалене, вціліли лише окремі кам’яні будівлі. Цей напад був частиною ширшої трагедії, відомої як Волинська трагедія (1943-44) - масового міжетнічного конфлікту між українцями та поляками на території Волині та Галичини.

У часи Другої світової війни видобуток базальту було частково зупинено, а частина виробничої інфраструктури зазнала руйнувань. Проте вже в повоєнні роки радянська влада відновила та інтенсифікувала розробку родовища. Особливо активно базальтовидобувна промисловість розвивалася в 1950–70-х роках, коли почали застосовувати більш ефективні технології вибухових робіт та механізованого транспортування сировини. У цей час відбувалося розширення виробничих площ, будівництво нових дробильно-сортувальних установок, а також підвищення рівня переробки базальтової маси для задоволення зростаючих потреб будівельної, транспортної та оборонної галузей. Станом на 2025 рік Івано-Долинське родовище базальтів продовжує функціонувати, хоча обсяги видобутку значно нижчі від проектного потужності.

Не дивлячись на те, що процеси видобутку стали більш механізованими порівняно з минулими десятиліттями, відсутність інвестицій у новітні технології та обмежений доступ до ринків з високою доданою вартістю стримують розвиток підприємства. Це призводить до того, що унікальні поклади чорного

базальту використовуються неефективно, а потенціал родовища залишається нереалізованим. Таким чином, Івано-Долинське родовище базальтів функціонує на низькому рівні видобутку, зосереджуючись на виробництві щебеню та будівельного каменю, при цьому значна частина потенціалу родовища залишається невикористаною (Гупало, 2003).

2.2. Методика

На початку 90-х років минулого сторіччя було розроблено перші кількісні методи для оцінки георізноманіття, яке у 1996 році офіційно визначене Австралійською комісією спадщини як *“діапазон або різноманітність геологічних (корінна порода), геоморфологічних (форми рельєфу) та ґрунтових особливостей, комплексів, систем і процесів”*. Серед цих методів варто згадати розробки, запропоновані Panizza and Piacente, 1993; Barba et al., 1997; Grandgirard, 1999; Reynolds, 2001 (Kubalíková, 2013). Розвиток концепції геосайтів, згідно якої вони визначаються як частина георізноманіття, зокрема як *“ділянки геосфери, які мають особливе значення для розуміння історії Землі, геологічних чи геоморфологічних об'єктів, що набули наукової, культурно-історичної, естетичної та/або соціально-економічної цінності через людське сприйняття або експлуатацію”* (Reynard, 2004), підштовхнув до розробки методів оцінки наукової та додаткової (культурної, історичної, естетичної, екологічної, економічної) цінності таких об'єктів. У роботі Люсі Кубалікової (2013) наведено детальний аналіз робіт Panizza, 2001; Coratza i Giusti, 2005; Bruschi and Cendrero, 2005; Pralong, 2005; Serrano and González-Trueba, 2005; Zouros, 2005, 2007; Reynard, et al., 2007; Pereira, et al., 2007, які враховують саме ці аспекти, тому, на думку авторки, згадані методичні розробки можуть якнайкраще слугувати для геотуристичних цілей.

В подальшому ці роботи стали підґрунтям для розробки як широко відомих та популярних сьогодні методів *“Geosite Assessment Model (GAM)”* (Vujičić et al., 2011), *“Method for the geosite and geomorphosite assessment for the geotourism purposes”* (Kubalíková, 2013), *“Modified Geosite Assessment Model (M-GAM)”* (Tomić & Božić, 2014), *“Methods for the Quantitative Assessment of Geological and Geodiversity Sites”* (Brilha, 2016), *“Spanish Inventory of Places of Geological Interest (IELIG)”* (García-Cortés et al., 2019), так і нових, що наразі проходять апробацію, наприклад *“Geoeducational Assessment Method (GEOAM)”* (Zafeiropoulos & Drinia, 2023), методика туристичної привабливості геологічних та геоморфологічних об'єктів (Байрак та Теодорович, 2020).

Ці методи є не тільки синтезом попередніх кількісних підходів до оцінки, але і всебічно узагальнюють основні ідеї концепцій георізноманіття, геосайтів та геотуризму та проаналізовані у низці робіт, зокрема Vereb, 2020; Ковтонюк та ін., 2022, Zafeiropoulos & Drinia, 2023, Braychevskyy et al., 2025.

Аналіз публікацій останніх років свідчить про формування тренду, що ґрунтується на використанні декількох методик паралельно для кращої верифікації отриманих результатів. Такі спроби здійснено для одночасного використання методів Brilha, GAM та IELIG (Herrera-Franco et al., 2020), методів Brilha та IELIG (Herrera-Franco et al., 2021; Navarrete et al., 2022), методів Brilha та M-GAM (Zafeiropoulos & Drinia, 2022), методів Brilha та GAM (Turner-Carrión et al., 2021; Braychevskyy et al., 2023), методів Brilha, GAM та Kubalíková (Braychevskyy et al., 2025).

Але у нашій роботі ми зупинилися на використанні лише метода Л. Кубалікової з певних міркувань. Цей метод є досить популярним для оцінки об'єктів георізноманіття у різних регіонах світу (Kubalíková & Kirchner, 2016; Maghsoudi et al., 2019; Ansori et al., 2021; Ghosh et al., 2021; Manyoe et al., 2022; Ruiz-Pedrosa et al., 2024; Braychevskyy et al., 2025). Очевидно, цей факт зумовлений чітко та об'єктивно сформульованими визначеннями оцінки критеріїв, відсутністю критеріїв, що спираються на статистичні дані, що робить саме цей метод придатним для використання, зокрема і в умовах невизначеності та недостатньої інформації. Враховуючи українські реалії у природоохоронній сфері геологічних пам'яток, розвитку туристичної інфраструктури тощо, на нашу думку, метод Л. Кубалікової дає можливість отримати найбільш репрезентативні результати.

Даний метод зосереджений на дослідженні геотуристичного потенціалу геооб'єктів та враховує п'ять критеріїв: наукову та внутрішню, освітню, економічну, природоохоронну та додану цінності. Разом вони складаються з 18 специфічних показників (підкритеріїв), які можна оцінювати від 0,00 до 1,00 з інтервалом 0,50 (для критерію, що визначає естетичні цінності, використовується 0, 0,25 та 0,5 балів). Кінцевим результатом оцінювання є сума усіх балів. Для легшого розуміння ваги отриманого результату його значення часто переводять у відсотки.

Наукова та внутрішня цінність (самоцінність) (*Scientific and intrinsic values*) складається з таких підкритеріїв як цілісність (міра збереженості, сучасний стан об'єкту), рідкісність (кількість подібних об'єктів у зоні дослідження), різноманітність (кількість явних геологічних ознак, характеристик та процесів у об'єкті), наукові знання (кількість наукових робіт з окремого об'єкту, представлених на національному або міжнародному рівні).

Освітня цінність (*Educational values*) визначається репрезентативністю та наочністю, візрцевістю та навчальним використанням, існуючими освітніми продуктами (інтерпретаційними панелями, інформаційними друкованими матеріалами, веб-сайтами), фактичним використанням об'єкту для освітніх цілей (проведенням екскурсій).

Економічна цінність (*Economical values*) описується доступністю до об'єкту різними видами транспорту, присутністю елементів туристичної інфраструктури (готелів та ресторанів) та відстанню до них, наявністю локальних продуктів.

Природоохоронна цінність (*Conservation values*) визначається через наявність реальних та потенційних загроз та ризиків, як природних так і антропогенних, поточним станом об'єкту щодо його руйнування, наявністю чи відсутністю законодавчого захисту.

Додану цінність (*Added values*) формують культурні цінності (історичні, археологічні, релігійні), що пов'язані з об'єктом, екологічні цінності, які визначаються через вплив на біорізноманіття поруч, естетичні цінності, що формують сприйняття об'єкту через колір, структуру та кількість точок огляду.

Більш детально з наведеним методом можна ознайомитися в оригінальній роботі "Geomorphosite assessment for geotourism purposes" (Kubalíková, 2013).

Інформація, необхідна для проведення оцінки геотуристичного потенціалу геологічної пам'ятки

"Базальтові стовпи" за методом Л. Кубалікової отримана в результаті власних польових спостережень, аналізу літературних джерел та картографічних матеріалів. Також у роботі використано метод бібліографічного аналізу – пошуку, відбору і систематизації наукових джерел, що стосуються методів кількісної оцінки об'єктів георізноманіття, контент-аналіз – вивчення змісту публікацій для виявлення ключових тенденцій дослідження геотуристичних об'єктів.

3. Результати та обговорення

Результати оцінювання геологічної пам'ятки "Базальтові стовпи" за методикою Л. Кубалікової (2013) наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Результати оцінювання геологічної пам'ятки "Базальтові стовпи" для потреб геотуризму
Table 1. Results of the assessment of the geological monument "Basalt Columns" for geotourism purposes

Критерій	Підкритерій	Бали (%)
Наукова та внутрішня цінність	Цілісність	1
	Рідкісність	0,5
	Різноманітність	1
	Наукові знання	0,5
	Разом	3 (75%)
Освітня цінність	Репрезентативність та наочність	1
	Взірцевість та навчальне використання	1
	Існуючі освітні матеріали	0
	Фактичне використання сайту для освітніх цілей	1
	Разом	3 (75%)
Економічна цінність	Доступність	1
	Туристична інфраструктура	0
	Локальні продукти	0
	Разом	1 (33,3%)
Деградація та збереження об'єкта	Реальні загрози та ризики	0,5
	Потенційні загрози та ризики	0,5
	Поточний статус об'єкта	1
	Законодавчий захист	1
	Разом	3 (75%)
Додаткові цінності	Культурні цінності	0,5
	Екологічні цінності	1
	Естетичні цінності	1,25
	Разом	2,75 (78,5%)
Загальна цінність		12,75 (68,9%)

Наукова та внутрішня цінність геологічної пам'ятки оцінена в 3 бали з можливих 4, що складає 75% від загальної суми балів. Ділянка базальтового покриву, що нині має статус геологічної пам'ятки, була розкрита в результаті гірничих робіт. З часу заповідання морфологічні та морфометричні параметри даного

об'єкту практично не змінилися. Це дає нам підстави, враховуючи природно-антропогенне походження пам'ятки, оцінити її цілісність максимальним балом. Не дивлячись на наявність у регіоні ще декількох родовищ базальту та кар'єрів Івано-Долинського родовища, розташованих у безпосередній близькості,

підкритерій рідкості був оцінений в 0,5 бала. В першу чергу, ми аргументуємо таку оцінку тим, що на інших локаціях, де розкриті базальти зі стовпчастою окремістю, здебільшого проводяться видобувні роботи. Тому, з міркувань техніки безпеки подібні відслонення залишаються недоступними для пересічного туриста. Що стосується різноманітності видимих геологічних характеристик та процесів, то пам'ятка “Базальтові стовпи” оцінена максимальним балом. Вона прекрасно ілюструє приклад вендського наземного вулканізму, які зараз ми можемо спостерігати у перешарованих лавових потоках, окремоствях різної морфології, тріщинах різного генезису, специфічній мінералізації. Також повний розріз гірських порід та їх літологічний склад дає уявлення про палеогеографічні умови території, наприклад трансгресію моря у крейдовому періоді, його фаціальні відміни; розвиток флювіогляціальних процесів у четвертинному періоді; дію сучасних екзогенних процесів тощо. На сьогодні наукові роботи, що стосуються дослідження волинських базальтів в цілому, та “Базальтових стовпів” зокрема, відомі лише на національному рівні, тому наукові знання оцінено 0,5 бала. Загальна оцінка підтверджує наукову та внутрішню цінність пам'ятки.

Освітня цінність геологічної пам'ятки “Базальтові стовпи” оцінюється в 3 бали, що становить 75% від загальної суми. Добре виражені форми окремоствей, їх розташування, наявність контактних зон, зон мінералізації дають уявлення про масштаби та перебіг вулканізму у регіоні; карбонатні відклади з великою кількістю скам'янілостей ілюструють різноманіття біоти крейдового моря, і є репрезентативними та наочними, у тому числі для туристів без фахової природничої підготовки, тому цей підкритерій оцінений максимально. Взірцевість і навчальне використання також оцінюються в 1 бал, оскільки об'єкт є ідеальним для навчальних екскурсій із геології, геоморфології та екології, наочно ілюструючи природні та антропогенні процеси. Фактичне використання оцінюється в 1 бал, адже місце активно відвідується студентами та школярами в рамках навчальних практик та краєзнавчих екскурсій. Також воно є частиною екскурсійних маршрутів, які пропонують різні туроператори з Києва, Рівного, Львова та інших міст, часто поєднуючи їх, наприклад, з відвідуванням тунелю кохання у Клевані, архітектурних пам'яток Олики, Дубенського замку чи Тараканівського форту. Загальна оцінка - 3 бали, що свідчить про високий потенціал пам'ятки для освіти, проте його ефективність можна підвищити шляхом створення інформаційних матеріалів та онлайн-ресурсів.

Відсутність туристичної інфраструктури та локальних продуктів формують мінімальну оцінку економічної цінності пам'ятки. В 1 бал формально оцінюється критерій доступності, оскільки об'єкт розташований в 750 м від зупинки громадського транспорту з Костополя та Рівного, втім, відсутність облаштованого паркувального майданчика створює незручності для автомобілістів.

Ризик деградації та збереження об'єкту сумарно оцінюється в 3 бали. Реальні загрози та ризики оцінені

в 0,5 бала, в першу чергу через антропогенний вплив, що пов'язаний з неконтрольованим туристичним потоком та відсутністю елементарної геоосвіченості у відвідувачів. Цей вплив проявляється у забрудненні території твердими побутовими відходами, сколюванні шматків породи “на сувеніри” та через розвиток лінійної ерозії по вибитаних стежках навколо базальтових стовпів. Потенційні загрози також становлять 0,5 бала та пов'язані з можливим збільшенням туристичного руху без належної інфраструктури, ризиком розширення кар'єрів у майбутньому, активізацією процесів фізичного та хімічного вивітрювання, зокрема через механічне пошкодження поверхні породи та її хімічне забруднення численними графіті, що призводить до поступової зміни її фізико-хімічних властивостей. Поточний статус пам'ятки оцінено в 1 бал, оскільки в цілому базальтові окремоствей залишаються стабільними, без суттєвих руйнувань, а забруднення та вандалізм не мають критичного впливу на цілісність об'єкта. Законодавчий захист також оцінений у 1 бал, оскільки об'єкт має статус геологічної пам'ятки природи місцевого значення, що забезпечує його правову охорону. Загалом, “Базальтові стовпи” мають задовільний рівень збереження із певними ризиками. Для їхньої охорони необхідний контроль за туристичною активністю, встановлення інформаційних стендів та організація просвітницьких та клінінгових заходів.

Цінність будь-якого геосайту значно зростає, коли він поєднує у собі не лише унікальні природні та естетичні риси, але й має історичне або промислове минуле. Адже тоді пам'ятка стає багатомірною: вона демонструє не тільки геологічні процеси, а й взаємодію людини з природним середовищем. Історія видобутку базальту додає нового контексту – розкриває соціально-економічне значення місця, вплив на розвиток регіону, а також може слугувати матеріалом для туристичних маршрутів, освітніх програм і збереження культурної спадщини. Оцінка додаткової цінності пам'ятки “Базальтові стовпи” становить 2,75 бала (78,5% від загальної суми за цим критерієм). Культурна цінність оцінена в 1 бал, перш за все, через історичні об'єкти та події пов'язані з Івано-Долинським родовищем. На нашу думку, залишки будинків Янові Долини, меморіал загиблим могли б стати об'єктами меморіального чи дарк-туризму.

Екологічне значення оцінено в 1 бал, оскільки гірничовидобувана діяльність, попри свій дестабілізуючий вплив, в даному випадку, призвела до виникнення різних мікро- та мезоформ рельєфу, що урізноманітніло екотопологічну диференціацію території (глибоководні водойми, мілководні водойми, заболочені ділянки, нагромадження уламків базальту на дні кар'єрів, лучні та лісові ділянки на схилах кар'єру, відвали розкривної породи тощо) і зрештою позитивно відобразилося на видовому фіторізноманітті (Савчук, 2020).

Естетичні характеристики отримали загалом 1,25 бала: колористична гама (0,5 бала) представлена різними відтінками – від темно-сірого до бурого та зеленого, структура (0,25 бала) включає шестикутні

колони з виразною текстурою, а кількість точок огляду (0,5 бала) забезпечує різнопланові перспективи для спостереження. Загалом пам'ятка відіграє значну екологічну роль, має високу культурну та естетичну цінність, є привабливою для туристів завдяки історичній значущості та мальовничості.

Отже, загальна цінність геологічної пам'ятки "Базальтові стовпи" для потреб геотуризму становить 12,75 бала або 68,9% від максимально можливої загальної суми.

Одним з аспектів, що може без вартісних витрат підвищити геотуристичну оцінку геологічної пам'ятки в цілому та підсилити освітню цінність об'єкта, є інформаційні буклети та стенди, картографічні матеріали, сувеніри з логотипом локації тощо. Такі продукти є поширеними для багатьох геосайтів, більшості геопарків та національних парків. На сьогодні в Україні існує досить невелика кількість геологічних пам'яток, що забезпечені подібними продуктами. Серед них можна згадати Камінне село на Житомирщині, Іллінецький кратер на Вінниччині, Дрогобицьку солеварню на Львівщині, об'єкти геоспадщини НПП "Подільські Товтри" та геологічні пам'ятки, що увійшли до туристичного шляху Гео-Карпати – всі вони мають супровідні стенди різного рівня інформативності. Щодо сувенірної продукції з логотипом локації, то з перерахованих об'єктів вона представлена лише у Дрогобицькій солеварні поряд з локальним продуктом – виварною сіллю.

В рамках даної роботи запропоновано макети логотипу та інформаційного стенду для геологічної пам'ятки "Базальтові стовпи". Логотип для геотуристичного об'єкта - це не просто естетичний елемент. Це стратегічний інструмент ідентифікації, популяризації та збереження унікального природного середовища. Такий логотип виконує низку важливих функцій і має відповідати певним вимогам. В першу чергу, він забезпечує об'єкту ідентичність і "обличчя", а саме створює візуальний образ об'єкта, роблячи його впізнаваним серед туристів, дослідників та громадськості, допомагає формувати позитивну асоціацію з конкретним місцем. Це сприяє просуванню об'єкта в інформаційному просторі: на сайтах, у буклетах, сувенірах, підвищує привабливість регіону як туристичної дестинації.

Професійно оформлений бренд (зокрема з логотипом) полегшує участь у грантах, міжнародних програмах і проєктах розвитку. Продуманий стиль здатний візуалізувати геологічну, історичну або екологічну цінність об'єкта, стимулюючи інтерес до природничих знань. Зазвичай, логотип повинен містити стилізоване зображення геоспецифічності (у даному випадку стовпчасту окремість базальтових покривів). Форми можуть бути абстрактними або реалістичними, але повинні передавати суть об'єкта. Повинна бути коротко вказана назва об'єкта або регіону, підібрані кольори, що відповідають природному середовищу. Також слід врахувати лаконічність і масштабованість, тобто логотип має бути читабельним у будь-якому розмірі - від банера до значка на смартфоні. Важливо уникати шаблонів - логотип має чітко асоціюватися саме з цим місцем, а не бути універсальним знаком природи.

За допомогою сервісів штучного інтелекту нами розроблено два варіанти логотипу геологічної пам'ятки "Базальтові стовпи", які можна використовувати як бренд цієї місцевості, доповнивши слоганом "Базальтові стовпи – досконала геометрія природи" (рис. 10).

Облаштування інформаційного стенду на локації геологічної пам'ятки природи "Базальтові стовпи" є вкрай необхідним як з природоохоронної, так і з освітньо-культурної точки зору. Нами здійснена спроба розробити структуру та зміст такого стенду (рис. 11) з використанням опублікованих матеріалів. На наш погляд, він виконуватиме важливі функції, серед яких:

1. Освітня функція. Більшість відвідувачів не мають спеціальних знань, щоб самостійно зрозуміти геологічне значення об'єкта, а стенд дає можливість у доступній формі пояснити, що таке базальтові стовпи, як вони утворилися, чому це рідкісне явище на території України.

2. Природоохоронна функція. Інформування про охоронний статус об'єкта виховує у відвідувачів відповідальне ставлення.

3. Туристична привабливість. Якісний стенд із фото, схемами та картою робить відвідування цікавішим і пізнавальнішим. Це підвищує якість туристичного досвіду, залишає приємні враження, спонукає ділитися фото й інформацією - тобто сприяє промоції пам'ятки.

4. Підсилення іміджу та сприяння розвитку території. Наявність професійного інфостенду свідчить про турботу громади чи органів влади про об'єкт.

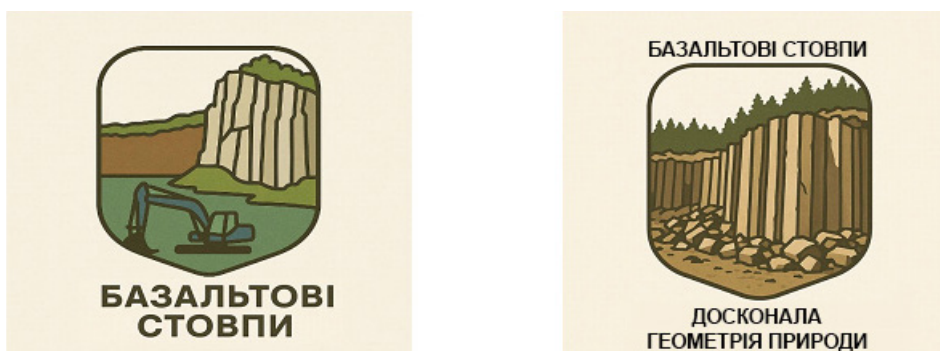


Рис. 10. Варіанти логотипів геологічної пам'ятки "Базальтові стовпи". Розроблено Д. Павлючок за допомогою ШІ.
Fig. 10. Logo options for the "Basalt Columns" geological monument. Designed by D. Pavliuchok with the help of AI.

Це зміцнює імідж регіону як такого, що дбає про культурну та природну спадщину. Стенд може містити QR-код на сайт або мобільний гід, інтегруючи об'єкт у цифровий туристичний простір.

5. Залучення громадськості та партнерів. Проєкт створення стенду може стати платформою для співпраці з місцевими школами, науковцями, туристичними операторами та бізнесом.

Таким чином, інформаційний стенд - це базовий елемент інфраструктури природоохоронного об'єкта. Він виконує роль "мови", якою об'єкт спілкується з відвідувачем, пояснюючи свою цінність і потребу в дбайливому ставленні. Його встановлення - перший

крок до сталого та усвідомленого туризму в регіоні.

Сьогодні, завдяки програмам штучного інтелекту, формується тренд візуалізації облаштування природних чи природно-антропогенних об'єктів як геотуристичних локацій. У якості прикладів можна навести віртуальні моделі гірничих та геологічних музеїв у відпрацьованих кар'єрах та проваллях Кривого Рогу (Антонов, 2025 а, б). Ми також пропонуємо свою візуалізацію облаштування геологічної пам'ятки "Базальтові стовпи" з використанням розробленого інформаційного стенду (рис. 12). Реалізація облаштування пам'ятки хоча б на такому рівні значно посилить її геотуристичну оцінку в цілому та сприятиме збереженню цілісності локації.



Рис. 11 Макет інформаційного стенду геологічної пам'ятки "Базальтові стовпи". Розроблено Н. Погорільчук та Д. Павлючок з використанням матеріалів Лисенко та Меркушин (2013); Іванов та Гусєва (2019).
 Fig. 11. Layout of the information stand for the geological monument "Basalt Columns". Developed by N. Pohorilchuk and D. Pavliuchok using materials from Lysenko and Merkusin (2013); Ivanov and Guseva (2019).



Рис. 12 Візуалізація облаштування геологічної пам'ятки "Базальтові стовпи". Розроблено О. Ковтонюк за допомогою ШІ.
 Fig. 12. Visualization of the arrangement of the geological monument "Basalt Columns". Developed by O. Kovtoniuk with the help of AI.

4. Висновки

Отже, загальна цінність геологічної пам'ятки "Базальтові стовпи" для потреб геотуризму становить 12,75 балів або 68,9% від загальної суми. Отримані результати демонструють диспропорцію використання пам'ятки "Базальтові стовпи": маючи високу атрактивність та освітньо-наукову значущість (75%), а також потужні додаткові цінності (78,5%), об'єкт функціонує лише на третину своїх економічних можливостей (33,3%).

Високі бали за критеріями наукової, освітньої та внутрішньої цінностей підтверджують статус пам'ятки як унікального об'єкта, що заслуговує національного рівня заповідання. Водночас, високий показник збереженості (75%) свідчить про значний "запас міцності" екосистеми, що дає можливість інтенсифікувати туристичний рух без загрози руйнування ландшафту. Таким чином, ключовим бар'єром розвитку є не якість ресурсу, а відсутність механізмів його комерціалізації. Стратегія розвитку має фокусуватися виключно на подоланні розриву між високими естетичною та освітньо-науковою цінностями та низькою економічною віддачею, що можливо реалізувати за активної участі місцевої громади та залучення наукової спільноти.

ORCID iD

Olga V. Kovtoniuk <https://orcid.org/0000-0003-2539-984X>
 Nataliia M. Pohorilchuk <https://orcid.org/0000-0001-9490-6388>
 Daiana S. Pavliuchok <https://orcid.org/0009-0002-1519-6432>

Список посилань

- Антонов, Д. (2025а, 14 грудня). *Ще кілька світлин з того, чого ніколи не буде. Туристичне провалля на Рокуватій, музеї конструктивізму в будівлі школи 1930-х років* [Долучено зображення] [Оновлення статусу]. Facebook. <https://www.facebook.com/share/p/1FyBnF2wJp/>
- Антонов, Д. (2025б, 14 грудня). *Кривий Ріг, Гданцівка. Один з перших кар'єрів Кривбасу, який виник тут наприкінці XIX ст. Зараз перетворився на смітник. А міг би* [Долучено зображення] [Оновлення статусу]. Facebook. <https://www.facebook.com/share/p/1AHSh5xraB/>
- Бацевич, Н. В., Наумко, І. М., & Телепко, Л. Ф. (2023). Флюїдні включення у мінералах базальтів Західної Волині, як індикатор умов формування самородно-мідного зруденіння. *Науковий збірник "InterConf+", 30(143)*, 392–409. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.02.2023.041>
- Бортник, С. Ю., Ковтонюк, О. В., & Погорільчук, Н. М. (2016). До історії дослідження лінеаменту Карпінського. *Фізична географія та геоморфологія, 3(83)*, 8–11.
- Веліканов, В. А., Галецький, Л. С., Гожик, П. Ф., & Педанюк, Г. І. (2007а). Геологічна будова (Дочетвертинний зріз). У Л. Г. Руденко (ред.), *Національний атлас України* (с. 108-109). Київ: ДНВП "Картографія".
- Веліканов, В. А., Галецький, Л. С., & Колосовська, В. А. (2007б). Допалеозойські утворення. У Л. Г. Руденко, *Національний атлас України* (с. 107). Київ: ДНВП "Картографія".
- Вовк О. П., & Недбайло Д. Р. (5–6 жовтня 2023 р). Стратиграфічний розріз Волинської області у відповідності до міжнародної хроностратиграфічної шкали (М. М. Павлунь, ред.). У *Проблеми геології України* (с. 38-41). Львів. <https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/10/konferentsiia-2023-tezi.pdf>
- Возгрін, Б. Д. & Гожик, П. Ф. (2007). Четвертинні відклади. У Л. Г. Руденко, *Національний атлас України* (с. 114-115). Київ: ДНВП "Картографія".
- Волненко, Н. П., Шкіриниць, В. М., & Калько, А. Д., (2017). Геологічні об'єкти Рівненщини як складова створення геопарків. *Психологопедагогічні основи гуманізації навчально-виховного процесу в школі та ВНЗ, 1(17)*, 11–17. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppog_2017_1_4
- Гупало, С. (2023, 01 серпня). Базальтова легенда Іванової Долини. *Дзеркало тижня*. https://zn.ua/ukr/ECOLOGY/bazaltova_legenda_ivanovoyi_dolini.html
- Гурський, Д. С., Єсипчук, К. Ю., Калінін, В. І., Куліш, Є. О., Чумак, Д. М. & Шумлянський, В. О. (2006). Неметалічні корисні копалини. М. П. Щербак та С. В. Гошовський (Ред.). *Металічні і неметалічні корисні копалини України* (Том II). Київ-Львів: видавництво "Центр Європи".
- Державний кадастр територій та об'єктів природно-заповідного фонду* (2025). Портал відкритих даних. https://data.gov.ua/dataset/mepr_05
- Залеський, І. І. & Троцюк, В. С. (2019). Зберегти природний феномен "Базальтові стовпи". *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сільськогосподарські науки, 1*, 53–59. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnuvsg_sg_2019_1_8
- Зарицький, А. І. (ред.). (1985) *Геологические памятники Украины. Справочник-путеводитель*. Киев: Наукова думка.
- Зузок, Ф. В. (2011). Івано-Долинське родовище базальтів. У І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк (Ред.). *Енциклопедія сучасної України*. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України. <https://esu.com.ua/article-13409>
- Іванов, Є., & Гусєва, І. (30 серпня 2019 р.). Гранітні і базальтові родовища Рівненської області: стан розроблення та екологічні проблеми. У *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації* (с. 15–18). Переяслав.
- Калінін, В. І., Гурський, Д. С. та Анатоква І. В. (ред.). (2006). *Геологічні пам'ятки України* (Т. 1). Київ: ДІА. <https://www.donmining.info/2014/08/ii-geological-landmarks-of-ukraine.html>
- Калько, С. (2020). Янова Долина - між розквітом і трагедією. Містечко, якому дивувалися навіть у Європі. *Фотографії старого Львова*. <https://photo-lviv.in.ua/yanova-dolyna-mizh-rozkvitom-i-trahediieiu-mistechko-iakomu-dyvuvalysia-navit-u-yevropi/>
- Карпинский, А. П. (1883). Замечания о характере дислокаций пород в южной половине Европейской России. *Горный журнал, 3*, 434-445.
- Ковтонюк, О., Браїчевський, Ю., Погорільчук, Н., Корогода, Н. & Романова, О. (20-22 жовтня 2022). Кількісна оцінка об'єктів георізноманіття у геотуризмі (І. Дикий, Ред.). У *Геотуризм: практика і досвід* (с. 8-10). Львів: Каменяр. <https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/10/Conference-Geotourism-2022.pdf>
- Коротун, І. М., & Коротун, Л. К. (1996). *Географія Рівненської області. Природа, населення, господарство, екологія*. Рівне.
- Круглов, С., Арсірій, Ю., Веліканов, В., Знаменська, Т., Лисак, А., Лукін, О., Шашкевич, І., Попадюк, І., Радзивілл, А., & Холодних, А. (2007). *Тектонічна карта України. Масштаб 1: 1 000 000. Пояснювальна записка*. Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, Державна геологічна служба, Геологорозвідувальний інститут. К.: УкрДГПІ. <https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/09/3.-TK-Ukrainy-Zapyska-ch-I.pdf>

- Лисенко, О. А., & Меркушин, І. С. (2013). Геологічні пам'ятки. "Базальтові стовпи" Іванової долини. *Збірник наукових праць УкрДГПІ*, 3, 98–111. http://nbuv.gov.ua/UJRN/UDGRI_2013_3_13
- Маліновська, О. (2018, Липень 04). *З рівненського базальту викладені площі Європи*. Vlasno.info. <https://vlasno.info/spetsproekti/2/tourism/item/25213-z-rivnensko-ho-bazaltu-vykhladeni>
- Маринич, О. (1962). *Українське Полісся: фізико-географічний нарис*. Київ: Радянська школа.
- Мельник, В. І., Деревська, К. І., & Рак, О. О. (2020). Наукова та природоохоронна діяльність видатного геолога Станіслава Малковського (до 130-річчя від дня народження). *Геологічний журнал*, 2(371), 63–69. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.2.200539>
- Нестеровський, В. А., Бортник, С. Ю., Погорільчук, Н. М., & Ковтонюк, О. В. (2011). *Основи мінералогії та патрографії: підручник*. ВПЦ "Київський університет".
- Палієнко, В. П. (2007). Неотектонічні рухи земної кори (пізній кайнозой-антропоген). У Л. Г. Руденко, *Національний атлас України* (с. 121). Київ: ДНВП "Картографія".
- Погорільчук, Н., Ковтонюк, О., & Бортник, С. (2024). Життя в георізноманітті: акценти та проблеми. *Фізична географія та геоморфологія*, 47, 5-6(127–128), 36–46. <https://doi.org/10.17721/phgg.2024.5-6.04>
- Савчук, Л. К. (2020). Різноманітність екоотопів та видовий склад флори на території діючих і вироблених базальтових кар'єрів Волинського Полісся. *Екологія та природокористування*, 6(1–2), 225–235. https://doi.org/10.33989/202-*+0.6.1-2.225035
- Тесленко Ю. В. (ред.) (1997). *Стратиграфічний кодекс України*. Київ.
- Шумлянський, Л. В. (2012). Еволюція вендського трапового магматизму Волині. *Мінералогічний журнал*, 34(4), 50–68. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mineral_2012_34_4_9
- Щербак, Д. В., & Огар, В. В. (2005). *Стратиграфія Українського щита та його схилів: навч. посіб.* Київ: ВПЦ Київ. ун-ту.
- Яцечко-Блаженко, Т. (2017, 04 листопада). Знамените Базальтове 100 років тому: раритетні фото. *ВолиньPost*. <https://www.volynpost.com/articles/1301-znamenite-bazaltove-100-rokiv-tomu-rarytetni-foto>
- Яцечко-Блаженко, Т. (2020, 03 жовтня). Забуті Ельдорадо Західної України. *Український тиждень*, 39(671), 40–43. <https://tyzhden.ua/zabuti-eldorado-zakhidnoi-ukrainy/>
- Ansori, C., Warmada, W., Setiawan, N. I., & Yogaswara, H. (2021). Geomorphosite Assessment at North Karangasambung –Karangbolong Geopark Kebumen, as Tools of Geotourism Development. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 6(3), 164–171. <https://doi.org/10.25299/jgeet.2021.6.3.6753>
- Australian Heritage Commission. (1996). *Australian Natural Heritage Charter: Standards and principles for the conservation of the places of natural heritage significance*. Sydney: Australian Heritage Commission and Australian Committee for the International Union for the Conservation of Nature (IUCN). <http://www.defence.gov.au/environment/heritagechart.pdf>
- Bayrak, G. R., & Teodorovych, L. V. (2020). Geological and geomorphological objects of the Ukrainian Carpathians' Beskid Mountains and their tourist attractiveness. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 29(1), 16–29. <https://doi.org/10.15421/112002>
- Braychevskyy, Y., Korinnyi, V., Kovtoniuk, O. & Pohorilchuk, N. (2025). The canyon of Haidamatskyi Iar in the village of Busha: Geotourism assessment, *International Journal of Geoheritage and Parks*, 13(3), 360–371. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2025.02.007>
- Braychevskyy, Y., Korohoda, N., Kovtoniuk, O., Pohorilchuk, N., & Romanova, O. (2023). Sandstone rock outcrops in the Outer Eastern Carpathians in Ukraine: Assessment of geotourism potential by the GAM and Brilha methods. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 11(2), 221–233. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2023.03.002>
- Brilha, J. (2016). Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, 8, 119–134. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>
- García-Cortés, Á., Vegas, J., Carcavilla, L., & Díaz-Martínez E. (2019). *Conceptual base and methodology of the Spanish inventory of sites of geological interest (IELIG)*. Instituto Geológico y Minero de España. https://www.researchgate.net/publication/337840063_CONCEPTUAL_BASE_AND_METHODODOLOGY_OF_THE_SPANISH_INVENTORY_OF_SITES_OF_GEOLOGICAL_INTEREST_IELIG
- Ghosh, A., Mukhopadhyay, S., & Chatterjee, S. (2021). Assessment of geoheritage and prospects of geotourism: An approach to geoconservation of important geological and geomorphological sites of Puruliya district, West Bengal, India. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 9(2), 264–283. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2021.03.001>
- Herrera-Franco, G., Erazo, K., Mora-Frank, C., Carrión-Mero, P., & Berrezueta, E. (2021). Evaluation of a Paleontological Museum as Geosite and Base for Geotourism. A Case Study. *Heritage*, 4(3), 1208–1227. <https://doi.org/10.3390/heritage4030067>
- Herrera-Franco, G.A., Carrión-Mero, P.C., Mora-Frank, C.V., & Caicedo-Potosí, J.K. (2020). Comparative analysis of methodologies for the evaluation of geosites in the context of the Santa Elena-Ancón Geopark project. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 15(2), 183–188. <https://doi.org/10.18280/ijdne.150207>
- Kubalíková, L. (2013). Geomorphosite assessment for geotourism purposes. *Czech Journal of Tourism*, 2(2), 80–104. <https://doi.org/10.2478/cjot-2013-0005>
- Kubalíková, L., & Kirchner, K. (2016). Geosite and Geomorphosite Assessment as a Tool for Geoconservation and Geotourism Purposes: a Case Study from Vizovická vrchovina Highland (Eastern Part of the Czech Republic). *Geoheritage*, 8, 5–14. <https://doi.org/10.1007/s12371-015-0143-2>
- Maghsoudi, M., Ganjaeian, H., Safdari, E. & Abdolmalki, M. (2019). Identification and evaluation of Pre-geosites of Zanjan province and its impact on sustainable tourism development. *Tourism Management Studies*, 14(48), 149–178. <https://doi.org/10.22054/tms.2020.28234.1804>
- Manyoe, I. N., Pongoliu, Y. I., & Napu, S. S. (2022). Geosite and geomorphosite assessment for geotourism purpose: Case study of the islands in Kwandang Bay, North Gorontalo. *Tunas Geografi*, 11(1), 11–18. <https://doi.org/10.24114/tgeo.v11i1.31005>
- Navarrete, E., Morante-Carballo, F., Dueñas-Tovar, J., Carrión-Mero, P., Jaya-Montalvo, M., & Berrezueta, E. (2022). Assessment of Geosites within a Natural Protected Area: A Case Study of Cajas National Park. *Sustainability*, 14, 3120. <https://doi.org/10.3390/su14053120>
- Ruiz-Pedrosa, R. M., González-Amuchástegui, M. J., & Serrano, E. (2024). Geomorphosites as Geotouristic Resources: Assessment of Geomorphological Heritage for Local Development in the Río Lobos Natural Park. *Land*, 13(2), 128. <https://doi.org/10.3390/land13020128>
- The second IUGS Geological Heritage Sites* (2024). <https://iugs-geoheritage.org/publications-dl/IUGS-SECOND-100-SITES-WEB-BOOK.pdf>
- Tomíć, N., & Božić, S. (2014). A modified Geosite Assessment Model (M-GAM) and its Application on the Lazar Canyon area (Serbia). *International Journal of Environmental Research*, 8(4), 1041–1052.
- Turner-Carrión, M., Carrión-Mero P., Turner-Salamea, I., Morante-Carballo, F., Aguilar-Aguilar, M., Zambrano-Ruiz,

- K., & Berrezueta, E. (2021). A mineralogical museum as a geotourism attraction: A case study. *Minerals*, 11 (6), 582, <https://doi.org/10.3390/min11060582>
- Vereb, V. (2020) *Geoheritage and resilience: Selected case studies of volcanic geoheritage areas from different geographical environments and different levels of protection* (Doctoral dissertation) Paris, France, Université Clermont Auvergne. <https://doi.org/10.15476/ELTE.2020.154>
- Vujičić, M. D., Vasiljević, Dj. A., Marković, S. B., Hose, T. A., Lukić, T., Hadžić, O. & Janičević, S. (2011). Preliminary geosite assessment model (GAM) and its application on Fruška Gora Mountain, potential geotourism destination of Serbia. *Acta Geographica Slovenica*, 51, 361-377. <https://doi.org/10.3986/AGS51303>
- World Heritage List* (n.d.). UNESCO. <https://whc.unesco.org/en/list/>
- Zafeiropoulos, G., & Drinia, H. (2022). Comparative Analysis of Two Assessment Methods for the Geoevaluational Values of Geosites: A Case Study from the Volcanic Island of Nisyros, SE Aegean Sea, Greece. *Geosciences*, 12(2), 82. <https://doi.org/10.3390/geosciences12020082>
- Zafeiropoulos, G., & Drinia, H. (2023). GEOAM: A Holistic Assessment Tool for Unveiling the Geoevaluational Potential of Geosites. *Geosciences*, 13(7), 210. <https://doi.org/10.3390/geosciences13070210>
- ## References
- Ansori, C., Warmada, W., Setiawan, N. I., & Yogaswara, H. (2021). Geomorphosite Assessment at North Karangsambung –Karangbolong Geopark Kebumen, as Tools of Geotourism Development. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 6(3), 164-171. <https://doi.org/10.25299/jgeet.2021.6.3.6753>
- Antonov, D. (2025a, 14 hrudnya). *Shche kilka svitlyn z toho, choho nikoly ne bude. Turystychno provallya na Rokuvaty, muzey konstruktivizmu v budivli shkoly 1930-kh rokiv [A few more photos from something that will never happen. Tourist ruin on Rokuvaty, a museum of constructivism in a 1930s school building]*. [Dolucheno zobrazhennya] [Onovlennya statusu]. Facebook. <https://www.facebook.com/share/p/1FyBnF2wJp/> [In Ukrainian].
- Antonov, D. (2025b, 14 hrudnya). *Kryvyy Rih, Hdantsivka. Odyn z pershykh karyeriv Kryvbasu, yakyy vynyk tut naprykintsi KHIKH st. Zaraz peretvoryvsya na smitnyk. A mih by [Kryvyi Rih, Hdantsivka. One of the first quarries of Kryvyi Rih, which arose here at the end of the 19th century. Now it has turned into a garbage dump. And it could]*. [Dolucheno zobrazhennya] [Onovlennya statusu]. Facebook. <https://www.facebook.com/share/p/1AHSh5xraB/> [In Ukrainian].
- Australian Heritage Commission (1996). *Australian Natural Heritage Charter: Standards and principles for the conservation of the places of natural heritage significance*. Sydney: Australian Heritage Commission and Australian Committee for the International Union for the Conservation of Nature (IUCN). <http://www.defence.gov.au/environment/heritagechart.pdf>
- Batsevych, N. V., Naumko, I. M., & Telepko, L. F. (2023). Flyuidni vkluchennya u mineralakh bazaltiv Zakhidnoyi Volyni, yak indykator umov formuvannya samorodno-midnoho zrudeninnya [Fluid inclusions in basalt minerals of Western Volyn as an indicator of the conditions for the formation of native copper mineralization]. *Naukovyy zbirnyk "InterConf+", 30(143)*, 392–409. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.02.2023.041> [In Ukrainian].
- Bayrak, G. R., & Teodorovych, L. V. (2020). Geological and geomorphological objects of the Ukrainian Carpathians' Beskid Mountains and their tourist attractiveness. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 29(1), 16-29. <https://doi.org/10.15421/112002>
- Bortnyk, S. YU., Kovtonyuk, O. V., & Pohorilchuk, N. M. (2016). Do istoriyi doslidzhennya lineamentu Karpinskoho [On the history of the study of the Karpinsky lineament]. *Fizychna heohrafiya ta heomorfolohiya*, 3(83), 8–11. [In Ukrainian].
- Braychevskyy, Y., Korinnyi, V., Kovtoniuk, O. & Pohorilchuk, N. (2025). The canyon of Haidamatskyi Iar in the village of Busha: Geotourism assessment, *International Journal of Geoheritage and Parks*, 13(3), 360-371. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2025.02.007>
- Braychevskyy, Y., Korohoda, N., Kovtoniuk, O., Pohorilchuk, N., & Romanova, O. (2023). Sandstone rock outcrops in the Outer Eastern Carpathians in Ukraine: Assessment of geotourism potential by the GAM and Brillha methods. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 11(2), 221-233. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2023.03.002>
- Brilha, J. (2016). Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, 8, 119–134. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>
- Derzhavnyy kadastr terytoriy ta ob'ektiv pryrodno-zapovidnoho fondu [State Cadastre of Territories and Objects of the Nature Reserve Fund]* (2025). Portal vidkrytykh danykh. https://data.gov.ua/dataset/mepr_05 [In Ukrainian].
- García-Cortés, Á., Vegas, J., Carcavilla, L., & Diaz-Martínez E. (2019). *Conceptual base and methodology of the Spanish inventory of sites of geological interest (IELIG)*. Instituto Geológico y Minero de España. https://www.researchgate.net/publication/337840063_CONCEPTUAL_BASE_AND_METHODOLOGY_OF_THE_SPANISH_INVENTORY_OF_SITES_OF_GEOLOGICAL_INTEREST_IELIG
- Ghosh, A., Mukhopadhyay, S., & Chatterjee, S. (2021). Assessment of geoheritage and prospects of geotourism: An approach to geoconservation of important geological and geomorphological sites of Puruliya district, West Bengal, India. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 9(2), 264-283. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2021.03.001>
- Herrera-Franco, G., Erazo, K., Mora-Frank, C., Carrión-Mero, P., & Berrezueta, E. (2021). Evaluation of a Paleontological Museum as Geosite and Base for Geotourism. A Case Study. *Heritage*, 4(3), 1208-1227. <https://doi.org/10.3390/heritage4030067>
- Herrera-Franco, G. A., Carrión-Mero, P. C., Mora-Frank, C. V., Caicedo-Potosí, J. K. (2020). Comparative analysis of methodologies for the evaluation of geosites in the context of the Santa Elena-Ancón Geopark project. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 15(2), 183-188. <https://doi.org/10.18280/ijdne.150207>
- Hupalo, S. (2023, Serpen 01). Bazaltova lehenda Ivanovoyi Dolyny [The Basalt Legend of Ivanova Dolina]. *Dzerkalo tyzhnya*. https://zn.ua/ukr/ECOLOGY/bazaltova_legenda_ivanovoyi_dolini.html [In Ukrainian].
- Hurskyy, D. S., Yesypchuk, K. YU., Kalinin, V. I., Kulish, YE. O., Chumak, D. M., & Shumlyanskyy, V. O. (2006). Nemetalichni korysni kopalyny [Non-metallic minerals]. M. P. Shcherbak ta S. V. Hoshovskyy (Red.). *Metalychni i nemetalychni korysni kopalyny Ukrainy* (Tom II). Kyviv-L'viv: vydavnytstvo "Tsentr Yevropy". [In Ukrainian].
- Ivanov, YE., & Husyeva, I. (30 serpnia 2019 r.). Hranitni i bazaltovi rodovysycha Rivnenskoyi oblasti: stan rozroblennya ta ekolohichni problem [granite and basalt deposits of Rivne region: development status and environmental problems]. U

- Tendentsiyi ta perspektyvy rozvytku nauky i osvity v umovakh hlobalizatsiyi* (15–18). Pereyaslav. [In Ukrainian].
- Kalinin, V. I., Hurskyi, D. S. & Anatakova I. V. (red.). (2006). *Heolohichni pamyatky Ukrayiny (T. 1)* [Geological Monuments of Ukraine (Vol. 1)]. Kyiv: DIA. https://zn.ua/ukr/ECOLOGYY/bazaltova_legenda_ivanovoyi_dolini.html [In Ukrainian].
- Kalko, S. (2020). Yanova Dolyna - mizh rozkvitom i trahediyeu. Mistechko, yakomu dyvuvalysya navit' u Yevropi [Yanova Dolyna - between prosperity and tragedy. A town that was admired even in Europe]. *Fotohrafii staroho Lvova*. <https://photo-lviv.in.ua/yanova-dolyna-mizh-rozkvitom-i-trahediieiu-mistechko-iakomu-dyvuvalysya-navit-u-yevropi/> [In Ukrainian].
- Karpinskiy, A. P. (1883). Zamechaniya o kharaktere dislokatsiy porod v yuzhnoy polovine Yevropeyskoy Rossii [Notes on the nature of rock dislocations in the southern half of European Russia]. *Gornyy zhurnal*, 3, 434-445. [In Russian].
- Korotun, I. M., & Korotun, L. K. (1996). *Heohrafiya Rivnens'koyi oblasti. Pryroda, naseleennya, hospodarstvo, ekolohiya* [Geography of the Rivne region. Nature, population, economy, ecology]. Rivne. [In Ukrainian].
- Kovtonyuk, O., Braychevskyy, YU., Pohorilchuk, N., Korohoda, N. & Romanova, O. (20-22 zhovtnya 2022). Kilkisna otsinka ob'yektiv heoriznomanityta u heoturizmi [Quantitative assessment of geodiversity objects in geotourism] (I. Dykyy, Red.). U *Heoturizm: praktyka i dosvid* (s. 8-10). Lviv: Kamenyar. <https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/10/Conference-Geotourism-2022.pdf> [In Ukrainian].
- Kruhlov, S., Arsiryi, YU., Velikanov, V., Znamenska, T., Lysak, A., Lukin, O., Shashkevych, I., Popadyuk, I., Radzyvill, A., & Kholodnykh, A. (2007). *Tektonichna karta Ukrayiny. Masshtab 1: 1 000 000. Poyasnyvalna zapyska* [Tectonic map of Ukraine. Scale 1: 1 000 000. Explanatory note]. Ministerstvo okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha Ukrayiny, Derzhavna heolohichna sluzhba. Heolohorozvidualnyy instytut. K.: UkrDHRI. <https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/09/3.-TK-Ukrainy-Zapyska-ch-I.pdf> [In Ukrainian].
- Kubalíková, L. (2013). Geomorphosite assessment for geotourism purposes. *Czech Journal of Tourism*, 2(2), 80-104. <https://doi.org/10.2478/cjot-2013-0005>
- Kubalíková, L., & Kirchner, K. (2016). Geosite and Geomorphosite Assessment as a Tool for Geoconservation and Geotourism Purposes: a Case Study from Vizovická vrchovina Highland (Eastern Part of the Czech Republic). *Geoheritage*, 8, 5–14. <https://doi.org/10.1007/s12371-015-0143-2>
- Lysenko, O. A., & Merkushyn, I. YE. (2013). Heolohichni pamyatky. “Bazaltovi stovpy” Ivanovoyi dolyny [Geological monuments. “Basalt pillars” of the Ivanova Valley]. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI*, 3, 98–111. http://nbuv.gov.ua/UJRN/UDGRI_2013_3_13 [In Ukrainian].
- Maghsoudi, M., Ganjaeian, H., Safdari, E. & Abdolmalki, M. (2019). Identification and evaluation of Pre-geosites of Zanjan province and its impact on sustainable tourism development. *Tourism Management Studies*, 14(48), 149-178. <https://doi.org/10.22054/tms.2020.28234.1804>
- Malinovska, O. (2018, Lypen 04). *Z rivnenskoho bazaltu vykladeni ploshchi Yevropy* [The squares of Europe are laid out from Rivne basalt]. Vlasno.info. <https://vlasno.info/spetsproekti/2/tourism/item/25213-z-rivnenskoho-bazaltu-vykladeni> [In Ukrainian].
- Manyoe, I. N., Pongoliu, Y. I., & Napu, S. S. (2022). Geosite and geomorphosite assessment for geotourism purpose: Case study of the islands in Kwandang Bay, North Gorontalo. *Tunas Geografi*, 11(1), 11-18. <https://doi.org/10.24114/tgeo.v11i1.31005>
- Marynych, O. (1962). *Ukrayinske Polissya: fizyko-heohrafichnyy narys* [Ukrainian Polissya: physical and geographical essay]. Kyiv: Radyanska shkola. [In Ukrainian].
- Melnyk, V. I., Derevska, K. I., & Rak, O. O. (2020). Naukova ta pryrodokhoronna diyalnist vydatnoho heoloha Stanislava Malkovskoho (do 130-richchya vid dnya narodzhennya) [Scientific and environmental activities of the prominent geologist Stanislav Malkovsky (to the 130th anniversary of his birth)]. *Heolohichnyy zhurnal*, 2(371), 63-69. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.2.200539> [In Ukrainian].
- Navarrete, E., Morante-Carballo, F., Dueñas-Tovar, J., Carrión-Mero, P., Jaya-Montalvo, M., & Berrezueta, E. (2022). Assessment of Geosites within a Natural Protected Area: A Case Study of Cajas National Park. *Sustainability*, 14, 3120. <https://doi.org/10.3390/su14053120>
- Nesterovskyy, V. A., Bortnyk, S. YU., Pohorilchuk, N. M., & Kovtonyuk, O. V. (2011). *Osnovy mineralohiyi ta patrohrafii: pidruchnyk* [Fundamentals of Mineralogy and Patrography: Textbook]. VPTS “Kyivskyy universytet”. [In Ukrainian].
- Paliyenko, V. P. (2007). Neotektonichni rukhy zemnoyi kory (pizniy kaynozoy-antropohen) [Neotectonic movements of the earth's crust (late Cenozoic-anthropogenic)]. U L. H. Rudenko, *Natsionalnyy atlas Ukrayiny* (s. 121). Kyiv: DNVP “Kartohrafiya”. [In Ukrainian].
- Pohorilchuk, N., Kovtonyuk, O., & Bortnyk, S. (2024). Zhyttya v heoriznomanityti: aktsenty ta problem [Life in geodiversity: emphases and problems]. *Fizychna heohrafiya ta heomorfolohiya*, 47, 5-6(127–128), 36-46. <https://doi.org/10.17721/phgg.2024.5-6.04> [In Ukrainian].
- Ruiz-Pedrosa, R. M., González-Amuchástegui, M. J., & Serrano, E. (2024). Geomorphosites as Geotouristic Resources: Assessment of Geomorphological Heritage for Local Development in the Rio Lobos Natural Park. *Land*, 13(2), 128. <https://doi.org/10.3390/land13020128>
- Savchuk, L. K. (2020). Riznomanitnist ekotopiv ta vydovyy sklad flory na terytoriyi diyuchykh i vyroblynykh bazal'tovykh karyeriv Volynskoho Polissya [Diversity of ecotopes and species composition of flora in the territory of operating and developed basalt quarries of Volyn Polissya]. *Ekolohiya ta pryrodokorystuvannya*, 6(1–2), 225–235. https://doi.org/10.33989/202-*+0.6.1-2.225035 [In Ukrainian].
- Shcherbak, D. V., & Ohar, V. V. (2005). *Stratyhrafiya Ukrayinskoho shchyta ta yoho skhylyv: navch. posib.* [Stratigraphy of the Ukrainian Shield and its slopes: a teaching manual]. Kyiv: VPTS Kyiv. un-tu. [In Ukrainian].
- Shumlyanskyi, L. V. (2012). Evolyutsiya vendskoho trapovoho mahmatyzmu Volyni [Evolution of the Vendian trap magmatism of Volyn]. *Mineralohichnyy zhurnal*, 34(4), 50-6 http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mineral_2012_34_4_9 [In Ukrainian].
- Teslenko YU. V. (red.) (1997). *Stratyhrafiichnyy kodeks Ukrayiny* [Stratigraphic Codex of Ukraine]. Kyiv. [In Ukrainian].
- The second IUGS Geological Heritage Sites* (2024). <https://iugs-geoheritage.org/publications-dl/IUGS-SECOND-100-SITES-WEB-BOOK.pdf>
- Tomić, N., & Božić, S. (2014). A modified Geosite Assessment Model (M-GAM) and its Application on the Lazar Canyon area (Serbia). *International Journal of Environmental Research*, 8(4), 1041–1052.
- Turner-Carrión, M., Carrión-Mero P., Turner-Salamea, I., Morante-Carballo, F., Aguilar-Aguilar, M., Zambrano-Ruiz, K., & Berrezueta, E. (2021). A mineralogical museum as a geotourism attraction: A case study. *Minerals*, 11(6), 582. <https://doi.org/10.3390/min11060582>
- Velikanov, V. A., Haletskyy, L. S., Hozhyk, & P. F., Pedanyuk, H. I. (2007a). Heolohichna budova (Dochetvertynnyy zriz) [Geological structure (Pre-Quaternary section)].

- U L. H. Rudenko (red.), *Natsionalnyy atlas Ukrayiny* (s. 108-109). Kyiv: DNVP “Kartohrafiya”. [In Ukrainian].
- Velikanov, V. A., Haletskyy, L. S., & Kolosovska, V. A. (2007b). Dopaleozoyski utvorennia [Pre-Paleozoic formations]. U L. H. Rudenko, *Natsionalnyy atlas Ukrayiny* (s. 107). Kyiv: DNVP “Kartohrafiya”. [In Ukrainian].
- Vereb, V. (2020) *Geoheritage and resilience: Selected case studies of volcanic geoheritage areas from different geographical environments and different levels of protection* (Doctoral dissertation) Paris, France, Université Clermont Auvergne. <https://doi.org/10.15476/ELTE.2020.154>
- Volnenko, N. P., Shkiryntets, V. M., & Kalko, A. D., (2017). Heolohichni obyekty Rivnenshchyny yak skladova stvorennia heoparkiv [Geological objects of Rivne region as a component of the creation of geoparks]. *Psykholohopedahohichni osnovy humanizatsiyi navchalno-vykhovnoho protsesu v shkoli ta VNZ, I*(17), 11–17. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppog_2017_1_4 [In Ukrainian].
- Vovk, O. P., & Nedbaylo, D. R. (5–6 zhovtnya 2023 r). Stratyhrafichnyy rozriz Volynskoyi oblasti u vidpovidnosti do mizhnarodnoyi khronostratyhrafichnoyi shkaly [Stratigraphic section of the Volyn region in accordance with the international chronostratigraphic scale] (M. M. Pavlun, red.). U *Problemy heolohiyi Ukrayiny* (s. 38-41). Lviv. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppog_2017_1_4 [In Ukrainian].
- Vozhrin, B. D. & Hozhyk, P. F. (2007). Chetvertynni vidklady [Quaternary deposits]. U L. H. Rudenko, *Natsionalnyy atlas Ukrayiny* (s. 114-115). Kyiv: DNVP “Kartohrafiya”. [in Ukrainian].
- Vujičić, M. D., Vasiljević, Dj. A., Marković, S. B., Hose, T. A., Lukić, T., Hadžić, O. & Janičević, S. (2011). Preliminary geosite assessment model (GAM) and its application on Fruška Gora Mountain, potential geotourism destination of Serbia. *Acta Geographica Slovenica*, 51, 361-377. <https://doi.org/10.3986/AGS51303>
- WorldHeritageList*(n.d.).UNESCO.<https://whc.unesco.org/en/list/>
- Yatsechko-Blazhenko, T. (2017, Lystopad 04). ZnamenYTE Bazal'tove 100 rokov tomu: rarytetni foto [The famous Basalt 100 years ago: rare photos]. *VolynPost*. <https://www.volynpost.com/articles/1301-znamenYTE-bazaltove-100-rokiv-tomu-rarytetni-foto> [In Ukrainian].
- Yatsechko-Blazhenko, T. (2020, Zhovten 03). Zabuti Eldorado Zakhidnoyi Ukrayiny [Forgotten Eldorados of Western Ukraine]. *Ukrayinskyy tyzhden*, 39(671), 40–43. <https://tyzhden.ua/zabuti-eldorado-zakhidnoi-ukrainy/> [in Ukrainian].
- Zafeiropoulos, G., & Drinia, H. (2022). Comparative Analysis of Two Assessment Methods for the Geoeducational Values of Geosites: A Case Study from the Volcanic Island of Nisyros, SE Aegean Sea, Greece. *Geosciences*, 12(2), 82. <https://doi.org/10.3390/geosciences12020082>
- Zafeiropoulos, G., & Drinia, H. (2023). GEOAM: A Holistic Assessment Tool for Unveiling the Geoeducational Potential of Geosites. *Geosciences*, 13(7), 210. <https://doi.org/10.3390/geosciences13070210>
- Zaleskyy, I. I. & Trotsyuk, V. S. (2019). Zberehty pryrodnyy fenomen “Bazaltovi stovpy” [Preserve the natural phenomenon “Basalt Columns”]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannya Silskohospodarski nauky*, 1, 53–59. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnvvsg_2019_1_8 [In Ukrainian].
- Zaritskiy, A. I. (red.). (1985) *Geologicheskiye pamyatniki Ukrainy. Spravochnik-putevoditel* [Geological Monuments of Ukraine]. Kiyev: Naukova dumka. [in Russia].
- Zuzuk, F. V. (2011). Ivano-Dolynske rodovyshe bazaltiv [Ivano-Dolyn basalt deposit]. V *Entsyklopediya suchasnoyi Ukrayiny*. I. M. Dzyuba, A. I. Zhukovskyy, M. H. Zheleznyak (Red.). Kyiv: Instytut entsyklopedychnykh doslidzhen NAN Ukrayiny. <https://esu.com.ua/article-13409> [In Ukrainian].

On the issue of creating a modern classification of tourist destination

Mariana O. Komlieva 

Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13, Volodymyrska St., Kyiv, 01601, Ukraine

Abstract

Classifications are widely used in scientific research. They can be the result of empirical research and created a priori according to certain rules. In tourism studies, these approaches are combined. The main criteria used in tourism classifications are its purpose, functions, geography, spatial and temporal characteristics, and the dynamics of tourist flows (directions, intensity, duration, seasonality), logistics (travel, accommodation, food), the socio-demographic composition of tourists, and the nature of the organization and financing of trips. Complete classifications of tourism include dozens or hundreds of indicators, but in practice, only the most relevant and significant ones are usually used, which requires the introduction of an additional synthesizing feature. Tourism studies discuss the need to create a unified classification of tourism, which should be analytical and synthetic in nature. The classification should be based on the main indicator - the purpose of the trip to satisfy the most important constant human needs - rest (recovery), health improvement, and treatment. However, society and individuals are constantly evolving, and new needs are emerging, which are increasingly generated by the mental sphere. In our opinion, the trends that are emerging here allow us to introduce a criterion of significance of the type of tourism from the perspective of the current and future needs of humanity on our planet and divide them into 4 groups: traditional (the same in all countries); traditional, but specific and exclusive in certain countries (national); futuristic (currently perceived by society as extreme, unique, etc.), developed by the most active representatives of humanity). They are shown in the table compiled by the author. This article examines a group of future types of tourism destinations in the People's Republic of China.

Keywords

Tourismology, classification of tourism, tourist destination, future types of tourism

Received: July 16, 2025 / Accepted: July 29, 2025 / Published online: December 30, 2025

До питання створення сучасної класифікації туристичних дестинацій

Маріанна О. Комлієва

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна

Анотація

Класифікації широко використовуються в наукових дослідженнях. Вони можуть бути результатом проведених емпіричних досліджень і створюватись априорі за певними правилами. В туризмології ці підходи поєднуються. Основні критерії, що використовуються в класифікаціях туризму, це його мета, функції, географія, просторово-часові особливості і динаміка туристичних потоків (напрямки, інтенсивність, тривалість, сезонність), логістика (пересування, проживання, харчування), соціально-демографічний склад туристів, характер організації і фінансування поїздок. В повних класифікаціях туризму присутні десятки-сотні показників, але на практиці з них зазвичай використовуються найбільш актуальні і значущі, що вимагає введення додаткової синтезуючої ознаки. В туризмології йдеться про необхідність створення єдиної класифікації туризму, яка повинна бути за змістом аналітико-синтетичною. Класифікація повинна будуватись на основному показнику - меті поїздки задля задоволення найважливіших постійних людських потреб – відпочинку (відновлення сил), оздоровлення, лікування. Але, суспільство і конкретна людина безперервно розвиваються і виникають нові потреби, які все більше генеруються ментальною сферою. На наш погляд, тенденції, що тут проявляються, дозволяють ввести критерій значимості виду туризму з позиції нинішніх і майбутніх потреб людства на нашій планеті і поділити їх на 4 групи: традиційні (однакові в усіх країнах); традиційні, але специфічні і ексклюзивні в окремих країнах (національні); футючерсні (нині в суспільстві сприймаються як екстремальні, унікальні тощо), які розвивають найбільш активні представники людства. Вони показані в складеній авторкою таблиці. В даній статті розглянута група футючерсних видів туризму дестинацій Китайської Народної Республіки.

Ключові слова

Туризмологія, класифікація туризму, туристична дестинація, майбутні види туризму

Надійшла до редакції: 16 липня 2025 / Прийнята: 29 липня 2025 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2025

1. Introduction

A comprehensive analysis of information from historical and esoteric sources, data from Earth sciences (geology, geography, geomorphology), other planets (Mars, Moon, etc.), and trends in human development throughout its

existence form the basis for a bleak prognosis regarding the physical existence of our planet and the future of all humanity. This is confirmed by the study of the history of tourism, changes in motives (trade, education, pilgrimage, medical treatment, sports) and the emergence of new types of tourism (space tourism).

Corresponding author:

Marianna O. Komlieva aras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13, Volodymyrska St., Kyiv, 01601, Ukraine
Email: mariannaemerald@ukr.net

© 2025 The Authors. Published by Taras Shevchenko National University of Kyiv. This is an open-access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2. Materials and methods

The following sources were used: articles, abstracts from scientific conferences on tourism held in Ukraine and abroad, monographs, textbooks (Kolosinckayia, 2016; Komlieva, 2023; 2024b; Mandrik & Gnedko, 2018; Stafiyuchuk & Moskalenko, 2015; Ping, 1999; Shamara & Chetverikova 2017). These materials were analysed by the author from the perspective of creating a universal classification of types of tourism. The classification divides them into 4 groups of types of tourism, which she used when studying the tourist destination of the People's Republic of China.

3. Results and discussion

In science, classifications are the result of *empirical* research and often become the basis for new ones (Danilian & Dzoban, 2023). Classifications can also be created *a priori* according to certain rules, using certain accumulated knowledge. In tourism, both approaches are combined. They show the complexity of this socio-economic phenomenon. The main features in tourism classifications characterise it: *motivation* (purpose, function); *geography* (domestic, international); *tourist flow* - direction (inbound, outbound), intensity (permanent, seasonal), duration (short-term, long-term); *logistics* (transport, accommodation, food); *socio-*

demographic aspect (social status, age, gender of tourists); *organisation* (organised, unorganised, planned, spontaneous, individual, group, family); *financing* (own funds, social, commercial).

Classifications by method of generalisation can be analytical, synthetic, or analytical-synthetic. Complete classifications of tourism contain dozens or hundreds of indicators (characteristics) for individual items, and their number is only growing. However, in practice, only relevant and significant indicators are usually used, which requires the introduction of *an additional* synthesising feature. Some researchers consider it necessary to create a unified classification of tourism, which, in our opinion, should be *analytical-synthetic*. The main synthesising indicator is the purpose of the trip, which is carried out to satisfy the most important constant human needs – *rest (recovery)*, *health improvement*, and *treatment*. However, society and individuals are constantly evolving, and new needs are emerging, which are increasingly generated by the *mental sphere*. In our opinion, the trends that are emerging here allow us to introduce a criterion such as *the significance* of a type of tourism, assessing it from the perspective of the current and future needs of humanity. Taking this into account, all types of tourism can be divided into groups: *traditional* (the same in all countries); *traditional, specific and exclusive* (national); *future* (extreme, unique) (developed by the most active representatives of humanity) (Table 1).

Table 1. Classification of types of tourism in the PRC by significance (compiled by M. Komlieva).

Types of tourism	
Traditional	Recreational, health and medical, business, professional and business, economic, social, sports, sports and health, mining and industrial
Traditional national	Museum, gastronomic, health and medical, green, shopping tourism
Specific national	Cultural, religious, esoteric, ethnic, linguistic, ethical, cinematographic
Exclusive national	Red, military, political
Futures (extreme, unique)	Naturally-educational, scientific, biosphere, air (hang gliding and paragliding, parachuting, hot air balloons, bungee jumping, rope jumping, wingsuit flying), land-based (mountaineering, rock climbing, mountain skiing, snowboarding, kiting, mountain biking, mountain boarding, trophy raids, sandboarding, caving, X-races or extreme races), water sports (wakeboarding, windsurfing, water skiing, kayaking, diving, rafting, surfing, flyboarding), space, nuclear, and jailo tourism.

The table shows more details about future types of tourism, as they are new. *Traditional* types of tourism are the same everywhere, but differ in different countries - *traditional national* ones. Among national types of tourism, *specific national* and *exclusive national* ones are also distinguished. We propose to single out a group of *future* types of tourism ((from the English word *future*), which are currently perceived as *unique*. These are, first of all, extreme types of tourism, which develop a person harmoniously - creatively and physically, demonstrate the technological achievements of our civilisation (nuclear tourism), and show promising directions for its development (space tourism). Extreme types of tourism are becoming more and more popular, reflecting the general trend of expanding humanity's

living space on Earth and beyond thanks to the use of new technical capabilities. Many types of tourism perform more than one function, but the table usually shows the main one.

In our opinion, the proposed classification reflects the trends of the *postmodern era*, in which the leading countries currently find themselves and where the main global tourist flows are formed. Society leaders are aware of *the limitations* of living space, natural resources, and their own capabilities; *the peculiarities* of the modern information age; *the negative consequences* of failed large-scale social projects in countries that are destinations for significant tourist flows; and *the liberalisation* of many areas of society. Postmodern trends necessitate in-depth scientific study of tourism, rapid commercialisation of the

results obtained, and the emergence of new active users.

The presented classification of types of tourism was used by us when studying the tourist destination of the PRC (People's Republic of China). At the same time, the development of the destination and the reflection of the mentality of the local people were taken into account (Komlieva, 2024a; Komlieva, 2024b). Its political system is characterized by a combination of socialist and capitalist elements. The former reflects the specific national type of tourism in the PRC - *red tourism*. Most Chinese people adhere to Confucian traditions in their daily lives (*ethical tourism*), while at the same time they are quite active in defending their rights (*political, economic, social tourism*). The latter is the reason for the high mobility of the Chinese people (internal and external migration). The "reform and openness" program shows the sequence of its implementation: agriculture, industry, military construction (*military tourism*), new technologies, cultural development (*cultural tourism*) and the "cultural" expansion of the PRC into other countries, primarily through education and tourism. To this end, capital from foreign Chinese diasporas (*huaciao*) is actively attracted, for which numerous SEZs (special economic zones) have been created in the PRC in recent decades, offering preferential investment conditions for representatives of Chinese diasporas.

The Chinese super-ethnic group consists of 56 ethnic groups and ethnic groups with different cultures, languages and religions, which allows for the development of *ethnic, linguistic, religious and esoteric* types of tourism.

The diverse and rich natural conditions and resources allow for the development of many areas of *naturally-educational* tourism in the PRC.

We have researched most types of tourism in the PRC and compiled a classification of them (Table 1). The article discusses the most *significant* for society **group of future types of tourism**, both now and in the future.

Naturally-educational tourism. The territory of the PRC is distinguished by perhaps the world's greatest diversity of natural conditions and resources conducive to the development of nature and educational tourism, which is combined with the natural sciences. Natural tourist attractions are located here in all parts of the geographical shell - the lithosphere, relief, hydrosphere, atmosphere, biosphere, and landscapes. Many of these sites are unique on our planet and introduce tourists to important issues concerning the Earth and scientific theories about them. Many sites are located in difficult conditions (remoteness, difficult accessibility, lack of logistics), but modern technical means allow these difficulties to be overcome.

Naturally-educational tourism in China can cover the entire geographical area of its territory as a whole and individual elements - lithosphere, relief, climate, surface and underground waters, glaciopause, biosphere, landscapes). Accelerating the development of tourism with the aim of contributing to the sustainable and healthy development of tourism.

Naturally-educational sites related to geology, geography, and geomorphology in China are evaluated according to a specific integrated indicator that includes

their scientific significance, aesthetic appeal, and logistical accessibility. The most famous of these are the *Zhangjiajie Mountains* (Hunan Province), which became famous thanks to the film "Avatar". The mountains are part of a national park that is included in the UNESCO World Heritage List; the colourful *Danxia Mountains* (Gansu Province), which are composed of deposits of different colours and geological ages, on which unique relief forms have emerged that are attractive to tourists; *the karst relief of Guilin* (Guangxi Province) formed in limestone rocks, which represents an alternation of low mountains and river valleys creating picturesque landscapes; *the Mogao Caves* (Gansu Province) - one of the world's largest cave complexes located along the ancient Silk Road. More than 700 caves contain unique Buddhist frescoes and statues, as well as natural cave formations (stalactites, stalagmites); *the Gobi Desert* is one of the largest deserts in the world, attractive for extreme tourism and research into geological and geomorphological processes; *The Qinghai-Tibet Plateau* is the "roof" of the planet, its highest region, surrounded by the highest mountains (the Himalayas, Karakoram), attracting lovers of extreme and other types of tourism.

Geological and geomorphological objects located in the PRC enable tourists to learn about important geological, geographical and geomorphological theories - *general* (geosynclines, lithospheric plate tectonics, geographical cycle, morphogenesis cyclicality, latitudinal zonality, altitudinal zonality, climate-forming factors) and *specific* (types of mountain formation, relief levelling, inversions of natural objects). Based on these theories, natural objects are presented - folded and disjunctive geological structures, outcrops of the Lesovoy Plateau, penepains, river terraces, antecedent river sections, foothill cones of temporary water flows, deluvial trails, barchans, dunes, 'desert tan', badlands, modern glaciers and glacial landforms, wandering lakes, the role of groundwater in arid zones (oases), etc.

Biosphere tourism. The territory of the PRC represents the largest ecosystem in the world, where latitudinal and altitudinal natural and climatic zones intersect, from tropical forests to high-altitude tundra. Here, untouched natural landscapes are preserved, and rare species of animals and plants can be found. China's biosphere reserves offer tourists the opportunity to combine active recreation with nature study. China's biosphere reserves, which are part of UNESCO's World Network of Biosphere Reserves, *provide opportunities for environmental education, support for local communities, and wildlife observation*.

The most famous and logistically accessible sites for biosphere, ecological, nature, ethnic, cultural and other types of tourism are: *Zhangjiajie National Forest Park* (Hunan Province), which is included in the UNESCO World Heritage List (a dense network of ecological trails, unique karst relief, macaques and red pandas); *Shennongjia Biosphere Reserve* (Hubei Province) - one of the most famous biosphere reserves in China (rich flora and fauna, golden macaques, black bears, Himalayan pandas); *Huanglong Reserve* (Sichuan Province) (limestone terraces, coloured pools, hot springs, diverse wildlife, giant pandas, Tibetan monkeys); *Sanjingyuan Reserve* (Qinghai Province)

- “source of three rivers”, where the Yangtze, Yellow River and Mekong River originate (the reserve specialises in the protection of water resources, alpine meadows, and rare animal species such as Tibetan antelopes and snow leopards); *Xihuyan Reserve* (Hunan Province) - where there is a diversity of wetland ecosystems and the opportunity to observe and study migratory birds; *Woyaluang Biosphere Reserve* (Yunnan Province) - one of the oldest national parks in China (tropical rainforests, rare animal species - Bengal tiger, clouded leopard. Tropical forest conservation programmes are implemented here); *Qinghai-Tibet Plateau* (Tibet Autonomous Region) - a high-altitude isolated ecosystem where endemic plant species, high-altitude pastures, Tibetan antelopes can be found, and cultural programmes are implemented.

Extreme types of tourism – *air, water, and land-based* – have great potential for development in the PRC. This is facilitated by the contrasting relief, rapids of mountain rivers and full-flowing plains, significant temperature and atmospheric pressure gradients.

Air tourism. In recent years, new exotic types of air tourism have been developing, such as *bungee jumping* (jumping using a rubber rope), *rope jumping* (jumping from high natural and man-made objects using professional climbing equipment), and *wingsuit flying* (gliding using a special wing suit). More well-known types - hang gliding, paragliding, parachuting, hot air ballooning - require knowledge of physical processes in the atmosphere, in particular those that cause upward air currents (thermals) and which athletes and tourists “seek out” (Komliev, et al., 2020).

Water tourism includes rafting on flat water and rivers (in rubber inflatable boats, kayaks, rafts and catamarans), rafting (rafting on rivers in special inflatable boats - rafts for 6-8 people), kayaking (rafting, rowing slalom and rodeo on single or double small boats), yachting (the most romantic type of water tourism can be practised on almost all large bodies of water - wide rivers, lakes, reservoirs, seas), diving (underwater swimming in the sea with scuba gear - has become a popular type of water tourism, accessible to almost all healthy people).

Land-based types of tourism. Mountaineering, rock climbing, mountain skiing, snowboarding and other new types of tourism have great potential for development in China. The problem here is insufficiently developed logistics.

Jailoo tourism. This is a new type of tourism in remote, uninhabited or indigenous areas without electricity, mobile communications, etc. There are many such places in China (mountains, steppes, deserts).

Space tourism. In our opinion, there are three main reasons why the development of space tourism is important, which are provided by mythological sources, archaeological and historical data, and various material artefacts. They testify to: *the finality* of the existence of human races in the past (Lemurian, Atlantean); correlative links between key events in their history and natural cataclysms that led to their demise. Currently, there is extraordinary activity of natural processes (tectonic, seismic, volcanic, atmospheric) that are dangerous to the existence of humanity. Another reason is the imperfect nature of human beings. This is indicated

by religions (Christianity) and various ethical systems (Pythagoras, Buddha, Confucius). This is confirmed by the entire history of past eras, which testifies to incessant wars and clashes between different peoples and ethnic groups. This points to the aggressive and insurmountable nature of humans, whose main law of existence is the struggle for survival (resources, etc.). The science of planetology, which integrates data from astronomy, astrophysics, geology, geophysics, geography, and research on other planets, gives a pessimistic forecast for the future existence of the Earth itself as a planetary body (Komlieva., 2023) .

In 1957, the space age began on Earth. Humans went into open space, visited the Moon, and are preparing to go to Mars. Currently, space is the domain of professionals. But commercial flights for married citizens of the planet have already begun, and their number will only grow. Over time, as prices fall, space travel will become accessible to a wider circle of relatively wealthy people. Space tourism is becoming commonplace, adding a new product of significance to humanity to the Earth's tourism industry. The main condition for the successful development of space tourism is the systematic development of the space industry, which, at present, only technologically and economically developed countries can afford. In recent decades, the PRC has joined them.

The development of space programmes in the PRC began in 1956. At that time, the creation of a ‘space’ infrastructure began. In 1958, the Jiuquan test site was built, where Chinese ballistic missiles were tested, and in 1966, a rocket with a nuclear warhead was launched. In 1970, the first Chinese artificial satellite was launched. Since 1999, the PRC has been developing the Shenzhou unmanned spacecraft launch programme. Between 1999 and 2002, four unmanned launches were carried out. In 2003, the PRC became the third space power in the world with its own manned space programme. In 2003, the first human flight into space (Yang Liwei) was carried out, completing the first stage of the development of manned spaceflight in the PRC. During the second stage, spacecraft were docked with other spacecraft, space laboratories were created, and preparations were made for humans to go into open space. In 2008, the first Chinese cosmonaut went into open space, and in 2012, a spacecraft with the first Chinese woman on board was launched from the Jiuquan spaceport.

During the third stage, work was carried out to create reliable space transport and a space station where cosmonauts could conduct scientific experiments in open space. During this stage, a near-Earth orbital infrastructure for space services was created, satellites moving in different orbits were integrated, a mobile space platform and technical base for space exploration were created, and the creation of a Chinese space station was planned.

Currently, the PRC uses three spaceports (Jiuquan, Sichuan, and Tainan) and is building a fourth one in Hainan.

The PRC is developing a programme to study the Moon, which includes three stages: exploration, landing, and return. The third stage involves the creation of a lunar base.

The PRC is creating a high-quality modern tourism system that combines cultural development, an accessible

environment and services (Komlieva & Lubitseva, 2024). While flights to the Moon and Mars are being planned, space tourism is also developing. The leaders in this field are the American companies Virgin Galactic, Blue Origin and SpaceX. In the near future, the PRC will compete with them (Universe Today). Currently, more than 370 companies are working in the space industry in China. Space tourism will continue to develop. The United States and China are actively developing dual-use space industries, which include space tourism. The necessary logistical and technological infrastructure is being created for this purpose. Space tourism will also develop in other countries, including Ukraine. (Komlieva, 2023).

Nuclear tourism. In the 1950s, China became the fifth nuclear power in the world and conducted nuclear weapons tests in the desert in the southwestern part of the country. After joining international treaties on the limitation and non-proliferation of nuclear weapons, China radically changed its policy in this area. To promote the PRC's national defence heritage and attract tourists to the Xinjiang Uygur Autonomous Region, a “theme park” was created, where laboratory buildings and residential premises for service personnel (military, scientists) are preserved.

4. Conclusions

Classifications in science perform various functions. They allow us to summarise, generalise, systematise and formalise the accumulated information about the objects of scientific research and create a methodological and methodical basis for further research.

The science of tourism (tourismology) has been developing since the second half of the 20th century, when tourism became a mass socio-economic phenomenon and an object of scientific research. At that time, empirical classifications of tourism began to be created, mainly based on criteria such as motivation, geography, spatial and temporal dynamics of tourist flows, logistics, socio-demographics, organisation and finance.

In modern comprehensive classifications of tourism, there are dozens or hundreds of indicators, but in practice, the most significant ones are usually used. In tourism studies, a pressing issue is the creation of a unified analytical and synthetic classification of types of tourism, which preserves traditional motivations (recreation, health improvement, treatment) and identifies historical, esoteric, natural sciences, and planetology, certain stable trends in the development of humanity and the planetary body of the Earth on an earthly and cosmic scale. Society and the individual are capable of comprehending them, and science and technology, which are constantly evolving, are capable of realising new needs related to the survival of humanity. In the new classification of tourism, the criterion of the significance of a type of tourism should be introduced, taking into account the current and future needs of people on the planet, and all tourism can be divided into four groups of types: traditional (the same in all countries); traditional, specific and exclusive (national); futuristic (extreme,

unique) (developed by the most active representatives of humanity). This classification reflects the trends of the postmodern era, in which the world's leading countries find themselves and the main tourist flows are formed. These include the PRC, whose tourist destination is notable for having perhaps the greatest diversity of natural conditions and resources of any country in the world. Here, there are the best conditions for the development of future types of tourism, in particular nature and educational tourism. In the PRC, it covers the entire geographical shell of the territory as a whole and its elements – geological structure, relief, climate, glaciopause, surface and underground waters, biosphere, landscapes.

Naturally-educational objects of geology, geography, and geomorphology in the PRC can be assessed using a specific integral indicator that includes their scientific significance, aesthetic appeal, and logistical accessibility. Geological and geomorphological objects located in the PRC enable tourists to learn about important geological, geographical, and geomorphological theories - general (geosynclines, lithospheric plate tectonics, geographical cycle, morphogenesis cyclicality, latitudinal zonality, altitudinal zonality, climate-forming factors) and partial (types of mountain formation, relief levelling, inversions of natural objects). Based on these theories, natural objects are presented - folded and disjunctive geological structures, outcrops of the Lesovoy Plateau, peneplains, river terraces, antecedent river sections, foothill cones of temporary water flows, deluvial trails, barchans, dunes, ‘desert tan’, badlands, modern glaciers and glacial landforms, wandering lakes, the role of groundwater in arid zones (oases), etc.

Biosphere tourism within the PRC destination is extremely important, as it is here, at the intersection of all latitudinal and altitudinal natural and climatic zones of the planet, that the world's largest ecosystem is located, where untouched natural landscapes are preserved and rare species of animals and plants can be found. China's biosphere reserves provide opportunities for environmental education, support local communities, and study wildlife.

Extreme types of tourism, which are developing in the atmosphere, hydrosphere, and lithosphere, have great potential for development in the PRC's tourist destinations.

Currently, the PRC is actively creating the technological conditions for the development of space tourism. The importance of its development is recalled by mythological sources, archaeological and historical data, and material artefacts. They testify to the finiteness of the cycles of existence of past human races, the obvious correlative links between key events in their history and the natural cataclysms that led to their demise. Today, humanity lives in an era of extraordinary activity of natural processes that are dangerous to its existence. Another reason is the imperfect nature of man. The entire history of humanity testifies to constant wars between different peoples and ethnic groups over territory, resources, etc. A pessimistic prognosis for the existence of the Earth as a planetary body is provided by the science of planetology, which integrates data from astronomy, astrophysics, geology, geophysics, geography, and research on other planets.

ORCID iD

Марианна О. Комлієва <http://orcid.org/0009-0001-6713-8325>

References

- Danilian, O.G., & Dzoban, O.P. (2023). *Metodolohiya naukovykh doslidzhen* [Methodology of scientific research]. Kharkiv: Pravo. [In Ukrainian].
- Komliev, O. O., Bortnyk, S. Yu., Lyubitseva, O. O., Perekheida, V. V., Zhylykin, S. V. & Komlieva, M. O. (November, 2020). Geographical analysis of territory in order to study of atmospheric “termals” (scientific and applied aspects). In *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment* (p. 1). <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202056098>
- Komlieva, M. (2023). Pro znachennya ta umovy rozvytku kosmichnoho turyzmu (na prykladi Kytayu) [On the importance and conditions for the development of space tourism (using China as an example)]. In *Ukrainian Science and Education* (p. 1-4). [In Ukrainian].
- Komlieva, M. O. (2024a). Turystychni kompleksi v Kytayi (etapy rozvytku, zmist, tendentsiyi) [Tourist complexes in China (development stages, content, trends)]. *Hayvoronske Nadbuzhzhya*, 2, 83-88 [In Ukrainian].
- Komlieva, M. O. (2024b). Mentalist kytayskyy (informatsiya dlya turistiv) [Mentalist chinese (information for tourists)] (ed. V. Peresadko). In *Geographical research: history, present, prospects* (148-151). Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University. https://physgeo.univer.kharkov.ua/files/conference/stud_2024.pdf [In Ukrainian].
- Komlieva, M. O., & Lyubitseva, O. O. (2024). Deyaki lohystychni problemy turystychnoho kompleksu Kytayu [Some logistical problems of China's tourism complex] (V. A. Krasnomovets, S. R. Pasieka, eds.). In *Turyzm ta hostynnist (stan, problemy, perspektvy)* (p. 125-128). Cherkasy: Bohdan Khmelnytskyi National University of Cherkasy. [In Ukrainian].
- Kolosinckaya, M. I. (2016). Pidkhody do klasyfikatsiyi vydiv ta form turyzmu [Approaches to the classification of types and forms of tourism]. *Hlobalni ta natsional'ni ekonomichni problemy*, 9, 146–150. [In Ukrainian].
- Mandryk, I., & Gnedko, K. (2018). Spetsyfika rozvytku turystychnoho sektoru v Kytayi [Specifics of the development of the tourism sector in China]. *Naukovyy visnyk Skhidnoevropeyskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrayinky. Rekreatsivna heohrafiya ta heohrafiya turyzmu*, 10(383), 184-189. [in Ukrainian].
- Ping, Z. (1999). *Geography of China: nature, economy, culture*. Beijing.
- Stafiyichuk, V. I. & Moskalenko, A. O. (2015). Analiz vuznogo turizmu Kitaiu ta “portret” kutayskogo tutista [Analysis of China's outbound tourism and a “portrait” of the Kutaisi tourist]. *Gheografiya ta turizm*, 33, 61–73. [In Ukrainian].

- Shamara, I. M., & Chetverikova, I. P. (2017). Suchasnyy stan ta problemy rozvytku turyzmu v Kytayi [The current state and problems of tourism development in China]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina. Seriya: Mizhnarodni vidnosyny. Ekonomika. Krayinoznavstvo. Turyzm*, 6, 206–211. [In Ukrainian].

Список посилань

- Данильян, О.Г., & Дзьобань, О.П. (2023). *Методологія наукових досліджень*. Харків: Право.
- Komliev, O. O., Bortnyk, S. Yu., Lyubitseva, O. O., Perekheida, V. V., Zhylykin, S. V. & Komlieva, M. O. (November, 2020). Geographical analysis of territory in order to study of atmospheric “termals” (scientific and applied aspects). In *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment* (p. 1). <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202056098>
- Комлієва, М. (2023). Про значення та умови розвитку космічного туризму (на прикладі Китаю). В *Українська наука і освіта* (с. 1-4).
- Комлієва, М. О. (2024а). Туристичні комплекси в Китаї (етапи розвитку, зміст, тенденції). *Гайворонське Надбужжя*, 2, 83-88.
- Комлієва, М. О. (2024b). Менталіст китайський (інформація для туристів) (ред. В. Пересадко). В *Географічні дослідження: історія, сучасність, перспективи* (148-151). Харків: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна. https://physgeo.univer.kharkov.ua/files/conference/stud_2024.pdf.
- Комлієва, М. О., & Любіцева, О. О. (2024). Деякі логістичні проблеми туристичного комплексу Китаю (В. А. Красномоєць, С. Р. Пасєка, ред.). В *Туризм та господарність (стан, проблеми, перспективи)* (с. 125-128). Черкаси: Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького.
- Колосинська, М. І. (2016). Підходи до класифікації видів та форм туризму. *Глобальні національні економічні проблеми*, 9, 146–150.
- Мандрик, І. & Гнедко, К. (2018). Специфіка розвитку туристичного сектору в Китаї. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Рекреаційна географія та географія туризму*, 10(383), 184-189.
- Ping, Z. (1999). *Geography of China: nature, economy, culture*. Beijing.
- Стафійчук, В. І. & Москаленко, А. О. (2015). Аналіз виїзного туризму Китаю та “портрет” кутайського туриста. *Географія та туризм*, 33, 61–73.
- Шамара, І. М., & Четверікова, І. П. (2017). Сучасний стан та проблеми розвитку туризму в Китаї. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Міжнародні відносини. Економіка. Країнознавство. Туризм*, 6, 206–211.

Регіональні особливості деградації ґрунтів в Україні: екологічні виклики та шляхи їх подолання

Оксана В. Браславська , Томас А. Рожі , Олег М. Грицик 

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, вул. Садова, 2, 20300, м. Умань, Україна

Анотація

Стаття присвячена дослідженню процесів деградації ґрунтів в Україні, зокрема дегуміфікації чорноземів, ерозії, засолення та агровиснаження, які становлять загрозу для родючості та аграрного потенціалу країни. Аналізується вплив антропогенних факторів на структурно-агрегатний склад і вміст гумусу в ґрунтах центральних і південних регіонів. Проблема деградації ґрунтів є однією з ключових екологічних загроз для України, оскільки чорноземи, що формують основу сільськогосподарського виробництва, зазнають інтенсивного виснаження через нерациональне землекористування. Зменшення вмісту гумусу, ерозійні процеси та забруднення важкими металами обмежують продуктивність земель і вимагають розробки ефективних стратегій збереження ґрунтових ресурсів. Метою роботи є дослідження регіональних особливостей деградаційних процесів у чорноземах України, оцінка змін їх структурно-агрегатного складу, водостійкості та вмісту гумусу залежно від типу землекористування, а також розробка рекомендацій для уповільнення деградації та відновлення родючості. Дослідження проводилися в степовій і лісостеповій зонах України на цілинних, орних і ґрунтах під лісосмугами. Використано метод ґрунтових ключів для генетико-географічного аналізу та метод ґрунтового-режимних спостережень для моніторингу вологості, температури й хімічного складу. Встановлено, що інтенсивне сільськогосподарське використання чорноземів призводить до зниження коефіцієнта структурності з 9,3 до 3,1, зменшення частки агрономічно цінних агрегатів до 75% і водостійкості до 0,55, що підвищує вразливість ґрунтів до ерозії. Виведення ґрунтів з процесу сільськогосподарського використання сприяє відновленню структури, підвищенню водостійкості до 0,86 і вмісту гумусу до 9,22% у верхньому шарі. Розвиток чорноземних ґрунтів під лісосмугами сприяє зростанню частки дрібнодисперсних частинок, а коефіцієнт структурності знижується до 2,8, що вказує на погіршення стабільності. Ерозія, засолення та агровиснаження залишаються ключовими факторами деградації. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вивчення довгострокового впливу лісосмуг на ґрунтову структуру, розробку адаптованих ґрунтозахисних технологій і контурно-меліоративного землевпорядкування. Необхідно також удосконалити методи моніторингу деградаційних процесів для прогнозування змін і розробки стратегій сталого землекористування.

Ключові слова

деградація ґрунтів, регіони України, екологія, технологічне навантаження, ерозія ґрунтів.

Надійшла до редакції: 19 березня 2025 / Прийнята: 29 грудня 2025 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2025

Regional Features of Soil Degradation in Ukraine: Environmental Challenges and Ways to Overcome Them

Oksana V. Braslavska, Tomas A. Rozhi, Oleh M. Hrytsyk

Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Sadova str. 2, 20300, Uman, Ukraine

Abstract

The article is devoted to the study of soil degradation processes in Ukraine, in particular the dehumification of chernozems, erosion, salinization, and agro-depletion, which pose a threat to the fertility and agrarian potential of the country. The impact of anthropogenic factors on the structural and aggregate composition and humus content in the soils of the central and southern regions is analyzed. The problem of soil degradation is one of the key environmental threats for Ukraine, as chernozems, which form the basis of agricultural production, are undergoing intensive depletion due to irrational land use. The reduction in humus content, erosion processes, and pollution with heavy metals limit land productivity and require the development of effective strategies for the preservation of soil resources. The aim of the work is to study the regional characteristics of degradation processes in Ukrainian chernozems, assess changes in their structural and aggregate composition, water stability, and humus content depending on the type of land use, as well as develop recommendations to slow down degradation and restore fertility. The research was conducted in the steppe and forest-steppe zones of Ukraine on virgin soils, arable lands, and soils under shelterbelts. The soil key method was used for genetic and geographical analysis, and the soil regime observation method was applied to monitor moisture, temperature, and chemical composition. It was found that intensive agricultural use of chernozems leads to a decrease in the structural coefficient from 9.3 to 3.1, a reduction in the share of agronomically valuable aggregates to 75%, and a decline in water stability to 0.55, which increases the vulnerability of soils to erosion. Removing soils from agricultural use contributes to the restoration of structure, an increase in water stability to 0.86, and a rise in humus content to 9.22% in the upper layer. The development of chernozem soils under shelterbelts promotes an increase in the proportion of fine particles, while the structural coefficient decreases to 2.8, indicating a deterioration in stability. Erosion, salinization, and agro-depletion remain key factors of degradation. Further research should focus on studying the long-term impact of shelterbelts on soil structure, developing adapted soil protection technologies, and implementing contour-meliorative land management. It is also necessary to improve methods for monitoring degradation processes to forecast changes and develop strategies for sustainable land use.

Keywords

soil degradation, regions of Ukraine, ecology, technological load, soil erosion.

Received: March 19, 2025 / Accepted: December 29, 2025 / Published online: December 30, 2025

1. Вступ

Один із найважливіших глобальних аспектів деградації ґрунтів, що становить значну екологічну загрозу для України, є процес дегуміфікації, оскільки рівень вмісту гумусу виступає інтегральним показником родючості ґрунту та відображає його еколого-генетичний стан. Особливу увагу слід приділити дегуміфікації чорноземів, які є еталоном найвищої якості ґрунтів і формують основу аграрного потенціалу країни. Окрім дегуміфікації, серед актуальних проблем деградації ґрунтів України слід виділити фізичну деградацію, спричинену ущільненням ґрунту внаслідок інтенсивного механічного обробітку, що призводить до погіршення водно-повітряного режиму і порушення розвитку ґрунтової біоти. Значну небезпеку становить також ерозія, яка має особливо катастрофічний характер у степовій і лісостеповій зонах, де через змивання родючого шару втрачаються основні елементи живлення рослин. Поряд із цим зростає проблема засолення ґрунтів, особливо на півдні України, через нераціональне зрошення і використання вод з підвищеним вмістом солей, що змінює хімічний склад ґрунтового поглинаючого комплексу. Водночас слід згадати й про проблему забруднення ґрунтів важкими металами, агрохімікатами та промисловими викидами, що погіршує їх екологічний стан і обмежує можливості агровиробництва (Мазур, 2008). Найінтенсивніше зменшення вмісту гумусу спостерігається в перші 40-60 років після залучення чорноземів у господарський обіг, після чого настає період стабілізації та потенційного накопичення органічних речовин у ґрунтовому профілі. Тривалість цих періодів є різною залежно від природно-кліматичних зон. Крім того, наукові дослідження підтверджують нерівномірність темпів дегуміфікаційних процесів у межах степової зони, що своєю чергою призводить до вирівнювання диференціації ґрунтового покриву за рівнем гумусного вмісту (Врук et al., 2012).

Зміни вмісту гумусу не лише впливають на кількісні характеристики чорноземів, але й призводять до трансформації їх якісних показників, що має неоднозначний характер. Так, відповідно до досліджень (Балюк та ін., 2021), у звичайних чорноземах спостерігається зменшення вмісту гумінових кислот у перші десятиліття після початку сільськогосподарського використання (зокрема, через 27 років після розорювання), однак надалі (на проміжках 60 та 120 років) простежується тенденція до їх накопичення. При цьому тривалість використання чорноземів у сільському господарстві суттєво не впливає на відносний вміст фульвокислот. Дослідження (Ковальов та ін., 2023а), які стосуються типових чорноземів, свідчать про підвищення відносного вмісту гумінових кислот на розораних ділянках порівняно з 16-річним перелогом, а також про зменшення кількості нерозчинного залишку. Водночас за даними (Кирилюк та ін., 2024, Ткаченко та ін., 2024), склад гумусу чорнозему південного на 45-річному перелозі характеризується підвищеним відносним вмістом гумінових кислот і фульвокислот у порівнянні

з орними землями, тоді як рівень нерозчинного залишку є нижчим. Відмінності у складі гумусу простежуються і для типових чорноземів, що вказує на складний та багатofакторний характер цих змін.

Моніторинг рівня гумусу в ґрунтах свідчить про його поступове зменшення в останні десятиліття. В середньому втрати гумусу становлять 0,35%, а в окремих регіонах цей показник коливається в межах від 0,1 до 0,7%. Порівняльний аналіз із дослідженнями (White et al., 2022), демонструє, що за останні сто років у поверхневому горизонті південних чорноземів вміст гумусу зменшився на 25-40%, що свідчить про довготривалість та незворотність цього процесу без належних заходів відновлення. У зв'язку з цим особливо актуальним є визначення сучасних зональних і локальних особливостей якісного складу гумусу в умовах дегуміфікації, оскільки ці характеристики впливають на фізичні властивості чорноземів і визначають їх здатність протистояти несприятливим екологічним факторам. Впровадження комплексних заходів щодо раціонального використання чорноземів, зокрема застосування технологій ґрунтозахисного землеробства, оптимізації органічного живлення та збільшення внесення органічних добрив, може сприяти уповільненню деградаційних процесів та підвищенню стійкості ґрунтів до антропогенних навантажень.

2. Матеріали та методи

Одним із ключових підходів до вивчення регіональних особливостей деградації ґрунтів в Україні, що дозволяє ефективно оцінювати екологічні виклики та розробляти стратегії їх подолання, є застосування спеціалізованих методів ґрунтового аналізу, які базуються на детальних польових та лабораторних дослідженнях (Makedon et al., 2024). Одним із таких методів є метод ґрунтових ключів, який передбачає комплексний генетико-географічний аналіз репрезентативних ділянок-ключів, що є типовими для певного регіону або зони. Отримані результати екстраполюються на більші території зі схожими умовами ґрунтового покриву, що дозволяє оптимізувати дослідження, зменшити витрати ресурсів і забезпечити ефективний аналіз просторового поширення процесів деградації ґрунтів. Цей метод є особливо цінним у регіональному контексті, оскільки дозволяє виявляти закономірності змін у різних природних зонах та адаптувати заходи щодо відновлення родючості ґрунтів. Окрім цього, своє значення для моніторингу ґрунтових змін має метод ґрунтового-режимних спостережень, що забезпечує систематичний контроль за динамікою ґрунтоутворювальних процесів упродовж певного періоду часу. Він базується на регулярному вимірюванні таких параметрів, як вологість, температура, вміст мінеральних елементів, гумусу, азоту та інших речовин, які визначають якісний і кількісний склад ґрунтового середовища. Це дозволяє оцінювати рівень деградації ґрунтів у реальному часі та формувати прогнози щодо їх подальшої еволюції. Важливим аспектом цього методу

є його застосування у біосферному моніторингу, що сприяє розробці науково обґрунтованих стратегій для збереження та відновлення ґрунтових ресурсів. Для проведення досліджень обрано території центральних і південних регіонів України, зокрема степову та лісостепову зони, де прояви деградаційних процесів є найбільш інтенсивними.

Об'єктами дослідження виступали ґрунти різного типу використання: цілинні, орні ґрунти, а також ґрунти під лісосмугами. Зокрема, дослідження виконувалися у межах лісостепової зони Полтавської та Черкаської областей (регіони з типовими чорноземами середньосуглинковими), а також у степовій зоні Кіровоградської та Дніпропетровської областей (регіони з чорноземами звичайними та південними). Вибір цих ділянок зумовлений високою інтенсивністю прояву деградаційних процесів, різними типами землекористування (цілина, орні землі, ґрунти під лісосмугами) та репрезентативністю для оцінки регіональних особливостей деградації чорноземів центральних і південних регіонів України.

Контрольні ділянки для польових досліджень були розміщені у межах Лісостепової зони (Полтавська й Черкаська області) та Степової зони (Кіровоградська й Дніпропетровська області). Дослідження проводилися у 2021–2023 роках із сезонною періодичністю (весна, літо, осінь) для відображення динаміки ґрунтових характеристик упродовж вегетаційного періоду. Такий підхід дозволив здійснити порівняльну оцінку структурно-агрегатного складу, водостійкості та вмісту гумусу залежно від типу землекористування й кліматичних умов, а також простежити темпи прояву деградаційних процесів упродовж зазначеного трирічного періоду.

3. Результати

Одним із ключових екологічних викликів, що супроводжують деградацію ґрунтів в Україні, є технологічна (експлуатаційна) деградація, яка виникає внаслідок надмірного техногенного навантаження на земельні ресурси. Цей тип деградації проявляється у поступовому руйнуванні ґрунтового покриву, погіршенні його фізико-хімічних характеристик та втраті агрономічних властивостей, що, зрештою, знижує природну родючість і господарську цінність земель. Надмірне використання техніки, застосування інтенсивних методів обробітки ґрунту без урахування його природного потенціалу, а також неконтрольовані будівельні роботи призводять до значного виснаження земельних ресурсів та ускладнюють їх подальше використання в аграрному секторі (Metelenko et al., 2019).

До окремої категорії деградованих земель відносять території, що зазнали механічного порушення внаслідок будівельних робіт, видобутку корисних копалин або прокладання транспортних і промислових комунікацій. Такі ділянки зазвичай характеризуються повним або частковим руйнуванням гумусового горизонту, що

унеможливує їх ефективне використання без проведення відповідних відновлювальних заходів, спрямованих на відтворення родючості (Македон та Маковецька, 2023).

У межах Полтавської області деградація ґрунтів проявляється переважно у вигляді зниження вмісту гумусу в типових чорноземах середньосуглинкових, розвитку водної ерозії на хвилястих рівнинах та яружно-балкових формах рельєфу. Найбільш ерозійно небезпечними є Кременчуцький, Полтавський і Миргородський райони, де інтенсивне сільськогосподарське використання поєднується з високою розораністю (понад 80 %).

Черкаська область характеризується активним проявом площинного змиву та утворенням ярів на лесових відкладах, особливо у Звенигородському та Уманському районах. Типові та опідзолені чорноземи втрачають структуру внаслідок ущільнення, знижується водопроникність, спостерігається поступове зменшення кількості агрономічно цінних агрегатів. У Кіровоградській області домінують звичайні чорноземи, що піддаються значному техногенному навантаженню, зокрема через вирощування технічних культур на великих масивах. Вітрова ерозія посилюється у Новоукраїнському та Гайворонському районах, де зменшення площі лісосмуг призводить до дефляційних процесів. Вторинне осолонцювання та засолення спостерігаються на зрошуваних землях у долинах річок Інгулець та Синюха.

Дніпропетровська область вирізняється значним поширенням ерозійно небезпечних схилів у межах Придніпровської височини та Приазовської рівнини. Звичайні та південні чорноземи зазнають дегуміфікації та дефляції, особливо у Криворізькому та Павлоградському районах. Осушувальні меліорації минулих років на півдні області спричинили осолонцювання й локальне заболочування.

У Миколаївській області південні чорноземи та темно-каштанові ґрунти деградують внаслідок вітрової ерозії, особливо у Веселинівському та Вознесенському районах. На зрошуваних площах Баштанського району спостерігається вторинне засолення та формування солончакуватих комплексів (SuperAgronom, б.д.).

На рис. 1. наведено супутникові знімки, отримані за даними Sentinel-2 ((роздільна здатність 10 м). Зміни у спектральних характеристиках зображень вказують на наявність процесів деградації ґрунтового покриву, зокрема скорочення площ із щільним рослинним покривом, поява оголених ґрунтових поверхонь, ерозійних змитих ділянок та плям із підвищеним відбиттям світла, характерних для еродованих і деградованих територій. Візуалізація виконана з використанням комбінації каналів NIR/Red/Green, що дозволяє виявляти зони зниженого біопродуктивного покриву та підвищеної деградації ґрунтів у межах досліджуваних регіонів.

Серед основних форм деградації ґрунтів, що мають критичне значення для України, слід виокремити ерозію, яка є одним із найпоширеніших процесів деградації. Водна ерозія відбувається внаслідок впливу поверхневого стоку, який спричиняє вимивання родючого шару ґрунту



Рис. 1. Приклад відображення просторових змін ґрунтового покрову (Кіровоградська область, Новоукраїнський район. Фермерське господарство «Вікторія-Агро») за супутниковими даними Sentinel-2 (Copernicus Open..., б.д)

Fig. 1. Example of Spatial Representation of Soil Cover Changes (Kirovohrad Region, Novoukrainka District, “Viktoria-Agro” Farming Enterprise) Based on Sentinel 2 Satellite Data (Copernicus Open..., n.d.)

та формування лінійних ерозійних форм, таких як промоїни та яри.

Водночас вітрова ерозія розвивається через дію сильних вітрових потоків, що транспортують частинки ґрунту, спричиняючи його втрати та погіршення агрономічних властивостей. Найбільш уразливими до цих процесів є степові регіони України, де ерозія є основним фактором зниження продуктивності земель (Baliuk et. al., 2024).

Ще одним небезпечним проявом деградаційних процесів є засолення ґрунтів, яке виникає через надмірне накопичення водорозчинних солей у ґрунтовому профілі. Цей процес є особливо актуальним для зрошуваних земель південних регіонів України, де використання поливної води з високим вмістом солей призводить до змін у катіонно-аніонному складі ґрунтового розчину. Засолення змінює фізико-хімічні властивості ґрунту, негативно впливаючи на ріст рослин та продуктивність земель.

Окремим випадком є осолонцювання, яке супроводжується накопиченням натрієвих та магнієвих катіонів, що порушує структуру ґрунтового поглинаючого комплексу та призводить до зниження

його водопроникності (Македон та Маковецька, 2023).

Не менш важливим фактором, що спричиняє погіршення якості ґрунтів, є процес заболочування, який виникає внаслідок тривалого перезволоження, підтоплення та затоплення земель. Це явище може бути спричинене як природними факторами (наприклад, змінами рівня ґрунтових вод), так і антропогенними (неконтрольоване зрошення, неефективна меліорація). Заболочені землі втрачають свою продуктивність і потребують значних ресурсів для відновлення їх аграрних характеристик (Ковальов та ін., 2023б).

Переущільнення ґрунтів – здавна відома в Україні проблема, що супроводжується несприятливими екологічними наслідками і значними економічними збитками. За прогнозом уразливості ґрунтів до переущільнення (рис. 2), небезпеки практично немає для ґрунтів легкого гранулометричного складу з високими параметрами вихідної щільності й зниженою вологістю. Навпаки, висока уразливість відзначається в глинистих ґрунтах з низькою рівноважною щільністю і вологістю, що дорівнює або вище вологості фізичної спільності. Реальна небезпека переущільнення існує майже на 22 млн га ріллі.

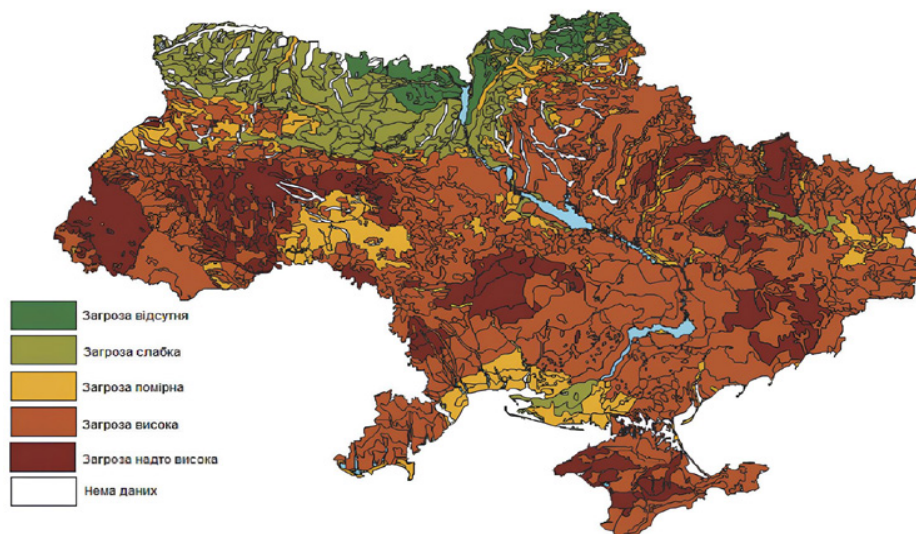


Рис. 2. Україна. Загрози переущільнення ґрунтів (Балуєк та ін., 2012)

Fig. 2. Ukraine. Threats of soil compaction (Balyuk et al., 2012)

Аналіз структурно-агрегатного складу ґрунтів регіонів України, які піддаються різним формам використання, дозволяє оцінити їх стійкість до деградаційних процесів, зокрема до руйнування структури та втрати водоутримувальної здатності. Так, у верхньому 20-сантиметровому шарі цілинних земель переважають агрегати розміром від 1 до 7 мм, що свідчить про добре розвинену структуру ґрунту та сприятливі умови для його водно-повітряного режиму.

Частка агрономічно цінних агрегатів, розмір яких варіюється в межах 0,25-10 мм, перевищує 90%, що забезпечує високу стійкість ґрунтового покриву до ерозійних процесів і підтримку його родючості.

Високий коефіцієнт структурності, що становить 9,3, обумовлений потужною та розгалуженою кореневою системою природної трав'янистої рослинності, яка сприяє утворенню стабільних агрегатів і збереженню

ґрунтового покриву (Рожі, 2024).

Розорювання цілинних земель спричиняє суттєві зміни в агрегатному складі ґрунту, що виражається у збільшенні частки великих агрегатів розміром понад 7 мм та одночасному зменшенні вмісту більш дрібних, агрономічно цінних агрегатів розміром 2-5 мм. Найбільш виразно ці зміни спостерігаються у верхньому 20-сантиметровому шарі, що зазнає найбільшого впливу механічного обробітку. Варто зазначити, що коефіцієнт структурності у цьому шарі становить лише 3,1, що майже втричі менше, ніж у ґрунтах природної цілини, що вказує на значне погіршення їх структурної стабільності.

Вміст агрономічно цінних агрегатів у ґрунтах, які тривалий час використовувалися під рілля, знижується до 75%, що суттєво впливає на здатність ґрунту зберігати вологу, а також підвищує ризик його ерозії в різних регіонах України (табл. 1) (Ковальов та ін., 2023а).

Таблиця 1. Структурно-агрегатний склад ґрунтів регіонів Центральної та Східної України, % (Балиук та ін., 2024б)
Table 1. Structural and aggregate composition of soils of the regions of Central and Eastern Ukraine, % (Baliuk et al., 2024b)

Глибина, см	Розмір фракцій, мм									Коефіцієнт структурності	Коефіцієнт водостійкості
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25		
Степові ділянки											
0-20	1,8	3,8	10,1	<u>21,7</u> 22,0	<u>20,6</u> 12,1	<u>20,8</u> 23,4	<u>5,6</u> 7,8	<u>7,7</u> 10,4	<u>7,9</u> 24,5	9,3	0,82
20-50	4,7	6,6	10,6	<u>21,6</u> 29,8	<u>13,3</u> 10,2	<u>15,4</u> 13,1	<u>5,2</u> 7,4	<u>6,4</u> 10,5	<u>16,1</u> 28,1	2,9	0,85
0-50	3,5	5,5	10,4	<u>21,6</u> 26,7	<u>16,2</u> 11,0	<u>17,6</u> 17,2	<u>5,3</u> 7,6	<u>6,9</u> 10,5	<u>12,8</u> 26,6	5,2	0,84
Перелogi											
0-20	2,0	7,4	11,3	<u>20,6</u> 23,8	<u>13,5</u> 11,9	<u>13,1</u> 15,0	<u>6,0</u> 11,5	<u>7,3</u> 8,85	<u>8,6</u> 21,4	8,4	0,86
20-50	7,6	8,2	12,4	<u>15,7</u> 27,8	<u>19,9</u> 23,0	<u>14,7</u> 11,6	<u>4,3</u> 8,7	<u>6,2</u> 8,7	<u>16,4</u> 28,5	3,1	0,85
0-50	5,4	7,8	12,0	<u>17,7</u> 26,2	<u>15,6</u> 11,4	<u>15,8</u> 18,2	<u>5,0</u> 9,8	<u>6,6</u> 8,8	<u>13,3</u> 25,6	4,3	0,86
Чорноземи під лісосуугою											
0-20	2,2	3,4	5,6	<u>11,8</u> 13,3	<u>8,7</u> 9,7	<u>18,2</u> 16,7	<u>20,9</u> 11,1	<u>8,7</u> 13,6	<u>22,6</u> 35,8	3,0	0,82
20-50	2,7	4,1	6,9	<u>13,6</u> 11,4	<u>13,2</u> 9,5	<u>19,3</u> 14,4	<u>4,4</u> 11,1	<u>11,4</u> 12,9	<u>24,3</u> 40,6	2,7	0,78
0-50	2,5	3,8	6,4	<u>12,9</u> 12,2	<u>11,4</u> 9,6	<u>18,8</u> 15,3	<u>11,0</u> 11,1	<u>10,3</u> 13,2	<u>23,6</u> 38,7	2,8	0,80
Чорноземи сільськогосподарського використання											
0-20	7,3	8,3	9,1	<u>14,3</u> 0,9	<u>7,8</u> 1,9	<u>15,9</u> 6,4	<u>7,4</u> 10,8	<u>12,3</u> 25,6	<u>17,1</u> 54,5	3,1	0,55
20-50	10,0	8,3	9,2	<u>16,6</u> 3,6	<u>10,4</u> 5,3	<u>17,0</u> 11,9	<u>7,0</u> 13,8	<u>8,3</u> 20,1	<u>13,1</u> 45,2	3,3	0,63
0-50	8,9	8,3	9,2	<u>15,7</u> 2,5	<u>9,3</u> 3,9	<u>16,6</u> 9,7	<u>7,1</u> 12,6	<u>10,0</u> 22,3	<u>14,7</u> 48,9	3,2	0,60

Водночас ґрунти, які після інтенсивного землеробського використання переведені у переліг, демонструють тенденцію до поступового відновлення своєї структури, що наближає їх до цілинного типу. Особливо помітне покращення відбувається у верхніх шарах ґрунтового профілю, де частка агрономічно цінних агрегатів досягає 89,4%. Найбільша кількість

стабільних агрегатів формується у діапазоні розмірів 1-5 мм, тоді як вміст грудкуватих агрегатів розміром понад 10 мм знижується на 5,3% порівняно з орними ґрунтами. Ці позитивні зміни обумовлені відновленням рослинного покриву, який сприяє закріпленню ґрунтової структури та зменшенню її деградації (Балиук та ін., 2024б).

Важливим фактором, що впливає на структурний

стан ґрунтів, є наявність деревної рослинності, зокрема лісосмуг, які мають суттєвий вплив на склад ґрунтових агрегатів. Дослідження показують, що під лісосмугами значно збільшується частка дрібних частинок розміром менш ніж 0,25 мм, що супроводжується зменшенням кількості агрономічно цінних агрегатів.

Варто зазначити, що коефіцієнт структурності ґрунтів, розташованих під лісосмугами, є навіть нижчим, ніж у сільськогосподарських ґрунтах, і у шарі 0-50 см становить лише 2,8, що вказує на те, що тривалий вплив деревної рослинності може спричинити негативні зміни в структурному складі ґрунту, які можуть перевищувати навіть наслідки 77-річного розорювання земель по регіонах України. Оцінка водостійкості агрегатів за допомогою мокрого просіювання виявила суттєві відмінності у ґрунтах із різним типом використання. У верхньому 20-сантиметровому шарі ґрунтів природного степового комплексу відзначається приблизно рівномірний розподіл агрегатів розміром понад 3 мм, 2-1 мм та менш ніж 0,25 мм. Однак із глибиною частка найбільших та найдрібніших агрегатів поступово зростає, що свідчить про стабільність структури та високий рівень стійкості до водної ерозії. Коефіцієнт водостійкості в шарі 0-50 см становить 0,84, що є доволі високим показником для збереження водного балансу ґрунту (Наумчук, 2024).

Натомість у сільськогосподарських ґрунтах спостерігається різке зменшення вмісту водостійких агрегатів розміром понад 1 мм та значне збільшення частки дрібнодисперсних частинок, розмір яких не перевищує 0,5 мм. Особливо критична ситуація простежується у верхньому 20-сантиметровому шарі, де кількість частинок розміром менш ніж 0,25 мм сягає 54,5%, а коефіцієнт водостійкості є найнижчим серед усіх досліджених варіантів і становить лише

0,55, що показує на підвищену вразливість таких ґрунтів до водної ерозії та зниження їх здатності до самовідновлення (Позняк, 2017).

У центральних регіонах України, де ґрунти зазнають інтенсивного антропогенного навантаження, спостерігається значне погіршення їх фізичних властивостей, що виражається у зміні водостійкості агрегатів і зниженні вмісту гумусу. Зафіксовано, що після переведення орних ґрунтів у переліг відбувається суттєва трансформація їх агрегатного складу, що сприяє відновленню стійкості ґрунтових структур до водної ерозії. У процесі відновлення ґрунтів спостерігається поступове збільшення вмісту водостійких агрегатів розміром понад 1 мм і відповідне зменшення частки агрегатів, розмір яких не перевищує 0,5 мм, що є загальною тенденцією для всього профілю ґрунту. Максимальні значення коефіцієнта водостійкості (0,86) були зафіксовані саме в ґрунтах, які після розорювання перейшли у переліг, що свідчить про поступове відновлення їх структури (Шевченко та ін., 2024).

У ряді центральних областей України, зокрема в лісостеповій зоні, у регіонах зі значною площею лісосмуг, дослідження показують, що у ґрунтах, розташованих під деревною рослинністю, відбувається збільшення частки дрібнодисперсних водостійких агрегатів розміром менш ніж 0,5 мм, що характерно як для верхнього, так і для глибших горизонтів ґрунтового профілю. Це свідчить про те, що в умовах постійного впливу лісосмуг ґрунти можуть зазнавати трансформацій, які впливають на їх водопроникність і стабільність структури (табл. 2).

Для порівняльного аналізу в рамках дослідження, наведеного у таблиці 2, було використано однорідні типи ґрунтів, передусім типові чорноземи середньосуглинкові, які є домінуючим ґрунтовым

Таблиця 2. Вміст загального гумусу в ґрунтах ряду регіонів України (Полтавська, Черкаська обл.), % (Шевченко та ін., 2024)
Table 2. Total humus content in soils of different regions of Ukraine (Poltava, Cherkasy region), % (Shevchenko et al., 2024)

Глибина см	Абсолютна цілина	Переліг 50 років	Лісмуга 50 років	Рілля
0-10	11,19	8,72	9,74	6,49
10-20	8,03	7,26	7,99	6,25
0-20	9,60	7,99	8,86	6,37
20-30	7,56	6,17	7,79	6,14
30-40	6,36	5,58	6,91	5,18
40-50	5,71	5,05	5,87	4,35
20-50	6,55	5,60	6,85	5,23

покривом у центральних регіонах України, таких як Полтавська, Черкаська області. Вибір саме чорноземів пояснюється їхньою високою природною родючістю, чітко вираженою гумусовою товщею та найбільшою чутливістю до деградаційних змін під впливом різних способів землекористування. Дослідження охоплювало різні варіанти використання ґрунтів: ділянки абсолютної цілини (не порушені господарською діяльністю), ділянки перелігу після тривалого відновлення (50 років без обробітку),

території під лісосмугами, закладеними понад 50 років тому, та орні землі з тривалим інтенсивним землеробським використанням (Рожі, 2023).

Оцінка вмісту гумусу у водостійких структурних агрегатах ґрунтів (Полтавська, Черкаська обл.) підтвердила, що найбільша кількість органічної речовини накопичується в агрегатах розміром понад 3 мм у цілинних умовах, як у верхньому 10-сантиметровому шарі, так і загалом у всьому 50-сантиметровому профілі ґрунту. Найнижчий вміст гумусу зафіксовано

у дрібних агрегатах, розмір яких не перевищує 0,25 мм, що підтверджує той факт, що дрібнодисперсні частинки менш стійкі до органічного накопичення і швидше піддаються процесам деградації. Для орних ґрунтів характерна дещо інша закономірність, оскільки у них найменший вміст гумусу також спостерігається у дрібних агрегатах (<0,25 мм), однак найбільше його накопичується у частинках розміром 1–3 мм. Це свідчить про значну трансформацію структури ґрунтів під впливом постійної механічної обробки, що сприяє поступовому руйнуванню великих агрегатів і перерозподілу органічної речовини в менших частках. У порівнянні з цілиними ділянками, орні ґрунти мають суттєво нижчий загальний вміст гумусу, що є прямим наслідком тривалої деградації, викликаній інтенсивним землеробством. Важливо зазначити, що у ґрунтах, максимальний рівень гумусу спостерігається в агрегатах розміром понад 3 мм, однак ця закономірність найбільш виражена у верхньому шарі ґрунту (0–20 см). Найнижчий рівень гумусу, як і в інших випадках, зафіксовано у дрібних агрегатах (<0,25 мм), що підтверджує загальну тенденцію до більшої стійкості великих структурних утворень до втрати органічної речовини.

Аналіз загального вмісту гумусу в ґрунтах, що перебувають у перелігі, засвідчив його значне зростання у порівнянні з орними територіями, що позитивно впливає на органічний склад ґрунту та його структуру. У шарі 0–10 см в агрегатах розміром понад 3 мм рівень гумусу сягає 9,22%, що становить 94,6% від аналогічного показника в цілиних умовах (9,74%). Це свідчить про те, що перехід ґрунтів у переліг сприяє поступовому відновленню органічного балансу та покращенню їх фізичних властивостей. У ґрунтах, що знаходяться під лісосмугами, рівень гумусу в структурних агрегатах близький до значень, характерних для цілиних земель, однак найбільша його кількість накопичується в агрегатах розміром 3–1 мм, що може вказувати на особливості перерозподілу органічної речовини в умовах специфічного гідротермічного режиму під деревною рослинністю (Тараріко та ін., 2017).

Збільшення ризиків прояву водної та вітрової ерозії в ґрунтах природно-кліматичних зон Полісся, Лісостепу та Степу ставить перед сільськогосподарськими підприємствами завдання удосконалення їх структури за допомогою зменшення розораності, нормування посівних площ та впровадження комплексної системи протиерозійних заходів. У процесі реформування системи землекористування були досягнуті певні позитивні результати: розораність зменшилася з 60% до 52%, а лісистість підвищилася з 13,7% до 18,1%. Проте негативний вплив змін клімату, інтенсифікація використання природного потенціалу та зростання ризиків опустелювання та деградації ґрунтів необхідно враховувати для розробки більш ефективної системи інтегрованого управління земельними, водними та біологічними ресурсами у межах агросфери.

Визначальним фактором підвищення протиерозійної стійкості та адаптації ґрунтів до змін клімату та сучасних вимог сільськогосподарської діяльності

є контурно-меліоративна просторова організація цих територій, яка враховує особливості рельєфу, стан ґрунтового покриву, науково обґрунтовані сівозміни з нормуванням насиченості просапними культурами, а також запровадження ґрунтозахисних технологій обробки ґрунту та консервації ерозійно деградованих орних земель з подальшим їх відведенням під природні угіддя. Застосування контурного землевпорядкування передбачає поділ орних земель на три еколого-технологічні групи: на рівнинних землях з повнопрофільними та слабко еродованими ґрунтами розміщуються сівозміни інтенсивного типу; на ерозійно небезпечних схилах використовуються ґрунтозахисні сівозміни без просапних культур; окремо виокремлюються середньо- та сильноеродовані, а також малопродуктивні ґрунти, які рекомендовано вивести з орних площ і перетворити на природні угіддя, включаючи заліснення та залуження.

5. Обговорення результатів

Дослідження, присвячене вивченню деградації ґрунтів в Україні, виявило низку серйозних екологічних проблем, таких як фізична деградація, ерозія, засолення та агровиснаження. Отримані результати свідчать про те, що надмірне техногенне навантаження, інтенсивне використання земель для сільськогосподарських потреб та нераціональне застосування агротехнічних методів призводять до руйнування ґрунтового покриву, зниження його родючості. У порівнянні з попередніми дослідженнями, ця робота акцентує увагу на регіональних особливостях деградаційних процесів, зокрема в центральних і південних регіонах України, де ерозія та засолення є найбільш критичними факторами. Отримані висновки узгоджуються з даними, наведеними в (Тараріко та ін., 2017), але доповнюють їх за рахунок детального аналізу структурно-агрегатного складу ґрунтів та їх водостійкості. Було встановлено, що переведення орних земель у стан виведених з експлуатації сприяє відновленню ґрунтової структури та збільшенню вмісту гумусу до 94,6% від рівня цілиних ґрунтів у верхньому шарі, що є важливим кроком у розробці стратегій регенерації земель. Однак ґрунти під лісосмугами демонструють нижчий коефіцієнт структурності (2,8) порівняно з орними (3,2), що вказує на складний вплив деревної рослинності на ґрунт та потребу в подальших дослідженнях цього явища.

Що стосується наукового внеску, то ця робота підкреслює важливість інтеграції ґрунтозахисних технологій у сучасне сільське господарство, що формує внесок і практичне значення для адаптації аграрного сектору до кліматичних змін та запобігання процесам опустелювання. Порівняння з глобальними тенденціями показує, що виділені центральні регіони України стикаються з аналогічними проблемами, як-от ерозія в степових зонах, але специфіка місцевих ґрунтів, зокрема чорноземів, вимагає розробки адаптованих підходів.

Таким чином, поточне дослідження не лише

розширює теоретичну базу знань, але й пропонує практичні рекомендації для збалансованого землекористування, що є надзвичайно актуальним для формування ефективної екологічної політики в межах регіонів України.

5. Висновки

Визначено, що тривале сільськогосподарське використання чорноземів центральних регіонів України (Полтавська, Черкаська, Кіровоградська, Дніпропетровська області) призводить до суттєвого зниження їхніх структурно-агрегатних характеристик, зокрема зменшення вмісту агрономічно цінних агрегатів, зниження коефіцієнта структурності з 9,3 до 3,1 та зменшення водостійкості, що робить ґрунти вразливими до ерозійних процесів. Встановлено позитивну динаміку відновлення фізичних властивостей ґрунтів після їх переведення з орного використання у переліг, що проявляється в підвищенні частки водостійких агрегатів розміром >1 мм, зростанні коефіцієнта водостійкості до 0,86 та накопиченні гумусу у великих агрегатах, де його вміст досягає 9,22% у верхньому 10-сантиметровому шарі.

Доведено, що вплив деревної рослинності у межах лісосмуг є неоднозначним, адже хоч загальний вміст гумусу в таких ґрунтах наближається до цільних показників, однак спостерігається зростання частки дрібнодисперсних частинок <0,25 мм та зниження коефіцієнта структурності до 2,8, що свідчить про ослаблення структурної стабільності ґрунту. Доведено, що головними чинниками деградації ґрунтів у центральних регіонах є техногенне навантаження, нерациональні агротехнічні заходи, ерозійні процеси, агровиснаження, а також вторинне засолення і заболочення, що потребує впровадження землевпорядкування та відновлювальних заходів із застосуванням ґрунтозахисних технологій.

ORCID iD

Oksana V. Braslavska <https://orcid.org/0000-0003-0852-686X>

Tomas A. Rozhi <https://orcid.org/0000-0002-6794-9662>

Oleh M. Hrytsyk <https://orcid.org/0009-0001-5321-4753>

Список посилань

Балюк, С. А., Медведєв, В. В., Мірошніченко, М. М., Скрильник, Є. В., Тимченко, Д. О., Фатєєв, А. І., Христенко, А. О., & Цапко Ю. Л. (2012). Екологічний стан ґрунтів України. *Український географічний журнал*, 2, 38-42. https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-2012-2-38_0.pdf

Балюк, С. А., Кучер, А. В., & Максименко, Н. В. (2021). Ґрунтові ресурси України: стан, проблеми і стратегія сталого управління. *Український географічний журнал*, 2(114), 3–11. <https://doi.org/10.15407/ugz2021.02.003>

Балюк, С. А., Шимель, В. В., & Соловей, В. Б. (2024a). Про стан та завдання відновлення, охорони і управління ґрунтовими ресурсами України. *Вісник аграрної науки*, 102(2), 5–10. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202402-01>

Балюк, С. А., Кучер, А. В., & Ромашенко М. І. (Ред.) (2024b). *Ґрунтовий покрив України в умовах воєнних дій: стан, виклики, заходи з відновлення*. Київ: Аграрна наука. <https://agrovisnyk.com/books/978-966-540-612-9.pdf>

Ковальов М. М., Медведєва О. В., & Мірзак Т. П. (2023a). Агроекологічна трансформація гумусного стану чорнозему типового Бузько-Дніпровського міжрччя. *Таврійський науковий вісник*, 133, 345–352. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.46>

Ковальов М. М., Топольний Ф. П., & Малаховська В. О. (2023b). Органічна речовина ґрунту під впливом тривалого сільськогосподарського використання. *Аграрні інновації*, 17, 81-87. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.10>

Кирилюк В. П., Рожі Т. А., & Дець Т. І. (2024). Проектування протиерозійних гідротехнічних і лісомеліоративних заходів боротьби з ярами. *Містобудування та територіальне планування*, 86, 411–425. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2024.86.411-425>

Мазур Г. А. (2008). Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів. Київ: Аграрна наука.

Македон В. В., & Маковецька А. О. (2023). Інформаційне забезпечення економічної безпеки підприємств в умовах ринкової нестабільності. *Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". Серія: "Економічні науки"*, 12. <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2023-12-9477>

Наумчук В. В. (2024). Стратегії відновлення та рекультиватії земель після воєнних конфліктів. *Актуальні проблеми економіки*, 7, 239–248. <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2024-1-277-239-248>

Позняк С. П. (2017). *Актуальні проблеми ґрунтознавства і географії ґрунтів*. Львів: ЛНУ імені Івана Франка.

Рожі Т. А. (2023). Врахування ландшафтної структури територій громад для раціонального природокористування. *Ландшафтознавство*, 4(2), 85–91. <https://doi.org/10.31652/2786-5665-2023-4-85-91>

Рожі Т. А. (2024). Еколандшафтна оцінка структури землекористування Гайворонської міської територіальної громади. *Ландшафтознавство*, 6(2), 55–64. <https://doi.org/10.31652/2786-5665-2024-6-64-74>

SuperAgronom.com. Головний сайт для агрономів (б.д.). *Карта ґрунтів України*. <https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy>

Шевченко О. В., Пронь О. С., & Чеботарьова І. В. (2024). Вплив кліматичних змін на деградацію земель та агроєкосистем. *Збалансоване природокористування*, 3, 81–88. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2024.314921>

Тараріко О. Г., Кучма Т. Л., Ільєнко Т. В., & Дем'янюк О. С. (2017). Ерозійна деградація ґрунтів України за впливу змін клімату. *Агроєкологічний журнал*, 1, 7-15.

Ткаченко М. А., Задубинна Є. В., Кондратюк І. М., Цюк О. А., & Тарасенко О. А. (2024). Зміни вмісту гумусу та фізико-хімічних властивостей чорнозему типового залежно від систем обробітку та мінерального удобрення. *Вісник аграрної науки*, 102(1), 16–22. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202401-03>

Bryk, M., Słowińska-Jurkiewicz, A., & Medvedev, V. (2012). Morphometrical structure evaluation of long-term manured Ukrainian chernozem. *International Agrophysics*, 26(2), 117–128. <https://doi.org/10.2478/v10247-012-0018-6>

Copernicus Open Access Hub. <https://maxar.skyfi.com/welcome>

- Makedon, V., Myachin, V., Plakhotnik, O., Fisunen, N., & Mykhailenko, O. (2024). Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(13(128)), 47–57. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796>
- Metelenko, N. G., Kovalenko, O. V., Makedon, V. V., Merzhynskyi, Y. K., & Rudych, A. I. (2019). Infrastructure security of formation and development of sectoral corporate clusters. *Journal of Security and Sustainability Issues*, 9(1), 77–89. [https://doi.org/10.9770/jssi.2019.9.1\(7\)](https://doi.org/10.9770/jssi.2019.9.1(7))
- White, R. (2022). The role of soil carbon sequestration as a climate change mitigation strategy: An Australian case study. *Soil Systems*, 6(46). <https://doi.org/10.3390/soilsystems6020046>
- ## References
- Balyuk, S. A., Medvedev, V. V., Miroshnychenko, M. M., Skrylnyk, YE. V., Tymchenko, D. O., Fatyeyev, A. I., Khrystenka, A. O., & Tsapko YU. L. (2012). Ekologichnyy stan gruntiv Ukrainy [Ecological condition of soils of Ukraine]. *Ukrayinskyi heohrafichnyy zhurnal*, 2, 38-42. https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-2012-2-38_0.pdf [In Ukrainian].
- Baliuk, S. A., Kucher, A. V., & Maksymenko, N. V. (2021). Gruntovi resursy Ukrainy: stan, problemy i stratehiya staloho upravlinnya [Soil resources of Ukraine: state, problems, and sustainable management strategy]. *Ukrainskyi Heohrafichnyi Zhurnal*, 2(114), 3-11. <https://doi.org/10.15407/ugz2021.02.003> [In Ukrainian].
- Baliuk, S. A., Shymel, V. V., & Solovei, V. B. (2024a). Pro stan ta zavdannia vidnovlennia, okhorony i upravlinnia hruntovomy resursamy Ukrainy [On the state and tasks of soil restoration, protection, and management of soil resources of Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 102(2), 5–10. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202402-01> [In Ukrainian].
- Baliuk, S. A., Kucher, A. V., & Romashchenko M. I. (Eds.). (2024b) *Hruntovyi pokryv Ukrainy v umovakh voiennykh dii: stan, vyklyky, zakhody z vidnovlennia* [Soil cover of Ukraine under war conditions: state, challenges, and recovery measures]. Kyiv: Ahrarna nauka. <https://agrovisnyk.com/books/978-966-540-612-9.pdf> [In Ukrainian].
- Bryk, M., Słowińska-Jurkiewicz, A., & Medvedev, V. (2012). Morphometrical structure evaluation of long-term manured Ukrainian chernozem. *International Agrophysics*, 26(2), 117–128. <https://doi.org/10.2478/v10247-012-0018-6>
- Copernicus Open Access Hub. <https://maxar.skyfi.com/welcome>
- Kovaliiov, M. M., Medvedieva, O. V., & Mirzak, T. P. (2023a). Ahroekologichna transformatsiia humusnoho stanu chornozemu tipovoho Buhsko-Dniprovskoho mizhrichchia [Agroecological transformation of the humus state of typical chernozem in the Bug-Dnipro interfluv]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 133, 345–352. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.46> [In Ukrainian].
- Kovaliiov, M. M., Topolnyi, F. P., & Malakhovska, V. O. (2023b). Orhanichna rehovyna hruntu pid vplyvom tryvaloho silskohospodarskoho vykorystannia [Soil organic matter under the influence of long-term agricultural use]. *Ahrarni innovatsii*, 17. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.10> [In Ukrainian].
- Kyryliuk V. P., Rozhi T. A., & Dets T. I. (2024). Proiektuvannia protyeroziinykh hidrotekhnichnykh i lisomelioratyvnykh zakhodiv borotby z yaramy [Design of anti-erosion hydraulic and forest reclamation measures to combat ravines]. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia*, 86, 411–425. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2024.86.411-425> [In Ukrainian].
- Makedon, V., Myachin, V., Plakhotnik, O., Fisunen, N., & Mykhailenko, O. (2024). Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(13(128)), 47–57. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796>
- Makedon, V. V., & Makovetska, A. O. (2023). Informatsiyne zabezpechennya ekonomichnoyi bezpeky pidpryyemstv v umovakh rynkovoyi nestabil'nosti. [Information provision of economic security of enterprises in conditions of market instability]. *Mizhnarodnyy naukovyy zhurnal "Internauka". Seriya: "Ekonomichni nauky"*, 12. <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2023-12-9477> [In Ukrainian].
- Mazur, H. A. (2008). Vidtvorennia i rehuliuвання rodiuchosti lehkykh hruntiv [Reproduction and regulation of fertility of light soils]. Kyiv: Ahrarna nauka. [In Ukrainian].
- Metelenko, N. G., Kovalenko, O. V., Makedon, V. V., Merzhynskyi, Y. K., & Rudych, A. I. (2019). Infrastructure security of formation and development of sectoral corporate clusters. *Journal of Security and Sustainability Issues*, 9(1), 77–89. [https://doi.org/10.9770/jssi.2019.9.1\(7\)](https://doi.org/10.9770/jssi.2019.9.1(7))
- Naumchuk, V. V. (2024). Stratehii vidnovlennia ta rekultyvatsii zemel pislia voiennykh konfliktiv [Strategies for land restoration and reclamation after military conflicts]. *Aktualni problemy ekonomiky*, 7, 239–248. <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2024-1-277-239-248> [In Ukrainian].
- Pozniak, S. P. (2017). *Aktualni problemy hruntoznavstva i heohrafii hruntiv* [Current problems of soil science and soil geography]. Lviv: LNU imeni Ivana Franka. [In Ukrainian].
- Rozhi T. A. (2023). Vrakhuвання landshaftnoi struktury terytorii hromad dlia ratsionalnoho pryrodokorystuvannia. *Landshaftoznavstvo*, 4(2), 85–91. <https://doi.org/10.31652/2786-5665-2023-4-85-91> [In Ukrainian].
- Rozhi T. A. (2024). Ekolandshaftna otsinka struktury zemlekorystuvannia Haivoronskoi miskoi terytorialnoi hromady. *Landshaftoznavstvo*, 6(2), 55–64. <https://doi.org/10.31652/2786-5665-2024-6-64-74> [In Ukrainian].
- Shevchenko, O. V., Pron, O. S., & Chebotarova, I. V. (2024). Vplyv klimatychnykh zmin na degradatsiiu zemel ta agroekosystem [Impact of climate change on land and agroecosystem degradation]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, 3, 81–88. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2024.314921> [In Ukrainian].
- SuperAgronom.com. Holovnyy sayt dlya ahronomiv (b.d.). *Karta gruntiv Ukrainy* [Soil map of Ukraine]. <https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy> [In Ukrainian].
- Tarariko, O. H., Kuchma, T. L., Ilienka, T. V., & Demianiuk, O.S. (2017). Eroziina degradatsiia gruntiv Ukrainy za vplyvu zmin klimatu [Soil erosion degradation in Ukraine under the influence of climate change]. *Ahroekologichnyi zhurnal*, 1, 7-15. [In Ukrainian].
- Tkachenko, M. A., Zadubynna, Ye. V., Kondratiuk, I. M., Tsiuk, O. A., & Tarasenko, O. A. (2024). Zminy vmistu humusu ta fizyko-khimichnykh vlastyvostei chornozemu tipovoho zalezno vid system obrobittu ta mineralnoho udobrennia [Changes in humus content and physico-chemical properties of typical chernozem depending on tillage systems and mineral fertilization]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 102(1), 16–22. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202401-03> [In Ukrainian].
- White, R. (2022). The role of soil carbon sequestration as a climate change mitigation strategy: An Australian case study. *Soil Systems*, 6(46). <https://doi.org/10.3390/soilsystems6020046>

Картографічне моделювання просторової структурної організації краєвидів Дніпропетровської області

Олег В. Сизенко 

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, просп. Науки, 72, Дніпро, 49045, Україна

Анотація

Мета дослідження полягає в обґрунтуванні та апробації методики антропоцентричної оцінки візуального ландшафтного різноманіття на прикладі Дніпропетровської області. Робота спрямована на подолання розриву між традиційним двовимірним картографуванням та особливостями сприйняття простору спостерігачем, що дозволяє кількісно оцінити візуальне різноманіття ландшафту та його структуру. В основу роботи покладено інтеграцію методів геоінформаційного моделювання. Використано цифрову модель поверхні Copernicus GLO-30 та дані про наземний покрив ESA WorldCover. Для аналізу застосовано розрахунок двох типів показників: тотальний видозбір ландшафту для оцінки загального візуального потенціалу території та кумулятивний видозбір для визначення структурних особливостей краєвидів із регулярної сітки осередків. Оцінка різноманіття здійснювалася за допомогою ландшафтних метрик (індекси Шеннона, перемішаності та когезії). Автором розроблено та обчислено інтегральний індекс візуальної гетерогенності (VHI).

У статті здійснено картографічне моделювання просторової структурної організації краєвидів регіону. Встановлено залежність фізіогномічних характеристик краєвидів Дніпропетровської області від морфології рельєфу та характеру землекористування. Встановлено, що найвищі показники візуальної гетерогенності притаманні не лише природно розчленованим територіям (Придніпровська височина), але й антропогенно трансформованим гірничопромисловим районам (Криворіжжя, Нікопольщина), які формують своєрідні «техногенні оази» візуального різноманіття на тлі монотонних агроландшафтів.

Запропонований підхід дозволяє розглядати краєвиди як об'єктивні просторові композиції. Це дає змогу здійснити кількісну характеристику краєвидів як носіїв (джерел) культурних екосистемних послуг, що є важливим кроком у реалізації положень Європейської ландшафтної конвенції. Розроблена модель враховує візуальні аспекти ландшафту та може бути використана у ландшафтному плануванні, рекреаційній оцінці території та збереженні ландшафтного ресурсного потенціалу.

Ключові слова

видозбір, краєвид, візуальна гетерогенність, наземна поверхня, фізіогномія ландшафтів, ізоплетне картографування, VHI-ізоплети.

Надійшла до редакції: 6 грудня 2025 / Прийнята: 25 грудня 2025 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2025

Cartographic modeling of the spatial structural organization of landscapes of the Dnipropetrovsk region

Oleh V. Syzenko

Oles Honchar Dnipro National University, 72 Nauky Ave., Dnipro, 49045, Ukraine

Abstract

The research aims to substantiate and approve a method for the anthropocentric assessment of visual landscape diversity, using the Dnipropetrovsk region as a case study. The work addresses the gap between traditional 2D mapping and the observer's spatial perception, allowing for the quantitative evaluation of landscape visual diversity and its structure. The study integrates GIS-based modeling methods, utilizing the Copernicus GLO-30 Digital Surface Model and ESA WorldCover data. The analysis involves two types of indicators: total viewshed to evaluate the general visual potential of the territory, and cumulative viewshed to determine the structural features of scenery from a regular grid. Diversity was assessed using landscape metrics (Shannon's Diversity Index, Interspersion and Juxtaposition Index, and Cohesion Index). The author developed and calculated an Integrated Visual Heterogeneity Index (VHI). The article presents the cartographic modeling of the spatial structural organization of the region's scenery. It was revealed that the physiognomic characteristics of viewscapes in the Dnipropetrovsk region significantly depend on relief morphology and land-use patterns. It was established that the highest indicators of visual heterogeneity are inherent not only to naturally dissected terrains (Prydniprovsk Upland) but also to anthropogenically transformed mining districts (Kryvyi Rih and Nikopol areas), which form distinctive "technogenic oases" of visual diversity amidst monotonous agrolandscapes. The proposed approach treats scenery as objective spatial compositions. This enables the quantitative characterization of scenery as carriers (sources) of cultural ecosystem services, representing a significant step toward implementing the European Landscape Convention. The developed model considers the visual aspects of the landscape and can be applied in landscape planning, recreational assessment, and the conservation of landscape resource potential.

Keywords

viewshed, viewscapes, visual heterogeneity, land surface, landscape physiognomy, isopleth mapping, VHI- isopleths

Received: December 6, 2025 / Accepted: December 25, 2025 / Published online: December 30, 2025

Corresponding author:

Oleh V. Syzenko, Oles Honchar Dnipro National University, 72 Nauky Ave., Dnipro, 49045, Ukraine
Email: syzenko@if.dnu.edu.ua

1. Вступ

Одним із найбільш суперечливих і неоднозначних понять сучасної геонауки є ландшафт, яке було наріжним каменем географічної академічної традиції протягом останніх століть і досі відіграє ключову роль у створенні, збереженні та укріпленні територіальних ідентичностей на усіх рівнях (Лозинський, 2020). Ландшафт став інтегративним поняттям багатьох дисциплін, а його багатоаспектність поглибила зв'язки між галузями знань і практичної діяльності. Впровадження на початку ХХІ ст. “Європейської ландшафтної конвенції” (Council of Europe Landscape..., 2000) надало нового поштовху ландшафтознавчим дослідженням та спричинило зміщення акцентів у бік візуально-естетичних властивостей ландшафтів як різновиду культурних екосистемних послуг.

Формальні методики вивчення візуальних характеристик геопростору можна знайти у різних царинах, таких як урбаністика (Yang et al., 2024), екологія (Aben et al., 2018), ландшафтне планування (Anderson et al., 2019), археологія (Van Dyke et al., 2016). Проте традиційне для географічної науки розуміння геопростору як квазидвовимірної проєкції поверхонь на площину карти зазвичай не враховує той факт, що візуальне сприйняття ландшафту залежить не лише від масштабного рівня, а й від позиції спостерігача. Хоричну впорядкованість ландшафту розкривають моделі, які ґрунтуються на відмінностях у територіальній конфігурації місць, а не на ознаках, що визначають ландшафт як територіально недиференційовану цілісність. Така принципова неузгодженість між двома дуже відмінними методологічними підходами до вивчення ландшафту призводить до різних аспектних інтерпретацій та розмиття семантичних меж цього поняття.

У той час як більшість підходів, заснованих на сприйнятті, явно мають справу з ментальними, асоціативними, ціннісними, а відповідно – суб'єктивними категоріями, краєвид, на наш погляд, є цілком об'єктивним і формується полем видимості, що визначається геопозицією спостерігача у тривимірному геопросторі та неоднорідністю поверхні, що є зовнішнім проявом динаміки геосистем. Термін *видозбір* вперше увів у науку геодезист і ландшафтний дизайнер К. Тенді (Tandy, 1967), а поступальний розвиток геоінформаційних технологій зробив моделювання видимості загальнодоступним завдяки застосуванню алгоритмів широко розповсюдженого програмного забезпечення та цифрових моделей висот, створених засобами дистанційного зондування. Так, у період з 2000 по 2019 роки англійською мовою у відкритих рецензованих виданнях було опубліковано матеріали 528 досліджень, присвячених вивченню видозбірних властивостей ландшафтів, з яких 69 % були засновані на кількісному та/або геоінформаційному аналізі (Inglis et al., 2022). На відміну від бінарного аналізу видимості, моделювання *краєвидів* фокусується на структурі огляду. Ми визначаємо такі краєвиди як просторові композиції видимої поверхні землі, що дозволяє вийти за межі простої фіксації видимих ділянок.

Незважаючи на те, що кількість публікацій, особливо у європейських країнах, стабільно зростає і в наш час, у вітчизняній науці питання залишається недостатньо розробленим. Відзначимо лише публікацію Р. Кулачковського та І. Круглова (Кулачковський та Круглов, 2016), в якій розглядаються ландшафтні видозбори, виділені на підставі морфологічних класів наземного покриття у межах форм мезорельєфу з наступною естетичною метризацією їхньої просторової структури.

Це дослідження має на меті обґрунтування та апробацію методики антропоцентричної оцінки візуального ландшафтного різноманіття, визначеного морфологією наземної поверхні, що структурує видимий геопростір та може бути змодельована засобами ГІС. Об'єктом дослідження є краєвиди Дніпропетровської області, предметом – структурна організація кумулятивних видозборів, виражена різноманіттям територіальної композиції типів наземного покриття.

2. Концептуальні основи

Видимість у широкому розумінні є математичною абстракцією, що визначається конфігурацією простору. Головним обмежувачем зони видимості на земній поверхні є її кривизна, що формує математичний горизонт, віддаль до якого залежить від висоти точки спостереження відносно поверхні. Через рефракцію світла в атмосфері реальна дальність видимого горизонту може не співпадати з математичною. Видозбір (*англ. viewshed*) є частиною геопростору, що видима з певної геопозиції (осередку) (Tandy, 1967); видозбори є географічним різновидом полігонів видимості.

Околи видозборів у ландшафті, окрім кривизни земної поверхні, обмежені рельєфом, рослинним покривом і спорудами, які є перепонами, що створюють закриті для огляду ділянки місцевості, а також окреслюють обрій. Для означення видимої поверхні суходолу, сформованої топографічною поверхнею, водами суходолу, льодовим покривом, рослинністю, створеними людиною нерухомими об'єктами пропонуємо вживати термін *наземна поверхня*; саме ця поверхня безпосередньо фіксується активними сенсорними системами дистанційного зондування. Видозбірний аналіз полягає у визначенні всіх геопозицій, що можуть бути безперешкодно з'єднаними із осередком лінією прямої видимості. Розміри і конфігурація околів видозборів визначають топографічну відкритість місцевості (Yokoyama et al., 2002) – кутовий вимір зв'язку рельєфу з відстанню до обрію.

Обмежене видозбором поле візуального огляду визначається горизонтальним та вертикальним оглядовими кутами. Горизонтальний кут залежить від фізіологічних особливостей та рухомості сенсорної системи спостерігача: у нерухомому осередку для рухомого спостерігача поле візуального огляду може охоплювати до 360° поземно, для нерухомого спостерігача – відповідно до його фізіологічно обумовленого зорового поля, що для здорової людини

в середньому становить від 94° до 104° для кожного ока, близько 180° загалом (з урахуванням периферійного зору) та близько 125° для стереоскопічного фокусування (Smythies, 1996). Переміщення самого осередку огляду звужує горизонтальний кут у напрямку руху і залежить від швидкості та оглядових характеристик транспортного засобу (якщо такий використовується). Наприклад, пішохідна прогулянка забезпечує 360° горизонтальної оглядовості, цілеспрямований рух або пробіжка – близько 124° , вело- чи мотопогулянка – близько 90° (Panero et al., 1979; Department of Transportation, 2015).

Якщо горизонтальний кут огляду визначає частину видозбору, доступну для сприйняття, вертикальний кут є ключовим для сприйняття відстані та зовнішнього вигляду об'єктів з точки зору хорологічних взаємовідносин. Залежно від повноти сенсорного сприйняття Й. Граньо

(Granö, 1929) розрізняв ближнє оточення (нім. *Nahsicht*), яке людина здатна сприймати усіма органами чуття на противагу віддаленому оточенню (нім. *Fernsicht*), що сприймається лише органами зору.

Поле візуального огляду можна умовно розділити на три плани (Antrop et al., 2017; Гродзинський, 2005): ближній, у якому можливе стереоскопічне сприйняття об'єктів місцевості в їх натуральну величину, дальній, об'єкти у якому сприймаються двовірно, та середній, що плавно поєднує ці дві різні проєкції; умовною межею між ближнім та дальнім планами є гранична відстань стереоскопічного зору. Т. Хігучі (Higuchi, 1983) пропонує обмежувати ближній план лінією, що визначається вертикальним кутом огляду, рівним -10° доземно; середній план – від -10° до обрїю, дальній – для об'єктів, що окреслюють обрїй (рис. 1).

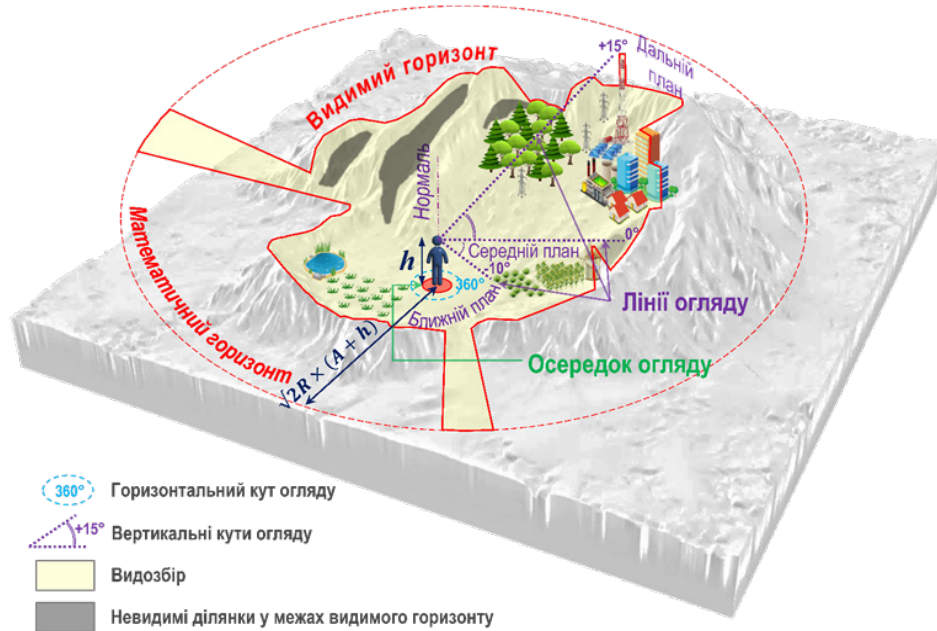


Рис. 1. Видозбір, сформований для осередку огляду топографічною поверхнею та наземним покривом
 Fig. 1. Viewshed formed by topographic surface and land cover from an observation point

Околи видозборів визначаються геопозицією осередку та можуть бути делімітовані для нескінченної кількості точок геопростору. Кумулятивний видозбір (Wheatley, 2022) території створюють шляхом багаторазового обчислення видозборів зі скінченного числа різних осередків та додавання їх методами картографічної алгебри. Добір таких осередків може здійснюватися відповідно до мети дослідження для свідомо визначених чи випадково згенерованих геопозицій. Кумулятивні видозбори є досить ефективними при оцінці сукупних видозборів доріг, що впливають на сприйняття місцевості рухомими спостерігачами (Quinn, 2022).

Іманентний (Lee et al., 1998) або ж тотальний видозбір (Inglis et al., 2022), на відміну від кумулятивного, розраховується для усієї множини геопозицій наземної поверхні, що на практиці

досягається додаванням видозборів, розрахованих для кожної комірки растрової цифрової моделі поверхні. По суті, він надає загальний опис візуальних характеристик ландшафту як продукту його топографії.

Видозбірне моделювання у його класичному розумінні дає лише бінарний результат видимих і невидимих ділянок без урахування структурного аспекту того, що саме потрапляє у поле зору. Органічним його продовженням є більш глибоке, структурне моделювання візуальних ландшафтів (англ. *visualscape*) (Llobera, 2003), або ж відових ландшафтів (англ. *viewscape*) (Vukomanovic et al., 2018; Inglis et al., 2022), які надалі пропонуємо визначати як *красвиди* – просторові композиції видимої наземної поверхні. Структурними елементами, що формують таку композицію є наземні покриви, які відображають біофізичні характеристики поверхні визначені типом сучасного рослинного

покриву (за його наявності), спорудами, поверхнею водних об'єктів та ділянками з відкритим ґрунтом (у інженерно-геологічному розумінні цього терміну). У цьому контексті, під просторовою структурною організацією краєвиду ми розуміємо взаємозв'язок його складових згідно з моделлю декомпозиції ландшафту на основі примітивів, що використовуються у його картографуванні (Antrop et al., 2017). Відповідно до цього підходу, ландшафт формується поєднанням *елементів* (дискретних об'єктів із чіткими межами, якими у даному дослідженні виступають типи наземного покриву), *компонентів* (континуальних утворень, таких як топографічна чи наземна поверхня) та *структур* (способів, за допомогою яких елементи або компоненти пов'язані між собою просторово або функціонально). Таким чином, аналізована просторова структурна організація є способом, у який морфологія наземної поверхні (як компонент, що формує видозбір) та мозаїка наземних покривів (як набір елементів) об'єднуються у цілісну просторову композицію видимого геопростору.

3. Матеріали і методи

В якості вихідних матеріалів дослідження було обрано цифрову модель поверхні (включаючи будівлі, інфраструктуру та рослинність) Copernicus GLO-30 (European Space Agency, 2019), розроблену у рамках програми Copernicus Європейського космічного агентства (ESA) на основі інтерферометричних даних, отриманих зі супутникової місії TanDEM-X з вертикальною точністю близько 4 метрів. Дані про геопросторовий розподіл наземних покривів отримано із набору ESA WorldCover v200 (Zanaga et al., 2021), створеного на основі радарних

та оптичних знімків Sentinel із використанням технологій машинного навчання. Переваги цих наборів порівняно з аналогами полягають у відкритій ліцензії, що дозволяє вільне використання у комерційних та некомерційних проєктах, а також у їх незалежній валідації, проведеній за стандартами CEOS (Committee on Earth Observation Satellites – Комітет із супутників спостереження).

Як вже зазначалося, базовим результатом видозбірною моделювання є растрова карта видимості, яка класифікує геопростір навколо точки спостереження на видимий та невидимий (істина/хиба або 1/0). На першому етапі було здійснено спробу оцінити загальний візуальний потенціал наземної поверхні, репрезентованої Copernicus GLO-30. Зважаючи на просторову розрізненість оригінальної цифрової моделі – 1 кутова секунда, що в межах території дослідження відповідає близько $30,92 \times 20,70 \pm 0,4$ метри, істотною перепоною у моделюванні тотальних видозборів є його надзвичайна ресурсоємність. У стандартному підході для кожної геопозиції потрібно окремо проєктувати лінії огляду до всіх пікселів у заданому радіусі, що вимагає багато повторюваних розрахунків. Для вирішення цієї проблеми З. Чучкович (Čučković, 2016) пропонує спростити нескінченний набір радіальних ліній огляду з усіх геопозицій до фіксованої кількості напрямків, ідентичної для кожного пікселя, а також генералізувати відносні зсуви, що дозволяє щонайменше вдвічі зменшити обчислювальну складність процедури. У результаті для кожної комірки розраховується індекс видимості (Čučković, 2020), що обчислюється як співвідношення позитивних візуальних зв'язків: значення 1,0 або 100% означає, що точка може бути видимою з усіх сусідніх у заданому оточенні – радіусі аналізу, що визначає максимальну відстань, на яку проєктуються лінії огляду з осередків (рис. 2).

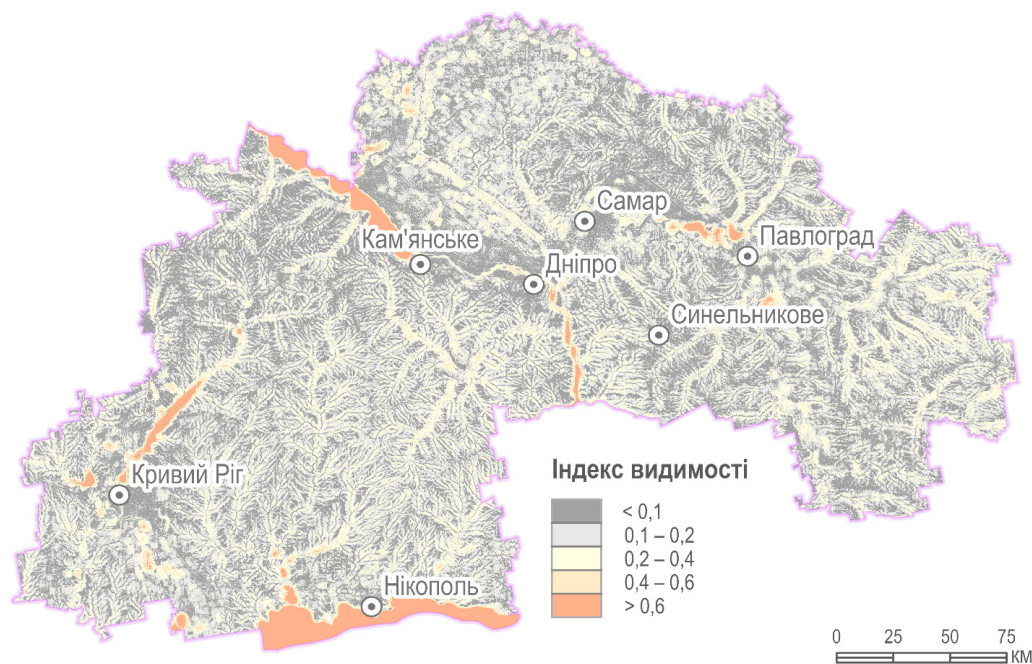


Рис. 2. Тотальний видозбір (індекс видимості) наземної поверхні Дніпропетровської області. Радіус аналізу – 3 000 м, висота спостерігача – 1,7 м
 Fig. 1. Total viewshed (visibility index) of the land surface in the Dnipropetrovsk region. Analysis radius – 3,000 m, observer height – 1.7 m

Видозбірне моделювання наземної поверхні має й інші виклики. Наприклад, найбільш вірогідною позицією спостерігача буде стояти на землі, а не оглядати довкола з верхівок дерев чи споруд, хоча в умовах урбанізованих територій цілком можлива різна оглядовість з однієї геопозиції залежно від висоти будівлі. Тому, незважаючи на більшу точність попиксельної дискретизації поверхні при визначенні тотального видозбору, більш об'єктивною репрезентацією оглядовості вважаємо кумулятивний видозбір на основі регулярної сітки осередків, розміщених виключно на топографічній поверхні.

Важливе значення має і радіус аналізу, оскільки максимально можлива віддаль до об'єкту залежить від висоти спостерігача над поверхнею еліпсоїда, що визначається нерівностями аналізованої (у даному випадку – топографічної) поверхні. Змінний радіус аналізу D розраховуємо за формулою (1):

$$D = \sqrt{2 R \times (A+h)}, \quad (1)$$

де R – середній радіус Землі (~ 6371 км), A – абсолютна висота топографічної поверхні, h – власна висота спостерігача (~ 1,7 м).

В ідеалі для отримання значень A найкраще мати цифрову модель висот, створену на основі наземного топографічного знімання місцевості. Але оскільки у відкритих джерелах такі цифрові моделі відсутні, в якості альтернативи було обрано створену дослідниками з Університету Брістоля та компанії Fathom модель FABDEM (Hawker et al., 2022). З неї шляхом накладання регулярної прямокутної сітки осередків, розміщених на відстані, кратній просторовій розрізненості після попереднього заповнення прогалів здійснено вибірку атрибуту A з наступним розрахунком змінного радіусу аналізу D (рис. 3).

Видозбірне моделювання виконувалося у середовищі ArcPRO версії 3.5.3 інструментом геодезичної взаємовидимості (*Geodesic Viewshed*) з урахуванням атмосферної рефракції та у збільшеному екстенті для уникнення крайового ефекту. Оскільки точки вибірки потенційно можуть бути взаємовидимі, атрибутивне значення отриманого растру кумулятивного видозбору може варіюватися залежно від множин перекриття. Тому, було здійснено його бінаризацію з виділенням видимих та невидимих із набору осередків вибірки ділянок наземної поверхні.

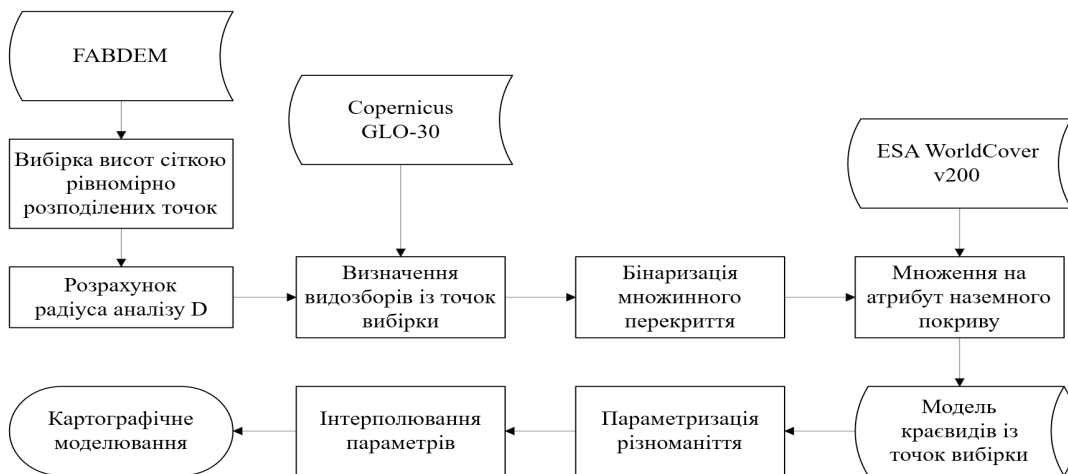


Рис. 3. Алгоритм моделювання просторової структурної організації краєвидів
 Fig. 3. Modeling workflow for the spatial structural organization of viewscape

Для моделювання структурного різноманіття краєвидів пропонуємо застосовувати локальну операцію растрової алгебри – попиксельне множення бінаризованих видозборів на атрибут наземного покриття, у результаті невидимі покриття анулюються, а видимі – зберігають свій вихідний кодовий ідентифікатор.

Таким чином, отримуємо растрову модель просторової структурної організації краєвидів кумулятивного видозбору (рис. 4).

Для оцінки її різноманіття можна застосовувати широке коло метрик, достатньо розроблених як у методологічному (Wu et al., 2000), так і у технічному аспекті (Chen et al., 2020). З-поміж них було обрано кілька різнокатегоріальних показників із акцентом на метриках різноманіття типів та конфігурації, що

відображають візуальне різноманіття типів наземних покриттів (*що саме ми бачимо*) та їхню строкатість (*як багато* різноманітних об'єктів потрапляє у видозбір). Серед композиційних метрик цілком репрезентативним є індекс рівномірності Шеннона (*SHEI*), що нормалізує індекс різноманіття Шеннона на максимальне значення для заданої кількості типів (у даному випадку – 7 типів наземних покриттів з набору ESA WorldCover).

Для конфігураційних аспектів, що відображають строкатість, обираємо індекс перемішаності та суміжності (*Interspersion and Juxtaposition Index, IJI*), який наближається до 0 при сегрегації типів і до 100 при максимальній перемішаності, що корелює з візуальною мозаїчністю. Додатково, для оцінки агрегації (зворотної строкатості) використовуємо індекс когезії (*Patch Cohesion Index, COHESION*), що



Рис. 4. Видимі типи наземних покривів кумулятивного видозбору сітки регулярних осередків огляду 9×9 км
 Fig. 4. Visible land cover types within the cumulative viewshed of a 9×9 km regular observation grid

вимірює зв'язність патчів: високі значення вказують на агрегованість, низькі – на фрагментованість.

Розрахунок цих метрик проводиться в FRAGSTATS на растровій моделі видимих наземних покривів (див. рис. 4), з урахуванням відсутності даних фону для фокусу на видозборах. Для інтегрального показника пропонуємо *індекс візуальної гетерогенності (Visual Heterogeneity Index, VHI)*, що поєднує загальний візуальний потенціал топографічної поверхні (тотальний видозбір) з композитним показником строкатості та різноманіття видимих наземних покривів (2):

$$VHI = VI \times [SHEI \times (JI/100) \times (1 - COHESION/100)], \quad (2)$$

де *VHI* – індекс візуальної гетерогенності, *VI* – індекс видимості (тотальний видозбір наземної поверхні), *SHEI* – індекс рівномірності Шеннона, *JI* – індекс перемішаності та суміжності, *COHESION* – індекс когезії.

Оскільки значення *VHI*, обчислені за формулою (2), є відносно малими через множення нормалізованих метрик (зокрема, низькі значення *VI* в переважно рівнинних ландшафтах області, де видимість обмежена кривизною поверхні та рельєфом), для зручності картографічної візуалізації вони були нормалізовані шляхом множення на 1000 і виражені у проміле (‰).

Пропонований підхід поєднує загальний візуальний потенціал поверхні з різноманіттям краєвидів, де множення забезпечує синергію: високий *VHI* вимагає як доброї оглядовості, так і балансу/перемішаності типів з низькою агрегацією, а нормалізація компонентів уникає домінування однієї метрики. Отримана модель візуальної

гетерогенності, однак, потребує континуалізації, оскільки на етапі розрахунку кумулятивного видозбору геопростір був дискретизований сіткою осередків огляду. Для цього пропонуємо розрахувати усереднені значення індексу візуальної гетерогенності для тесельованих полігонів, побудованих з осередків огляду із наступним інтерполюванням на територію дослідження. У результаті отримуємо картографічну модель візуальної гетерогенності краєвидів (рис. 5).

Для унаочнення ізоплетів обрано картографічну методику К. Танаки, відому як освітлені ізолінії: товщина та колір ізоліній варіюється залежно від їх розміщення відносно умовного джерела освітлення, розташованого на північному заході. У поєднанні із градієнтним заповненням псевдоізоповерхонь це створює візуальний ефект об'єму, а також підкреслює спрощення інтерполюваної поверхні у ізоплетному картографуванні.

3. Результати

Аналіз отриманої картографічної моделі дозволяє виявити чіткі геопросторові закономірності у розподілі індексу *VHI*, що зумовлені взаємодією двох ключових чинників: морфологічними особливостями рельєфу поверхні та ступенем різноманіття наземних покривів. Загалом Дніпропетровська область характеризується типовим для степової зони України рівнинним рельєфом, з помітними відмінностями між правобережною (західною) та лівобережною (східною) частинами. Правобережжя належить до Придніпровської височини, де абсолютні висоти сягають у середньому від 150 до 200 м, а поверхня сильно розчленована ерозійними

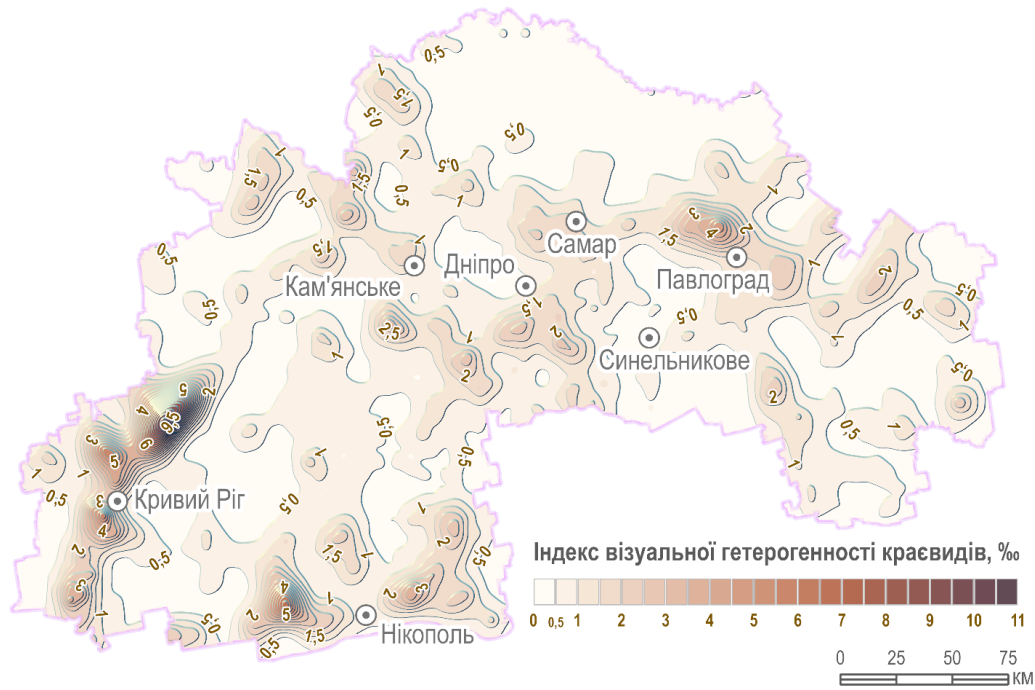


Рис. 5. – Картографічна модель візуальної гетерогенності краєвидів Дніпропетровської області
 Fig. 5. Cartographic model of the visual heterogeneity of views in the Dnipropetrovsk region

формами – ярами, балками та річковими долинами, що є наслідком тривалої ерозії на кристалічних породах Українського щита. На протигагу цьому, лівобережжя входить до складу Придніпровської низовини, із нижчими висотами (50–100 м), більш виположеним рельєфом та широкими річковими долинами, такими як Самарська, Вовчанська та Орільська. Ці топографічні відмінності безпосередньо впливають на індекс видимості (VI), оскільки нерівний рельєф правобережжя сприяє ширшому полю огляду та вищим значенням топографічної відкритості, тоді як плоскі ландшафти лівобережжя обмежують видимість через кривизну поверхні та відсутність значних перепадів висот.

Щодо наземних покривів, домінуючим типом по усій території області є орні сільгоспугіддя, які займають понад 70% території, що знижує композиційне різноманіття через монодомінантність. Додатковим фактором, що обмежує візуальну гетерогенність, є типова для степових агроландшафтів мережа захисних лісосмуг, які створюють ширми та зменшують видимість, особливо у період вегетації. Окремий вплив мають антропогенні трансформації, зокрема гірничопромислові ландшафти, де штучні форми рельєфу поєднуються із більш різноманітними покривами – від оголених ґрунтів і техногенних водойм до рекультивованої рослинності.

Максимальні значення VHI (до 1,6% після нормалізації) спостерігаються у гірничопромислових районах Криворіжжя, Нікопольщини та біля Павлограда. На Криворіжжі, центрі найбільшого залізрудного басейну Східної Європи, видобуток відкритим способом сформував багаторівневий рельєф з глибокими кар'єрами та високими відвалами, що значно підвищує VI через

збільшення кутів огляду та топографічної відкритості. Різноманіття покривів тут збагачене техногенними елементами – оголеними скелями, водоймами у кар'єрах та частково рекультивованими ділянками. Аналогічно, на Нікопольщині марганцевий видобуток створив систему відкритих копалень та підземних шахт, з результуючим рельєфом, що включає провали та відвали, підвищуючи візуальну гетерогенність через контраст з навколишніми агроландшафтами. Біля м. Павлоград вугільний видобуток (переважно підземний) призводить до поверхневих деформацій, утворення териконів та водойм, що додає рельєфної варіативності та різноманіття покривів.

Відносно високі значення VHI фіксуються на Верхньодніпровщині та у районі затоплених Дніпрових порогів. Верхньодніпровщина характеризується розчленованим рельєфом з численними балками та ярами, що забезпечує високу видимість і поєднується з мозаїкою природних (лісові та степові ділянки) та антропогенних покривів, дніпровське Надпоріжжя зберігає елементи скелястого рельєфу із перепадами висот, що сприяє ширшому полю огляду, а також різноманіттю покривів у заплавах та на схилах.

Найнижчі значення VHI притаманні півночі лівобережжя області, долині Орелі та правобережним агроландшафтам у трикутнику Кам'янське – Кривий Pіg – Нікополь. Північ лівобережжя є типовою рівниною з мінімальними перепадами висот, де домінують монокультурні орні угіддя з низьким SHEI та високою агрегацією, а лісосмуги додатково обмежують видимість. Долина Орелі, як широка акумулятивна заплава, має вирівняний рельєф з однорідними лучно-степовими та орними покривами, що знижує

конфігураційне різноманіття. У трикутнику Кам'янське – Кривий Ріг – Нікополь, попри промислову активність на периферії, центральні агроландшафти є плоскими полями, де низька топографічна відкритість поєднується з високою сегрегацією покривів і впливом лісосмуг. Отже, можна стверджувати, що у Дніпропетровській області антропогенні трансформації, зокрема гірничодобувна діяльність, компенсують природну рівнинність, створюючи “техногенні оази” високої гетерогенності на тлі домінуючих агроландшафтів.

4. Обговорення

Запропонована методика, що поєднує тотальний та кумулятивний видозбірний аналіз з метриками різноманіття наземних покривів, узгоджується з еволюцією підходів до вивчення візуальних ландшафтів у оглядових роботах (Llobera, 2003; Inglis et al., 2022). Зокрема, перехід від простого бінарного видозбору до структурного моделювання краєвидів як композицій видимої наземної поверхні відображає ширші тренди в ландшафтній екології, де візуальна доступність розглядається як властивість ландшафту, що підсилює культурні екосистемні послуги. (Aben et al., 2018).

Переваги методики полягають у її антропоцентричному підході, який інтегрує об'єктивні геометричні характеристики видозборів з метриками ландшафтного різноманіття, дозволяючи кількісно оцінювати візуальні властивості краєвидів. Використання відкритих даних Copernicus GLO-30 та ESA WorldCover та простих алгоритмів геоінформаційної обробки забезпечує відтворюваність і доступність. Крім того, розрахунок кумулятивних видозборів на основі регулярної сітки осередків з урахуванням змінного радіусу аналізу оптимізує обчислювальні ресурси. Порівняно з аналогічними моделями, наш підхід розширює фокус із морфологічних класів на динамічну композицію покривів, що підвищує точність та об'єктивність оцінки візуального різноманіття.

Разом з тим, запропонована методика має низку обмежень. Найменш істотним є обмеження точністю наявних цифрових моделей поверхонь та геопросторових баз даних наземних покривів. Використана модель Copernicus GLO-30 має вертикальну точність близько 4 м, що достатньо для регіонального масштабу, але може призводити до помилок у визначенні ліній видимості в урбанізованих або лісистих районах, де висота будівель чи рослинності недооцінена. Аналогічно, ESA WorldCover v200 з просторовою роздільністю 10 м, добре класифікує основні типи покривів, але ігнорує сезонні зміни вегетації чи дрібні фрагменти, як це відзначено в критичних оглядах. У нашому випадку, для Дніпропетровської області з домінуючими агроландшафтами, це призводить до переоцінки монодомінантності орних угідь, особливо у заплавах, де природна рослинність фрагментована.

Більш істотним викликом є проблема узгодження двох принципово різних поверхонь: топографічної (*bare-earth DEM*) для кумулятивного видозбору та

наземної (включаючи рослинність і споруди) для тотального індексу видимості (*VI*). Оскільки індекс видимості розраховується для усіх комірок наземної поверхні, а кумулятивний видозбір – для осередків на топографічній поверхні, таке агрегування різнорідних показників може призводити до неузгодженостей, відомих у літературі як *bare-earth bias*.

Добір відстані між осередками сітки (9×9 км) у нашій моделі є компромісом: менша сітка підвищує просторову точність кумулятивного видозбору, але вимагає значних обчислювальних ресурсів. Для Дніпропетровської області з площею понад 31 тис. км² це призводить до генералізації, де локальні варіації (наприклад, у балках правобережжя) згладжуються, а континуалізація *VHI* через інтерполяцію (рис. 5) вводить додаткові артефакти. Крім того, методика не враховує суб'єктивні аспекти сприйняття (наприклад, вертикальні кути огляду чи рух спостерігача), фокусуючись на об'єктивних геометричних параметрах, що є загальним концептуальним обмеженням усіх подібних підходів, заснованих на мережі оглядових осередків.

У цілому, запропонований підхід, попри недоліки, розширює можливості кількісної характеристики краєвидів. Перспективи подальших досліджень включають інтеграцію динамічних факторів (сезонність, освітлення) та застосування кумулятивних видозборів дорожньої мережі для оцінки екосистемних послуг. Це дозволить розвинути методику для урбанізованих регіонів, підвищуючи її практичну цінність у плануванні та охороні ландшафтів.

5. Висновки

У дослідженні було обґрунтовано та апробовано методику антропоцентричної оцінки візуального ландшафтного різноманіття на основі картографічного моделювання просторової структурної організації краєвидів Дніпропетровської області. Запропонований підхід поєднує тотальний і кумулятивний видозбірний аналіз з використанням відкритих геопросторових даних, застосовуючи растрову алгебру для інтеграції топографічної видимості з метриками композиційного та конфігураційного різноманіття наземних покривів. Розроблений індекс візуальної гетерогенності (*VHI*) дозволяє кількісно оцінювати краєвиди як об'єктивні просторові композиції, враховуючи геопозицію спостерігача та морфологію поверхні, що розширює традиційні ландшафтознавчі методи на візуально-естетичні аспекти, узгоджені з Європейською ландшафтною конвенцією. Запропонована методика демонструє потенціал для оцінки культурних екосистемних послуг краєвидів і, незважаючи на обмеження, забезпечує відтворюваність і доступність для середньомасштабних досліджень.

ORCID iD

Oleh V. Syzenko <https://orcid.org/0000-0002-9158-1693>

Список посилань

- Aben, J., Pellikka, P., & Travis, J. (2018). A call for viewshed ecology: Advancing our understanding of the ecology of information through viewshed analysis. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(3), 624–633. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12902>
- Anderson, C., & Rex, A. (2019). Preserving the scenic views from North Carolina's Blue Ridge Parkway: A decision support system for strategic land conservation planning. *Applied Geography*, 104, 75–82. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.01.008>
- Antrop, M., & Van Eetvelde, V. (2017). *Landscape perspectives: The holistic nature of landscape*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-024-1183-6>
- Chen, B., & Iannone, B. V., III. (2020). FRAGSTATS: A free tool for quantifying and evaluating spatial patterns. *EDIS*, 2020(6), Article 9. <https://doi.org/10.32473/edis-fr431-2020>
- Council of Europe Landscape Convention (2020). Council of Europe. <https://www.coe.int/en/web/landscape>
- Čučković, Z. (2016). Advanced viewshed analysis: A Quantum GIS plug-in for the analysis of visual landscapes. *Journal of Open Source Software*, 1(4), Article 32. <https://doi.org/10.21105/joss.00032>
- Čučković, Z. (2020). Visibility index (total viewshed) for QGIS: Finally there! *Landscape Archaeology*. <https://landscapearchaeology.org/2020/visibility-index>
- Department of Transportation. (2015). *Guidelines for the visual impact assessment of highway projects* (Report No. FHWA-HEP-15-029). Federal Highway Administration. 104. https://www.environment.fhwa.dot.gov/env_topics/other_topics/VIA_Guidelines_for_Highway_Projects.pdf
- European Space Agency. (2019). *Copernicus DEM GLO-30: Global 30 m digital elevation model*. <https://doi.org/10.5270/ESA-c5d3d65>
- Granö, J. G. (1929). *Reine Geographie: Eine methodologische Studie, beleuchtet mit Beispielen aus Finnland und Estland* [Pure geography: A methodological study, illustrated with examples from Finland and Estonia]. Akateeminen Kirjakauppa. [In German]
- Гродзинський М. Д. (2005). *Пізнання ландшафту: місце і простір*. Том 2. Київський університет.
- Hawker, L., Uhe, P., Paulo, L., Sosa, J., Savage, J., Sampson, C., & Neal, J. (2022). A 30m global map of elevation with forests and buildings removed. *Environmental Research Letters*, 17(2), Article 024016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac4d4f>
- Higuchi, T. (1983). *The visual and spatial structure of landscapes* (C. S. Terry, Trans.). MIT Press. <https://doi.org/10.37862/aaeportal.00164>
- Inglis, N. C., Vukomanovic, J., Costanza, J., & Singh, K. K. (2022). From viewsheds to viewscapes: Trends in landscape visibility and visual quality research. *Landscape and Urban Planning*, 224, Article 104424. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104424>
- Кулачковський, Р. та Круглов, І. (2016). Видозбірні геоекосистеми басейну витоків ріки Сян. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Географія*, 1(40), 191–200.
- Lee, J., & Stucky, D. (1998). On applying viewshed analysis for determining least-cost paths on digital elevation models. *International Journal of Geographical Information Science*, 12(8), 891–905. <https://doi.org/10.1080/136588198241554>
- Llobera, M. (2003). Extending GIS-based visual analysis: The concept of visualsapes. *International Journal of Geographical Information Science*, 17(1), 25–48. <https://doi.org/10.1080/713811741>
- Лозинський, Р. (2020). Семіотика ландшафту та його візуальний/текстуальний аналіз в англо-американській культурній географії. *Часопис соціально-економічної географії*, 28, 25–34. <https://doi.org/10.26565/2076-1333-2020-28-03>
- Panero, J., & Zelnik, M. (1979). *Human dimension and interior space: A source book of design reference standards*. Watson-Guptill.
- Quinn, S. D. (2022). What can we see from the road? Applications of a cumulative viewshed analysis on a US state highway network. *Geographica Helvetica*, 77(2), 165–178. <https://doi.org/10.5194/gh-77-165-2022>
- Smythies, J. (1996). A note on the concept of the visual field in neurology, psychology, and visual neuroscience. *Perception*, 25(3), 369–371. <https://doi.org/10.1068/p250369>
- Tandy, C. (1967). The isovist method of landscape survey. *Methods of Landscape Analysis*, 10, 9–10.
- Van Dyke, R. M., Bocinsky, R. K., Windes, T. C., & Robinson, T. P. (2016). Great houses, shrines, and high places: Intervisibility in the Chacoan world. *American Antiquity*, 81(2), 205–230. <https://doi.org/10.7183/0002-7316.81.2.205>
- Vukomanovic, J., Singh, K. K., Petrasova, A., & Vogler, J. B. (2018). Not seeing the forest for the trees: Modeling exurban viewscapes with LiDAR. *Landscape and Urban Planning*, 170, 169–176. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.10.010>
- Wheatley, D. (2022). Cumulative viewshed analysis: a GIS-based method for investigating intervisibility, and its archaeological application. In G. Lock & Z. Stančić (Eds.), *Archaeology and geographic information systems* (pp. 171–185). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780367810467-13>
- Wu, J., Shen, W., Sun, W., & Tueller, P. T. (2000). Multiscale analysis of landscape heterogeneity: Scale variance and pattern metrics. *Annals of GIS*, 6(1), 6–19. <https://doi.org/10.1080/10824000009480529>
- Yang, X., Lindquist, M., Van Berkel, D., & Grace, D. (2024). A viewshed-based approach for assessing perceived walkability in cities. *Journal of Digital Landscape Architecture*, 9, 735–746. <https://doi.org/10.14627/537752068>
- Yokoyama, R., Shirasawa, M., & Pike, R. J. (2002). Visualizing topography by openness: A new application of image processing to digital elevation models. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 68(3), 257–266.
- Zanaga, D., Van De Kerchove, R., Daems, D., De Keersmaecker, W., Brockmann, C., Kirches, G., Wevers, J., Cartus, O., Santoro, M., Fritz, S., Lesiv, M., Herold, M., Tsendbazar, N. E., Xu, P., Ramoino, F., & Arino, O. (2021). *ESA WorldCover 10 m 2021 v200*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7254221>

References

- Aben, J., Pellikka, P., & Travis, J. (2018). A call for viewshed ecology: Advancing our understanding of the ecology of information through viewshed analysis. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(3), 624–633. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12902>
- Anderson, C., & Rex, A. (2019). Preserving the scenic views from North Carolina's Blue Ridge Parkway: A decision support system for strategic land conservation planning.

- Applied Geography*, 104, 75–82. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.01.008>
- Antrop, M., & Van Eetvelde, V. (2017). *Landscape perspectives: The holistic nature of landscape*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-024-1183-6>
- Chen, B., & Iannone, B. V., III. (2020). FRAGSTATS: A free tool for quantifying and evaluating spatial patterns. *EDIS*, 2020(6), Article 9. <https://doi.org/10.32473/edis-fr431-2020>
- Council of Europe Landscape Convention (2000). Council of Europe. <https://www.coe.int/en/web/landscape>
- Čučković, Z. (2016). Advanced viewshed analysis: A Quantum GIS plug-in for the analysis of visual landscapes. *Journal of Open Source Software*, 1(4), Article 32. <https://doi.org/10.21105/joss.00032>
- Čučković, Z. (2020). Visibility index (total viewshed) for QGIS: Finally there! *Landscape Archaeology*. <https://landscapearchaeology.org/2020/visibility-index>
- Department of Transportation. (2015). *Guidelines for the visual impact assessment of highway projects* (Report No. FHWA-HEP-15-029). Federal Highway Administration. 104. https://www.environment.fhwa.dot.gov/env_topics/other_topics/VIA_Guidelines_for_Highway_Projects.pdf
- European Space Agency. (2019). *Copernicus DEM GLO-30: Global 30 m digital elevation model*. <https://doi.org/10.5270/ESA-c5d3d65>
- Granö, J. G. (1929). *Reine Geographie: Eine methodologische Studie, beleuchtet mit Beispielen aus Finnland und Estland* [Pure geography: A methodological study, illustrated with examples from Finland and Estonia]. Akateeminen Kirjakauppa. [In German].
- Grodzinsky, M. D. (2005). *Piznannia landshaftu: mistse i prostir* [Landscape cognition: place and space] (Vol. 2). Kyiv University. [In Ukrainian].
- Hawker, L., Uhe, P., Paulo, L., Sosa, J., Savage, J., Sampson, C., & Neal, J. (2022). A 30m global map of elevation with forests and buildings removed. *Environmental Research Letters*, 17(2), Article 024016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac4d4f>
- Higuchi, T. (1983). *The visual and spatial structure of landscapes* (C. S. Terry, Trans.). MIT Press. <https://doi.org/10.37862/aaeportal.00164>
- Inglis, N. C., Vukomanovic, J., Costanza, J., & Singh, K. K. (2022). From viewsheds to viewscapes: Trends in landscape visibility and visual quality research. *Landscape and Urban Planning*, 224, Article 104424. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104424>
- Kulachkovskiy, R., & Kruhlov, I. (2016). Vydrozbirni heoekosystemy baseinu vytokiv richky Sian [Viewshed Geoecosystems Of The Sian Headwaters Basin]. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Ser. Heohrafiia*, 1(40), 191–200. [In Ukrainian].
- Lee, J., & Stucky, D. (1998). On applying viewshed analysis for determining least-cost paths on digital elevation models. *International Journal of Geographical Information Science*, 12(8), 891–905. <https://doi.org/10.1080/136588198241554>
- Llobera, M. (2003). Extending GIS-based visual analysis: The concept of visualsapes. *International Journal of Geographical Information Science*, 17(1), 25–48. <https://doi.org/10.1080/713811741>
- Lozynskiy, R. (2020). Semiotyka landshaftu ta yoho vizualnyi/tekstualnyi analiz u anhlo-amerykanskii kulturnii heohrafi [Landscape semiotics and visual/textual analysis in Anglo-American cultural geography]. *Chasopys sotsialno-ekonomichnoi heohrafi*, 28, 25–34. <https://doi.org/10.26565/2076-1333-2020-28-03> [In Ukrainian].
- Panero, J., & Zelnik, M. (1979). *Human dimension and interior space: A source book of design reference standards*. Watson-Guptill.
- Quinn, S. D. (2022). What can we see from the road? Applications of a cumulative viewshed analysis on a US state highway network. *Geographica Helvetica*, 77(2), 165–178. <https://doi.org/10.5194/gh-77-165-2022>
- Smythies, J. (1996). A note on the concept of the visual field in neurology, psychology, and visual neuroscience. *Perception*, 25(3), 369–371. <https://doi.org/10.1068/p250369>
- Tandy, C. (1967). The isovist method of landscape survey. *Methods of Landscape Analysis*, 10, 9–10.
- Van Dyke, R. M., Bocinsky, R. K., Windes, T. C., & Robinson, T. P. (2016). Great houses, shrines, and high places: Intervisibility in the Chacoan world. *American Antiquity*, 81(2), 205–230. <https://doi.org/10.7183/0002-7316.81.2.205>
- Vukomanovic, J., Singh, K. K., Petrasova, A., & Vogler, J. B. (2018). Not seeing the forest for the trees: Modeling exurban viewscapes with LiDAR. *Landscape and Urban Planning*, 170, 169–176. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.10.010>
- Wheatley, D. (2022). Cumulative viewshed analysis: a GIS-based method for investigating intervisibility, and its archaeological application. In G. Lock & Z. Stančić (Eds.), *Archaeology and geographic information systems* (pp. 171–185). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780367810467-13>
- Wu, J., Shen, W., Sun, W., & Tueller, P. T. (2000). Multiscale analysis of landscape heterogeneity: Scale variance and pattern metrics. *Annals of GIS*, 6(1), 6–19. <https://doi.org/10.1080/10824000009480529>
- Yang, X., Lindquist, M., Van Berkel, D., & Grace, D. (2024). A viewscape-based approach for assessing perceived walkability in cities. *Journal of Digital Landscape Architecture*, 9, 735–746. <https://doi.org/10.14627/537752068>
- Yokoyama, R., Shirasawa, M., & Pike, R. J. (2002). Visualizing topography by openness: A new application of image processing to digital elevation models. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 68(3), 257–266.
- Zanaga, D., Van De Kerchove, R., Daems, D., De Keersmaecker, W., Brockmann, C., Kirches, G., Wevers, J., Cartus, O., Santoro, M., Fritz, S., Lesiv, M., Herold, M., Tsendbazar, N. E., Xu, P., Ramoino, F., & Arino, O. (2021). *ESA WorldCover 10 m 2021 v200*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7254221>

Розріз Жидачів і його значення у пізнанні морфолітогенетичних процесів в басейні Дністра

Андрій М. Яцишин , Роман Я. Дмитрук , Андрій А. Кирильчук ,
Марія В. Лялюк 

Львівський національний університет імені Івана Франка вул. П. Дорошенка, 41, Львів 79000, Україна

Анотація

В публікації проаналізовано сучасний стан вивченості будови фрагментів долин Дністра і Стрия в межах Стрийсько-Жидачівської улоговини. Опрацьований нами новий розріз терасових відкладів – Жидачів, дає унікальні можливості встановити: 1) закономірності будови пухких нагромаджень однієї з плейстоценових терас р. Стрий; 2) місце (номер) дослідженої тераси в загальній номенклатурі терас рік басейну Дністра; 3) удосконалити уявлення про перебіг морфогенетичних процесів в улоговині, зокрема, і в долинах Стрия та Дністра – взагалі.

В розрізі розкрита верхня частина відкладів тераси, представлених лесово-грунтовим покривом та алювієм заплавної і старичної фації. Лесово-грунтовий покрив складений голоценовим ґрунтом, який розвинений на дубнівському (витачівському) вкопному ґрунті (MIS 3), що безпосередньо залягає на відкладах сформованих упродовж п'ятої ізотопно-кисневої стадії (MIS 5), а саме перешаруванні інтерстадіальних ґрунтів з лесовими утвореннями, які підстилаються інтергляціальним (еємським) лісовим ґрунтом. Ілювіальний горизонт еємського вкопного ґрунту розвинений на лесоподібних відкладах, які стратиграфічно відповідають верхньому горизонту середньоплейстоценових (MIS 6) лесів, підстелених алювієм заплавної фації. Алювій руслової фації, який розкритий розвідувальними свердловинами, закладеними неподалік кар'єру, представлений 18-метровою товщею валунно-галькового матеріалу.

Будова лесово-грунтового покриву тераси дає підстави впевнено ідентифікувати її як середньоплейстоценову четверту надзаплавну (езупільську). Теплий алювій цієї тераси, імовірно, нагромаджувався впродовж кайдацького часу (MIS 7), а завершення нагромадження алювію відбувалось в холодних умовах тясминського палеокліматичного етапу (MIS 6).

Результати досліджень розрізів Голобутів, Жидачів та інших свідчать про те, що північна частина Стрийсько-Жидачівської улоговини вивпнена алювієм, який осаджувався починаючи з середнього плейстоцену включно.

Ключові слова

тераса, леси, вкопні ґрунти, алювій, долина Стрия, палеокліматичний етап

Надійшла до редакції: 21 листопада 2025 / Прийнята: 27 грудня 2025 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2025

The Zhydachiv section and its significance in understanding morpholithogenic processes in the Dniester basin

Andriy M. Yatsyshyn, Roman Ja. Dmytruk, Andriy A. Kyrylchuk, Maria V. Lialyuk

Ivan Franko National University of Lviv, 41, P. Doroshenka St, Lviv, 79000, Ukraine

Abstract

The publication analyses the current state of research into the structure of fragments of the Dniester and Stryi valleys within the Stryi-Zhydachiv basin. The new section of terrace deposits we have studied, Zhydachiv, provides unique opportunities to establish: 1) the patterns of the structure of loose accumulations of one of the Pleistocene terraces of the Stryi River; 2) the location (number) of the studied terrace in the general nomenclature of terraces of the Dniester River basin; 3) improve our understanding of the course of morphogenetic processes in the basin, in particular in the Stryi and Dniester valleys in general.

The upper part of the terrace deposits, represented by loess-soil cover and alluvium of floodplain and oxbow facies, is exposed in the section. The loess-soil cover consists of Holocene soil developed on Dubno (Vytchiv) fossil soil (MIS 3), which directly lies on deposits formed during the fifth oxygen isotope stage (MIS 5), namely, interlayering of interstadial soils with loess formations, which are underlain by interglacial (Eemian) forest soil. The illuvial horizon of the Eemian fossil soil is developed on loess-like deposits, which stratigraphically correspond to the upper horizon of the Middle Pleistocene (MIS 6) loess, underlain by alluvium of the floodplain facies. The alluvium of the channel facies, which is exposed by exploratory wells drilled near the quarry, is represented by an 18-metre thick layer of boulder and pebble material.

The structure of the terrace's forest-soil cover provides grounds for confidently identifying it as a Middle Pleistocene fourth floodplain (Yezupil). The warm alluvium of this terrace probably accumulated during the Kaidak period (MIS 7), and the accumulation of alluvium was completed in the cold conditions of the Tiasmyn paleoclimatic stage (MIS 6).

The results of studies of the Golobut, Zhydachiv and other sections indicate that the northern part of the Stryi-Zhydachiv basin is filled with alluvium, which has been deposited since the Middle Pleistocene.

Keywords

Terrace, loess, fossil soils, alluvium, Stryi Valley, paleoclimatic stage

Received: November 21, 2025 / Accepted: December 27, 2025 / Published online: December 30, 2025

Corresponding author:

Andriy M. Yatsyshyn, Ivan Franko National University of Lviv, 41, P. Doroshenka St, Lviv, 79000, Ukraine
Email: andrii.yatsyshyn@lnu.edu.ua

© 2025 The Authors. Published by Taras Shevchenko National University of Kyiv. This is an open-access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. Вступ

Публікацій, в яких висвітлені проблеми будови фрагментів долин рік Дністер і Стрий у межах Стрийсько-Жидачівської улоговини, опубліковано відносно небагато і більшість з них вийшла в світ у 50–60-тих роках минулого століття. Зокрема, треба згадати публікації Л. Скварчевської (Скварчевская, 1956) та П. Цися (Цись, 1962). Але першим науковцем, який ґрунтовно проаналізував будову улоговини, був С. Рудницький (1907). Наприкінці 60-тих років минулого століття у цьому районі Передкарпаття та прилеглий частині Поділля були проведені бурові роботи, описи кернів свердловин яких надають важливу інформацію про потужності і будову пухких нагромаджень улоговини (Денисевич и др., 1968а, Денисевич и др., 1968б; Саксеев и Щеденко, 1968).

Важливою є праця Я. Кравчука (1999), яка підбиває підсумки досліджень долин рік Дністер та Стрий, а також Стрийсько-Жидачівської улоговини, проведених впродовж ХХ століття.

Спільним для перелічених вище досліджень є застосування лише морфологічного критерію розчленування і кореляції терас. Зокрема, спираючись на морфологічні критерії С. Рудницький (1907) в межах Стрийсько-Жидачівської улоговини виокремив дві тераси:

1) молодоалювіальну, яка тягнеться вздовж русла Стрия і на 1,0–1,5 м піднімається над руслом річки;

2) першу староалювіальну терасу, яка піднімається над поверхнею молодоалювіальної тераси на висоту до 5,0 м. Тобто, її перевищення над руслом Стрия досягають 6,0–6,5 м.

Разом з тим С. Рудницький наголошував, що у межах староалювіальної тераси подекуди морфологічно видимими стають декілька (до чотирьох) гіпсометричних рівнів, різниці між відмітками денних поверхонь яких досягають 1,0–2,0 м (Рудницький, 1907).

Л. Скварчевська у межах передкарпатського фрагменту долини Стрия виокремлювала сім терас (Скварчевская, 1956). Сьома–п'ята тераси розвинені на схилах Дрогобицької та Моршинської височин, які формують борти Стрийсько-Жидачівської улоговини, а перша–четверта тераси – у днищі долини р. Стрий, Стрийсько-Жидачівській улоговині. Щоправда на думку автора, поверхня верхньоплейстоценової четвертої тераси зливається з поверхнею улоговини (четвертою терасою Дністра) тільки у її східних регіонах, в околицях Дашави (Скварчевская, 1956). З просуванням від Дашави у бік Карпат поверхня тераси поступово піднімається над поверхнею улоговини, простежуючись на нижніх ділянках макросхилів прилеглих височин (Скварчевская, 1956). Нагромадження потужної, до 35 м, алювіальної товщі конусу виносу Стрия, на думку Л. Скварчевської, припало на пізньоплейстоцен-голоценовий час (Скварчевская, 1956).

П. Цись (1962) стверджував, що найбільшого розвитку у межах Стрийсько-Жидачівської улоговини досягає друга тераса. На переконання Я. Кравчука (1999) Стрийсько-Жидачівська улоговина зайнята переважно першою і другою терасами (Кравчук, 1999).

Наші геолого-геоморфологічні дослідження в тих частинах долин рік Дністер і Стрий, які охоплені Стрийсько-Жидачівською улоговиною, опирались не лише на морфологічні спостереження, а й виконувались із залученням стратиграфічного розчленування і кореляції терас:

1) стратифікації лесово-ґрунтових покривів (Богущкий та ін., 2025; Яцишин та ін., 2016);

2) результатів палінологічних і радіовуглецевих датувань терасових відкладів (Gębica et al., 2013; Gębica i Jacyszyn, 2014; Gębica et al., 2016; Gębica & Jacyšyn, 2023);

3) побудовані нами на основі описів кернів свердловин геолого-геоморфологічні профілі, які надають інформацію про потужності пухких відкладів терас, розташування ложа алювію тощо (Yatsyshyn & Gębica, 2023).

На підставі проведених досліджень встановлено, що вздовж русла р. Дністер і пригирлової частини долини р. Стрий, розташованої нижче м. Жидачів, розвинені висока заплава висотою 4–5 м і перша надзаплавна тераса висотою 5,5–6,0 м. Перша надзаплавна тераса і заплава поширені у порівняно вузькій смузі долин рік Дністер і Стрий, які врізані у прилегли ділянки улоговини і відділені від них здебільшого морфологічно добре вираженим уступом висотою до 6–15 м. В долині Дністра цей уступ простежено по лінії населених пунктів Раделичі–Рудники–Пісочне–Черниця–Київцець–Жидачів–Рогозно–Журавків–Млиниська–Побережжя–Журавно. Алювіальні відклади першої надзаплавної тераси Дністра–Стрия накопичувались впродовж шести етапів: впродовж пізнього гляціалу; на завершенні атлантику (6000–5400 р. т.); суббореалу (3500–2800 р. т.); римського оптимуму (2100–1700 р. т.); у ранньому середньовіччі (V–VII, X–XII століття) і впродовж малої льодовикової епохи (XIV–XVII століття) (Gębica i in., 2013; Gębica et al., 2016, Gębica i Jacyszyn, 2014).

Уступ, який відділяє першу надзаплавну терасу і заплаву від решти території улоговини, формує друга надзаплавна тераса пізньоплейстоценового віку (Yatsyshyn & Gębica, 2023; Huhmann et al., 2004).

Слабко вивченою залишається будова тої частини улоговини, яка розвинена поза врізаними у її поверхню долинами Дністра і Стрия. Враховуючи результати досліджень розрізу Голобутів ми прийшли до висновку, що в прилеглий до Дрогобицької височини прибортовій частині Стрийсько-Жидачівської улоговини могли зберегтись алювіальні відклади середньоплейстоценової (галицької) тераси (Богущкий та ін., 2025).

2. Матеріали і методи

В улоговинах, які значно поширені в передкарпатській частині долини Дністра і долинах його карпатських притоків, морфологічний (морфометричний) критерій розчленування і кореляції терас – проводиться на підставі аналізу відносних відміток терас або відносного розташування терас (за їх порядковими номерами), переважно є малоінформативним та неточним,

особливо під час досліджень терас плейстоценового віку (Яцишин та ін., 2010). Точнішим є стратиграфічний критерій ідентифікації терас, під час застосування якого встановлення порядкового номеру (віку) тераси здійснюється на підставі аналізу будови стратифікованого субаерального покриву тераси, у даному випадку лесово-грунтового, а також аналізу співвідношень в розрізах терас алювіальних і гляціальних відкладів, поширених в північній частині басейну Дністра (Богуцький та ін., 2025; Яцишин та ін., 2010; Яцишин та ін., 2016; Яцишин і Дмитрук, 2022).

Встановлення часу формування терас Дністра на основі аналізу їхніх стратифікованих лесово-грунтових покривів терас широко використовується багатьма дослідниками, особливо М. Векличем (1965, 1977, 1982), П. Гожином (2006), П. Гожином і Л. Лінднером (Gožik et al., 2007). Але вперше цей підхід був застосований Ю. Полянським ще наприкінці 20-тих років минулого століття (Полянський, 1929).

Нами також активно використовувалось стратиграфічне розчленування лесово-грунтових покривів терас для встановлення часу їхнього формування та кореляції (Яцишин, 2001, 2003). Тому на сьогодні розроблено та одночасно використовуються декілька схем, у яких кількість терас і час їх формування встановлюються із застосуванням саме такого методу досліджень.

Згідно з результатами наших досліджень генезису та стратиграфічної позиції субаеральних відкладів, що перекривають алювій, тераси досліджуваної ділянки долини Дністра умовно можна розділити на дві групи:

- 1) тераси, у яких алювій перекритий викопним ґрунтом (ґрунтовим комплексом);
- 2) тераси, у яких алювій перекритий лесовими нагромадженнями (Яцишин, 2001, 2003).

3. Результати

Під час польових досліджень, проведених впродовж 2025 року, нами неодноразово вивчався розріз терасових відкладів у кар'єрі, що розташований на південний захід від м. Жидачів. Розріз четвертинних лесово-грунтових та алювіальних відкладів Жидачів закладений у північно-західній частині кар'єру цегельного заводу у м. Жидачів (49.36328667004056, 24.12877853730001). Кар'єр розташований на південно-західній околиці Жидачева, на відстані близько 500 м на північ від с. Королівка (рис. 1).

У кар'єрі розкрита верхня частина нагромаджень тераси, яка у вигляді морфологічно добре вираженої вирівняної поверхні тягнеться вздовж правого берега р. Стрий від селища Гніздичів до міста Жидачів. Ширина площадки тераси на цій ділянці долини р. Стрий змінюється від 0,5–0,6 до 1,5–1,6 км, а подекуди більше.

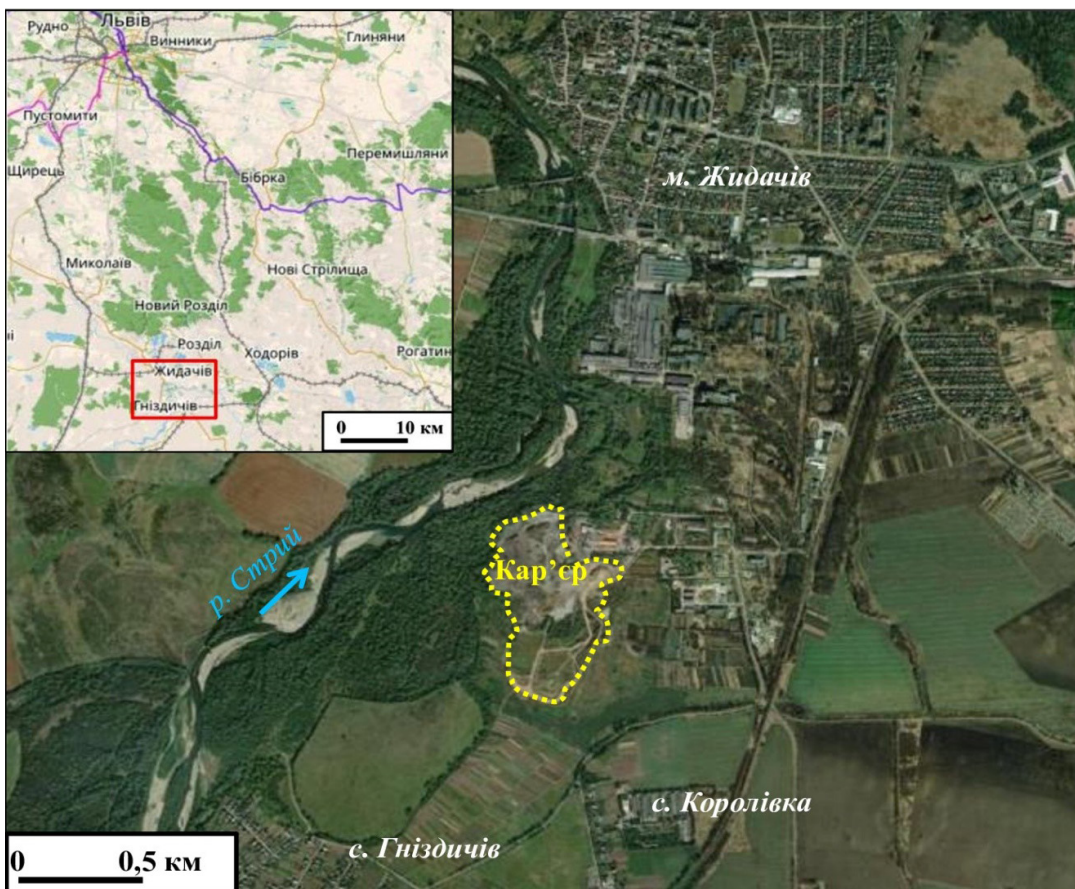


Рис. 1. Розташування розрізу Жидачів. (Google Earth Pro, 2025).
Fig. 1. Location of the Zhydachiv section. (Google Earth Pro, 2025).

Її перевищення над руслом р. Стрия досягають 7–8 м. Абсолютні відмітки площадки тераси змінюються в діапазоні 255–257 м.

Від русла Стрия тераса відділена заплавою (низькою заплавою з відносною висотою до 1,3–1,4 м та високою – до 2,5–2,7 м) і першою надзаплатною терасою, перевищення якої над руслом річки досягають 5–6 м. З протилежного боку (вздовж тилового шва) вона межує

з гіпсометрично вищою на 4–6 м терасою, яка від с. Королівка простягається до південно-східних околиць м. Жидачів.

Розріз скомпонований з двох зачисток, закладених у верхньому і нижньому уступах кар'єру: перша зачистка закладена у верхньому уступі (стінці) кар'єру, друга – у нижньому уступі (стінці) кар'єру, який обривається до дна кар'єру (рис. 2–4).



Рис. 2. Зачистки в розрізі Жидачів. Фото Р. Дмитрука.
Fig. 2. Excavations in the Zhydachiv section. Photo by R. Dmytruk.



Рис. 3. Зачистка лесово-грунтового покриву тераси, розкритого у верхньому уступі кар'єру. Фото Р. Дмитрука.
Fig. 3. Excavations of the loess and soil cover of the terrace, exposed in the upper step of the quarry. Photo by R. Dmytruk.



Рис. 4. Зачистка заплавної фації аллювію, розкритої у нижньому уступі кар'єру. Фото А. Яцишина
Fig. 4. Excavations of the floodplain alluvium exposed in the lower step of the quarry. Photo by A. Yatsyshyn.

Дно кар'єру подекуди затоплене тимчасовими водоймами, що поросли рогозою та очеретом. На час опрацювання розрізу рівень води в днищі кар'єру низький в порівнянні із середнім рівнем води впродовж року. В розрізі розкрита така товща лесово-грунтових і алювіальних відкладів:

- 0 – 1,2 м Сучасний ґрунтовий комплекс. Морфологія ґрунту вказує на два етапи його формування: перший (давніший) – впродовж нього сформувався лісовий ґрунт; другий (молодший) – розвинувся дерновий ґрунт. В розрізі чітко відстежено гумусовий (**He**) горизонт дернового ґрунту, елювіальний (**E**) та ілювіальний (**I**) горизонти лісового ґрунту.
- 0 – 0,35 м Гумусовий (**He**) горизонт (молодшого дернового ґрунту) супіщаний некарбонатний темно сірий з коричнюватим відтінком, до низу колір світлішає. Горизонт не шаруватий, макропористий пронизаний червоточинами, корінням рослин у верхній частині антропогенно змінений. Перехід чіткий, поступовий, за зміною кольору і структури.
- 0,35 – 0,55 м Елювіальний (**E**) горизонт (давнішого лісового ґрунту) супіщаний некарбонатний строкато забарвлений: спостерігаються плями темно-сірого, світло-сірого та світло-коричневого кольорів. Темно-сірий матеріал сконцентрований у верхній частині горизонту, світло-коричневий у нижній, а світло-сірий матеріал рівномірно розподілений по усьому горизонту. Подекуди спостерігається смугасте забарвлення, що проявляється в чергуванні сірих і коричневих смуг. Перехід поступовий за зміною кольору і зникненням світло-сірої присипки.
- 0,55 – 1,20 м Горизонт вмивання лісового ґрунту (**I**) складений важкими супісками до суглинків жовтувато-сіро-коричневими зі світлими та темними плямами оглеєння, озалізнєння та оманганування. Максимальне оглеєння спостерігається в діапазоні 0,9–1,1 м. В шарі спостерігається велика кількість кротовин розміром від 8 до 15 см, виповнених темно-сірим (до чорного) суглинистим матеріалом. Окремі кротовини виповнені чорними важкими суглинками – матеріалом, який тепер відсутній (не зберігся) в розрізі. Нижні 7–8 см горизонту набувають помаранчево-бурого кольору – можливо геохімічний бар'єр? Перехід чіткий різкий нерівний за зміною кольору.
- 1,2 – 1,45 м *Дубнівський викопний ґрунт (?)*. В профілі ґрунту є підстави виділити дві складові: верхніх 8–10 см ґрунту складені світло-сірими супісками не карбонатними не шаруватими переповнених чорними залізо-мангановими примазками діаметром 1–4 мм. Світле забарвлення горизонту зумовлене оглеєнням. Перехід до розташованої нижче частини ґрунту чіткий поступовий за зміною кольору (зменшенням оглеєння).
Нижні 10–17 см викопного ґрунту складені суглинками і важкими супісками світло-коричневими з плямами та смугами сизого оглеєння (довжина смуг оглеєння до 5–8 см). Горизонт переповнений чорними та бурими залізо-мангановими примазками діаметром 1–3 мм. Перехід поступовий, чіткий за зміною кольору, структури і текстури.
- 1,45 – 2,95 м Відклади 5-ої ізотопно-кисневої стадії зі складною будовою.
- 1,45 – 1,70 м Викопний ґрунт інтерстадіального рангу (*один з колодівських ґрунтів*). Має двочленну будову:
верхніх 6–8 см – це гумусний горизонт, який складений суглинками з домішкою супісків коричнювато-сірими з плямами, смугами чорних залізо-манганових примазок. У правій частині зачистки добре виражена шаруватість, яка простежується за зміною забарвлення: чергування сірих, жовтувато-білих і темно-сірих смуг і лінз потужністю до 1,0–1,5 см і протяжністю від 7–8 до 25 см. Перехід поступовий за зміною кольору і зникненням шаруватості;
нижніх 17–18 см горизонту збудовані легкими суглинками сірими некарбонатними, не шаруватими, подекуди оглеєними з чорними і бурими залізо-мангановими примазками. Перехід чіткий за зміною кольору і появою шаруватості.
- 1,70 – 2,10 м Соліфлюкційна шарувата пачка, шаруватість якої виражена в зміні кольору відкладів – переважають (головна складова соліфлюкційної пачки) лесоподібні легкі суглинки сірувато-жовті не карбонатні з плямами сизого оглеєння і чорними залізо-мангановими примазками діаметром 1–3 мм. Потужність лесових прошарків змінюється від 2–5 до 8–10 см, зі зменшенням їх потужності у нижніх 13–17 см пачки. Другою складовою соліфлюкційної пачки є темно-сірі, коричнево-сірі пілуваті не карбонатні піски. Це перероблений матеріал А горизонту емського викопного ґрунту.

Потужність лінз та прошарків цього матеріалу змінюються від 1,0–1,5 до 3–4 см. У нижній частині соліфлюкційної пачки (нижніх 15–17 см) з'являються гнізда, лінзи білясто-жовтуватих пилюватих пісків. Потужність лінз змінюється в межах 3–5 мм, а протяжність до 2–3 см.

Перехід чіткий поступовий за зміною кольору і зникненням шаруватості.

- 2,10 – 2,35 м Елювіальний горизонт (Е), який складений некарбонатними жовтувато-коричневими суглинками з плямами сизого оглеєння і, подекуди, смугами оглеєння орієнтованих вертикально. Довжина смуг оглеєння досягає 9–12 см та потужності до 1,0–1,5 см. По усьому горизонту спостерігаються плями і примазки чорного озалізнєння і оманганування.
У нижній частині горизонту, на висоті 2–3 см від його підшови, спостерігаються лінзи білясто-сірих пилюватих некарбонатних пісків, протяжністю від 5–6 до 8–10 см і потужністю до 1–2 см. Перехід поступовий за зміною кольору і зменшенням оглеєння.
- 2,35 – 2,95 м Ілювіальний (І) горизонт єємського викопного ґрунту. Складений супісками жовтувато-коричневими з плямами і вертикально орієнтованими смугами сизого оглеєння довжиною до 15–20 см і потужністю у верхній частині до 1 см. У верхніх 20 см горизонту є лінзи і плями коричнево-бурого суглинного матеріалу протяжністю від 5–6 до 40 см і потужністю до 1,5 см. Перехід чіткий за появою карбонатів (реакція з соляною кислотою).
- 2,95 – 3,40 м Супіщано-суглинста жовтувато-коричнева карбонатна товща з вертикальними смугами та плямами сизого оглеєння протяжністю від 3–4 до 10–12 см і потужністю від 5–7 мм до 2 см. Матеріал активно закипає з кислотою. Спостерігаються мушлі молюсків. Перехід чіткий за зміною кольору.
- 3,40 – 3,95 м Суглинки сірувато-сизі карбонатні з плямами і смугами іржаво-бурих суглинків часто вертикально орієнтованих, довжиною від 5–6 до 9–10 см. Матеріал горизонту швидше за все має алювіальне походження. Поблизу підшови горизонту спостерігаються кротовини діаметром до 10 см, які виповнені ймовірно матеріалом ілювіального (І) горизонту єємського викопного ґрунту. Перехід чіткий за зміною кольору, появою шаруватості. Опис розрізу продовжено у зачистці 2.
- 3,95 – 6,35 м Горизонтально- і хвилясто шарувата алювіальна товща суглинисто-супіщаного складу з лінзами і прошарками білувато-сірих пилюватих пісків. Потужність прошарків пилюватих пісків досягає 1,0–1,5 см. Подекуди спостерігаються скупчення темно-бурого озалізнєння двох типів: перший – вздовж шаруватості; другий – у формі вертикально орієнтованих новоутворень. Нижніх 45 см товщі відрізняється такими рисами: складені темно-сірими суглинками, менш виражена шаруватість, загалом менш розповсюджене озалізнєння, але поблизу його підшови та покрівлі спостерігаються лінзи та смуги іржаво-бурого озалізнєння (ортзанд-?). Перехід чіткий хвилястий.
- 6,35 – 6,75 м Шарувата неоднорідна товща заплавного (?) алювію, принциповою відмінністю якої від описаної вище товщі є відсутність новоутворень типу кілець Лізеганга.
Товщу можна розділити на дві частини.
Верхні 28–30 см – це смугасто забарвлені відклади, в яких чергуються смуги сіро-сизого і бурого кольорів, складені мулистими пісками з домішкою глин. Пачка горизонтально шарувата, потужність прошарків від 2 до 6–8 см. У верхній частині розвинені лінзи середньо-грубозернистих жовтувато-бурих пісків протяжністю 0,4–1,0 м і більше та потужністю до 5 см. Подекуди трапляються плями бурого озалізнєння діаметром до 5 см.
Нижніх 20 см товщі відрізняються зростанням вмісту пісків і бурого озалізнєння. Відклади чітко шаруваті, що підкреслено смугами озалізнєння потужністю від 1–2 до 4 см. Перехід поступовий за зміною кольору.
- 7,25 – 7,90 м Пачка збудована сіро-сизими, подекуди темно-сірими тонкошаруватими карбонатними відкладами з добре відчутним запахом перегнилої органіки (рис. 5). З глибиною спостерігається поступова зміна гранулометричного складу відкладів від піщано-мулистих до дуже тонких мулистих пісків. Тонка шаруватість підкреслена смугастим забарвленням – чергуванням смуг сірого і темно-сірого забарвлення. Потужність смуг темно-сірого забарвлення досягає 2 см, а сірих – до 5 см і більше. Подекуди спостерігаються плями і патьоки бурого озалізнєння діаметром 3–7 мм. Пачка очевидно формувалась у слабкопроточній стариці з невеликими обсягами надходження уламкового (пісок) матеріалу.
- 7,25 – 7,90 м (дно шурфу, який затоплюється водою)



Рис. 5. Сіро-сізі і темно-сірі тонкошаруваті піщано-мулисті відклади старичної фації алювію. Фото А. Яцишина.
Fig. 5. Grayish-blue and dark-gray thinly bedded sandy-silty deposits of the oxbow facies of river alluvium. Photo by A. Yatsyshin.

Дно шурфу, яке знаходиться на глибині 7,9 м від поверхні тераси, під час його закладання та опису розкритих відкладів, поступово затоплювалось водою, яка надходила з горизонту підземних вод, гідрологічно зв'язаного з руслом річки Стрий. Інфільтрація вод з р. Стрий у товщу пухких відкладів тераси і поповнення запасів підземних вод можлива завдяки складу порід (алювію) водоносного горизонту – це тонкошаруваті піщано-мулисті нагромадження.

Алювій руслової фації, який розкритий розвідувальними свердловинами, закладеними неподалік кар'єру, досягнути в шурфі не вдалось. За даними буріння руслова фація алювію представлена 18-метровою товщею валунно-галькового матеріалу, підшва якого в околицях Гніздичева і Жидачева розташована на рівні 228–230 м (Саксеев та Щеденко, 1968). Тобто вона занурена на 25–27 м нижче поверхні тераси.

4. Обговорення

Розріз Жидачів перебуває на початковому етапі вивчення, а тому його інтерпретація зберігає деякі ще не розв'язані проблеми. Зокрема, дискусійним залишається питання часу та умов формування майже 18-метрової товщі алювіального валунно-галькового матеріалу руслової фації, розкритого в основі нагромаджень четвертої надзапавної (езупільської) тераси (Саксеев і Щеденко, 1968). Це помітно більше від нормальної потужності алювію руслової фації, яка встановлена для терас плейстоценового віку Дністра і його карпатських приток, що розвинені поза улоговинами. Отож, виникає питання: чи уся товща алювію руслової фації сформувалась впродовж кайдацького часу (MIS 7) або тільки якась його верхня частина була нагромаджена у кайдацький час, а нижня – може бути старшою? Тобто, алювіальна товща може бути збудована за констративним типом, сформованим

внаслідок розвитку накладених чи вкладених терас р. Стрий.

Відповідь на це питання дасть можливість вірогідно відтворити:

1) історію формування улоговини (товщі відкладів, яка її виповнює);

2) співвідношення терас у поперечному перерізі долини Стрия (Стрийсько-Жидачівської улоговини) – сформований комплекс накладених, вкладених чи інших терас;

3) амплітуди і вектори неотектонічних рухів у межах улоговини та їхній вплив на формування улоговини.

Довивчення також потребують:

1) палеогеографічні умови часу розгортання соліфлюкційних процесів, що мали місце в час акумуляції субаеральних відкладів п'ятої ізотопно-кисневої стадії та впливу на них палеорельєфу долини р. Стрий (улоговини);

2) виявлені у розрізі субаеральних нагромаджень тераси клиновидні структури, які є рідкісними для плейстоценових субаеральних відкладів Передкарпаття;

3) відібрані проби для палеомалакологічного та спорово-пилкового аналізів, які дадуть змогу реконструювати еволюцію ландшафтів в долинах Дністра і Стрия в середньому плейстоцені.

Дискусійним залишається питання віку (номера) тераси, яка розвинена вздовж тилового шва четвертої надзапавної (езупільської) тераси і простягається від с. Королівка до південно-східних околиць м. Жидачів. Її перевищення над езупільською терасою досягають 4–6 м, а над руслом р. Стрий 11–14 м. Ложе алювію цієї тераси в районі селища Гніздичів розкриті свердловинами на рівні 232 м, що на 20 м нижче русла р. Стрий але на 8–9 м вище ложа алювію досліджуваної четвертої надзапавної (езупільської) тераси (Саксеев та Щеденко, 1968). Не виключено, що це можуть бути фрагменти старшої – середньоплейстоценової п'ятої надзапавної (маріямпільської) тераси р. Стрий.

5. Висновки

За результатами вивчення розрізу терасових відкладів Жидачів нами напрацьовані такі висновки:

1) будова лесово-грунтового покриву тераси дає підстави ідентифікувати її як середньоплейстоценову четверту надзапавну (езупільську). Нагромадження цієї тераси дотепер найліпше були вивчені в розрізах Єзупіль 1 і Колодіїв 2 (Łanczont і Voguskuj, 2002). Проте, в обох розрізах не розкрито алювій руслової фації та її про будову запавної фації зібрано обмаль інформації;

2) факт перекриття запавної фації алювію “холодним” лесовим горизонтом дає підстави стверджувати, що завершення накопичення алювію четвертої надзапавної (езупільської) тераси р. Стрий відбувалось вже в холодних умовах тясминського палеокліматичного етапу (MIS 6);

3) на підставі результатів досліджень розрізів Голубутів, Жидачів та інших можна припустити, що

північна частина Стрийсько-Жидачівської улоговини (конус винесення Стрия) вивірена алювіальними нагромадженнями, які осаджувались починаючи з середнього плейстоцену (Богущкий та ін., 2025) та продовжилось у верхньому плейстоцені і голоцені;

4) розріз Жидачів підтвердив необхідність використання в передкарпатській частині долини Дністра і долин його приток, особливо в тих частинах долин, які охоплені улоговинами, не тільки морфологічного (морфометричного), а й стратиграфічного методів розчленування і кореляції терас. Застосування тільки морфологічного критерію часто призводить до помилкових висновків. Зокрема, на підставі морфологічного критерію досліджену терасу можна було б ідентифікувати як пізньоплейстоценову другу надзаплавну (тустанську) (Яцишин та Дмитрук, 2022). Спираючись на результати аналізу будови стратифікованого лесово-грунтового покриву вищеописану терасу треба ідентифікувати як середньоплейстоценову четверту (єзупільську) надзаплавну терасу.

ORCID iD

Andriy M. Yatsyshyn <http://orcid.org/0000-0002-3114-3042>
Roman Ja. Dmytruk <http://orcid.org/0000-0002-1850-3242>
Andriy A. Kyrylchuk <http://orcid.org/0000-0002-3700-3331>
Maria V. Lialiuk <https://orcid.org/0009-0004-5461-6000>

Список посилань

- Богущкий, А., Яцишин, А., Дмитрук, Р., & Томенюк, О. (2025). Розріз Голобутів і деякі проблеми геоморфології Передкарпаття. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*, 1(18), 40–52. <https://doi.org/10.30970/gpc.2025.1.4871>
- Веклич, М. Ф. (1965). Основні етапи розвитку річкових долин. *Геоморфологія річкових долин України*, 7–26.
- Веклич, М. Ф. (1977). Этапы образования позднекайнозойских речных долин Украины. *Речные системы и мелиорация*, 1, 23–26.
- Веклич, М. Ф. (1982). *Палеоэтапность и стратотипы почвенных формаций верхнего кайнозоя: монография*. Киев: Наукова думка.
- Гожик, П. Ф. (2006). Надсемейство UNIONOIDEA. *Пресноводные моллюски позднего кайнозоя юга Восточной Европы: монография* (Ч. 1). Киев: Логос.
- Денисевич, А. Н., Карпенчук, Ю. Р., Щирба, Н. Т., & Лебедев, А. А. (1968). *Геологическая карта масштаба 1 : 50 000 листов: М-34-96-В (Дрогобыч), М-34-96-Г (Меденица), М-35-97-А (Дашава), М-35-97-В (Тура Великая), М-35-97-Г (Калуш), М-35-109-Б (Новица). Отчёт Калушской геолого-съёмочной партии за 1963–1968 гг. Книга 3: Текстовые приложения (описания скважин, обнажений, каталог родников и колодезев, результаты лабораторных исследований по листам М-34-96-В (Дрогобыч), М-34-96-Г (Меденица), М-35-97-А (Дашава))*.
- Денисевич, А. Н., Карпенчук, Ю. Р., Щирба, Н. Т., & Лебедев, А. А. (1968). *Геологическая карта масштаба 1 : 50 000 листов: М-34-96-В (Дрогобыч), М-34-96-Г (Меденица), М-35-97-А (Дашава), М-35-97-В (Тура Великая), М-35-97-Г (Калуш), М-35-109-Б (Новица). Отчёт Калушской геолого-съёмочной партии за 1963–1968 гг. Книга 4: Текстовые приложения (описания скважин, обнажений, каталог родников и колодезев, результаты лабораторных исследований по листам М-35-109-Б (Новица), М-35-97-В (Тура Великая), М-35-97-Г (Калуш))*.
- Кравчук, Я. (1999). *Геоморфологія Передкарпаття: монографія*. Львів: Меркатор.
- Полянський, Ю. (1929). Подільські етюди. Тераси, ліси і морфологія Галицького Поділля над Дністром. *Збірник математично-природописно-лікарської секції НТШ*, 20, 1–191.
- Рудницький, С. (1907). Знадоби до морфології підкарпатського стоїща Дністра. *Збірник математично-природописно-лікарської секції НТШ*, 11, 1–80.
- Саксеев, Г. Т., & Щеденко, С. М. (1968). *Геологический отчёт о результатах поисков самородной серы в центральной части Предкарпатья, проведённых Львовской геологической экспедицией в 1966–1968 гг. Т. 2. Текстовые приложения*.
- Саксеев, Г. Т., & Щеденко, С. М. (1968). *Геологический отчёт о результатах поисков самородной серы в центральной части Предкарпатья, проведённых Львовской геологической экспедицией в 1966–1968 гг. Т. 3. Графические приложения*.
- Скварчевская, Л. В. (1956). *Геоморфология долин рек Стрыя и Опора* (Автореф. дисс.... канд. геогр. наук). Львовский государственный университет. Львов.
- Цись, П. М. (1962). *Геоморфологія УРСР: монографія*. Львів: Видавництво Львівського університету.
- Яцишин, А. М. (2001). *Геоморфологічна будова долини Дністра у межах Передкарпаття* (Автореф. дисс... канд. геогр. наук). Львівський національний університет. Львів.
- Яцишин, А. (2003). Кореляція терас Дністра у межах Передкарпаття з основними стратиграфічними горизонтами лесово-грунтової серії Волино-Поділля (Я. С. Кравчук, Ред.). У *Сучасні проблеми і тенденції розвитку географічної науки* (с. 285–287). Львів.
- Яцишин, А. (2010). Основні етапи верхньопліоцен-нижньоплейстоценового морфо-, літогенезу долини Дністра у районі Галицького Придністер'я. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*, 38, 379–394.
- Яцишин, А., & Богущкий, А. (2008). Етапи плейстоценового морфогенезу долини Дністра у Галицькому Придністер'ї на основі аналізу лесово-грунтових покривів терас. *Вісник Інституту археології*, 3, 3–7.
- Яцишин, А. М., Богущкий, А. Б., Дмитрук, Р. Я., & Плотніков, А. А. (2010). Антропогенні відклади північної частини Верхньодністерської улоговини. *Фізична географія та геоморфологія*, 1(58), 177–188.
- Яцишин, А., Богущкий, А., Дмитрук, Р., Томенюк, О., Ланчонт, М., & Мадейська, Т. (2016). Лесові покриви на терасах нижньої течії Свічі. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*, 50, 412–426. <http://dx.doi.org/10.30970/vgg.2016.50.8729>
- Яцишин, А., & Дмитрук, Р. (2022). Тустань – новий розріз терасових відкладів у долині Дністра. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*, 1(14), 104–127. <http://dx.doi.org/10.30970/gpc.2022.1.3834>
- Gębica, P., & Jacyszyn, A. (2014). Młodozwartorzędowa ewolucja doliny Dniestru i Stryja w Kotlinie Stryjsko-Żydaczowskiej (Wschodnie Przedkarpacie). W *Krajobrazy młodoglacjalne ich morfogeneza terażniejszość przyszłość* (41–42). Toruń.
- Gębica, P., Jacyszyn, A., Budek, A., & Czumak, N. (2013). Ewolucja doliny Stryja i Dniestru w kotlinie Stryjsko-Żydaczowskiej w późnym vistulianie i holocenie (A. Boguckiy, red.). W *Pokrywa lessowa Północnego Przyczarnomorza*.

- Monografia naukowa* (с. 241–257). <https://phavi.umcs.pl/at/attachments/2019/0306/121832-roxolany2013-monografia.pdf>
- Gębica, P., Jacyszyn, A., Krapiec, M., Budek, A., Czumak, N., Starkel, L., Andrejczuk, W., & Ridush, B. (2016). Stratigraphy of alluvia and phases of the Holocene floods in the valleys of the Eastern Carpathians foreland. *Quaternary International*, 415, 55–66. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.11.088>
- Gębica, P., Jacyszyn A., & Szczepanek, K. (2023). Evolution of the Holocene alluvial fan of the River Stryi in the foreland of the Eastern Carpathians (Western Ukraine). *Geographia Polonica*, 96(1), 173–194. <https://doi.org/10.7163/GPol.0251>
- Gożik, P., Lindner, L. (2007). Tarasy Środkowego i Dolnego Dniestru oraz ich znaczenie w badaniach nad plejstocenem Europy. *System dolinne i ich funkcjonowanie. Prace Instytutu Geografii AŚ w Kielcach*, 27–42.
- Huhmann, M., Kremenetski, K. V., Hiller, A. & Brückner, H. (2004). Late quaternary landscape evolution of the upper Dniester valley, western Ukraine. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 209, 51–71.
- Yatcyszyn, A., Gębica, P. (2023). Development of the alluvial fan of the Stryi River and its Late Glacial incision in the foreland of the Eastern Carpathians (Western Ukraine). *Acta Geologica Polonica*, 73(3), 453–465. <https://doi.org/10.24425/agp.2023.145620>
- Lanczont, M., & Boguckij, A. (2002). Badane profile lessowe i stanowiska paleolityczne Naddniestrza Halickiego. *Studia geologica Polonica: Lessy i paleolit Naddniestrza halickiego (Ukraina)*, 119(3), 33–181. Kraków.
- References**
- Bogucki, A., Yatsyshyn, A., Dmytruk, R., & Tomeniuk, O. (2025). Rozrizz Holobutiv i deyakii problemy heomorfolohiyi Peredkarpattya [The Holobutiv Section and Selected Geomorphological Issues of the Fore-Carpathians]. *Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent areas*, 1(18), 40–52. <https://doi.org/10.30970/gpc.2025.1.4871> [In Ukrainian].
- Denisevich, A. N., Karpenchuk, Yu. R., Shchirba, N. T., & Lebedev, A. A. (1968). *Geologicheskaya karta masshtaba 1 : 50 000 listov: M–34–96–V (Drogobich), M–34–96–G (Medenitsa), M–35–97–A (Dashava), M–35–97–V (Tura Velikaya), M–35–97–G (Kalush), M–35–109–B (Novitsa). Otchyot Kalushskoi geologo-syomochnoi partii za 1963–1968 gg. Kniga 3. Tekstovie prilozheniya (opisaniya skvazhin, obnazhenii, katalog rodnikov i kolodtsev, rezultati laboratornikh issledovaniy po listam M–34–96–V (Drogobich), M–34–96–G (Medenitsa), M–35–97–A (Dashava))* [Geological map tascale of 1 : 50 000 sheets: M–34–96–V (Drohobych), M–34–96–G (Medenitsa), M–35–97–A (Dashava), M–35–97–V (Tura Velyka), M–35–97–G (Kalush), M–35–109–B (Novitsa). Report of the Kalush geological survey party for 1963–1968. Book 3. Text appendices (descriptions of boreholes, outcrops, a catalogue of springs and wells, results of laboratory studies on sheets M–34–96–B (Drohobych), M–34–96–G (Medenitsa), M–35–97–A (Dashava))]. [In Russian].
- Denisevich, A. N., Karpenchuk, Yu. R., Shchirba, N. T., & Lebedev, A. A. (1968). *Geologicheskaya karta masshtaba 1 : 50 000 listov: M–34–96–V (Drogobich), M–34–96–G (Medenitsa), M–35–97–A (Dashava), M–35–97–V (Tura Velikaya), M–35–97–G (Kalush), M–35–109–B (Novitsa). Otchyot Kalushskoi geologo-syomochnoi partii za 1963–1968 gg. Kniga 4. Tekstovie prilozheniya (opisaniya skvazhin, obnazhenii, katalog rodnikov i kolodtsev, rezultati laboratornikh issledovaniy po listam M–35–109–B (Novitsa), M–35–97–V (Tura Velyka), M–35–97–G (Kalush))*. [In Russian].
- Gębica, P., & Jacyszyn, A. (2014). Młodoczwartorzędowa ewolucja doliny Dniestru i Stryja w Kotlinie Stryjsko-Żydaczowskiej (Wschodnie Przedkarpacie) [Late Pleistocene evolution of the Dniester and Stryi valleys in the Stryi-Zhydachiv basin (Eastern Carpathian Foreland)]. W *Krajobrazy młodoglacjalne ich morfogeneza terażniejszość przyszłość* (41–42). Toruń. [In Polish].
- Gębica, P., Jacyszyn, A., Budek, A., & Czumak, N. (2013). Ewolucja doliny Stryja i Dniestru w kotlinie Stryjsko-Żydaczowskiej w późnym vistulianie i holocenie [The evolution of the Stryj and Dniester valleys in the Stryj-Żydaczów Basin in the Late Vistulian and Holocene]. (A. Bogucki, red.). W *Pokrywa lessowa Północnego Przyczarnomorza. Monografia naukowa* (с. 241–257). Lublin. <https://phavi.umcs.pl/at/attachments/2019/0306/121832-roxolany2013-monografia.pdf> [In Polish].
- Gębica, P., Jacyszyn, A., Krapiec, M., Budek, A., & Czumak, N., Starkel, L., Andrejczuk, W., Ridush, B. (2016). Stratigraphy of alluvia and phases of the Holocene floods in the valleys of the Eastern Carpathians foreland. *Quaternary International*, 415, 55–66.
- Gębica, P., Jacyszyn, A., & Szczepanek, K. (2023). Evolution of the Holocene alluvial fan of the River Stryi in the foreland of the Eastern Carpathians (Western Ukraine). *Geographia Polonica*, 96(1) 173–194. <https://doi.org/10.7163/GPol.0251>
- Gozhik, P. F. (2006). Nadsemeystvo UNIONOIDEA. Presnovodnyye molluski pozdnego kaynozoya yuga Vostochnoy Yevropy: monografiya (CH. 1) [Superfamily UNIONOIDEA. Freshwater mollusks of the late Cenozoic of southern Eastern Europe: monograph (Part 1)] Kiyev: Logos. [In Russian].
- Gożik, P., Lindner, L. (2007). Tarasy Środkowego i Dolnego Dniestru oraz ich znaczenie w badaniach nad plejstocenem Europy [The Middle and Lower Dniester Terraces and Their Importance in the Study of the Pleistocene of Europe]. *System dolinne i ich funkcjonowanie. Prace Instytutu Geografii AŚ w Kielcach*, 27–42. [In Polish].
- Huhmann, M., Kremenetski, K. V., Hiller, A. & Brückner, H. (2004). Late quaternary landscape evolution of the upper Dniester valley, western Ukraine. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 209, 51–71.
- Kravchuk, Ya. (1999). *Heomorfolohiya Peredkarpattya* [Geomorphology of the Ciscarpace]. Lviv: Merkator. [In Ukrainian].
- Lanczont, M., & Boguckij, A. (2002). Badane profile lessowe i stanowiska paleolityczne Naddniestrza Halickiego [Studied loess profiles and Palaeolithic sites of the Dniester River in Halych]. *Studia geologica Polonica: Lessy i paleolit Naddniestrza halickiego (Ukraina)*, 119(3), 33–181. Kraków. [In Polish].
- Polyanskyy, Yu. (1929). Podilski etyudy. Terasy, lesy i morfolohiya Halyskoho Podillya nad Dnistrom [Podolsk etudes. Terraces, loess and morphology of Galician Podolia above the Dniester]. *Zbirnyk matematychno-pryrodopysno-likarskoyi sektsiyi NTSH*, 20, 1–191. [In Ukrainian].

- Rudnytskyy, S. (1907). Znadoby do morfolohiyi pidkarpat-s'koho stochyshcha Dnistra [Materials for the morphology of the Subcarpathian Dniester drainage basin]. *Zbirnyk matematychno-pryrodopysno-likarskoyi sektsiyi NTSH*, 11, 1–80.
- Sakseyev, G. T., & Shchedenko, S. M. (1968). *Geologicheskyy otchot o rezultatakh poiskov samorodnoy sery v tseentralnoy chasti Predkarpatya, provedonnykh Lvovskoy geologicheskoy ekspeditsiyey v 1966–1968 gg. T. 2. Tekstovyye prilozheniya* [Geological report on the results of native sulfur prospecting in the central part of the Carpathian Mountains, conducted by the Lviv Geological Expedition in 1966–1968. Vol. 2. Text appendices]. [In Russian].
- Sakseyev, G. T., & Shchedenko, S. M. (1968). *Geologicheskyy otchot o rezultatakh poiskov samorodnoy sery v tseentralnoy chasti Predkarpatya, provedonnykh Lvovskoy geologicheskoy ekspeditsiyey v 1966–1968 gg. T. 3. Graficheskyye prilozheniya* [Geological report on the results of native sulfur prospecting in the central part of the Carpathian Mountains, conducted by the Lviv Geological Expedition in 1966–1968. Vol. 3. Graphical appendices]. [In Russian].
- Skvarchevskaya, L. V. (1956). *Geomorfologiya dolin rek Stryia i Opora* [Geomorphology of the Stryia and Opora River Valleys] (Avtoref. diss.... kand. geogr. nauk). Lvovskiy gosudarstvennyy universitet. Lvov. [In Russian].
- Tsis, P. M. (1962). *Heomorfologiya URSS* [Geomorphology of the Ukrainian SSR]. Lviv University Press. Lviv. [In Ukrainian].
- Veklych, M. F. (1965). Osnovni etapy rozvytku richkovykh dolyn [Main stages of river valley development]. *Heomorfologiya richkovykh dolyn Ukrayiny*, 7–26. [In Ukrainian].
- Veklich, M. F. (1977). Etapy obrazovaniya pozdnekaynozoykskikh rechnykh dolin Ukrainy [Stages of formation of late Cenozoic river valleys of Ukraine]. *Rechnyye sistemy i melioratsiya*, 1, 23–26. [In Russian].
- Veklich, M. F. (1982). Paleoetapnost i stratotipy pochvennykh formatsiy verkhnego kaynozoya: monografiya [Paleostages and stratotypes of soil formations of the Upper Cenozoic: monograph]. Kiyev: Naukova dumka. [In Russian].
- Yatsyshyn, A. M. (2001). *Heomorfologichna budova dolyny Dnistra u mezhakh Peredkarpatya* [Geomorphological structure of the Dniester valley within the Carpathian Mountains] (Avtoref. dys.... kand. heohr. nauk). Lvivskyy natsionalnyy universytet. Lviv. [In Ukrainian].
- Yatsyshyn, A. (2003). Korelyatsiya teras Dnistra u mezhakh Peredkarpatya z osnovnyimi stratygrafichnyimi horyzontami lesovo-gruntovoyi seriyi Volyno-Podillya [Correlation of the Dniester terraces within the Precarpathian region with the main stratigraphic horizons of the Volyn-Podillia loess-soil series] (YA. S. Kravchuk, Red.). U *Suchasni problemy i tendentsiyi rozvytku heohrafichnoy nauky* (s. 285–287). Lviv. [In Ukrainian].
- Yatsyshyn, A. (2010). Osnovni etapy verkhnopliocenovnoy morfo- i litohenezu dolyny Dnistra u rayoni Halyskoho Prydnisterya [Main stages of the Upper Pliocene-Lower Pleistocene morpho- and lithogenesis of the Dniester Valley in the region of Galician Transnistria]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya heohrafichna*, 38, 379–394. [In Ukrainian].
- Yatsyshyn, A., & Bohutskyy, A. (2008). Etapy pleystotsenovoho morfohenezu dolyny Dnistra u Halyskomu Prydnisteryi na osnovi analizu lesovo-gruntovykh pokryviv teras [Stages of Pleistocene morphogenesis of the Dniester Valley in Galician Transnistria based on the analysis of loess-soil covers of terraces]. *Visnyk Instytutu arkheolohiyi*, 3, 3–7. [In Ukrainian].
- Yatsyshyn, A. M., Bohutskyy, A. B., Dmytruk, R. YA., & Plotnikov, A. A. (2010). Antropohenovi vidklady pivnichnoy chastyny Verkh'odnisters'koyi ulohovyny [Anthropogenic deposits of the northern part of the Upper Dniester Basin]. *Fizychna heohrafiya ta heomorfologiya*, 1(58), 177–188. [In Ukrainian].
- Yatsyshyn, A., Bohutskyy, A., Dmytruk, R., Tomenyuk, O., Lanchont, M., & Madeyska, T. (2016). Lesovi pokryvy na terasakh nyzhnoy techiyi Svichi [Loess covers on the terraces of the lower reaches of the Svich River]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya heohrafichna*, 50, 412–426. <http://dx.doi.org/10.30970/vgg.2016.50.8729> [In Ukrainian].
- Yatsyshyn, A., & Dmytruk, R. (2022). Tustan – novyy rozriz terasovykh vidkladiv u dolyni Dnistra [Tustan – a new section of terraced deposits in the Dniester Valley]. *Problemy heomorfologiyi i paleoheohrafiyi Ukrayinskykh Karpat i prylyhlykh terytoriy*, 1(14), 104–127. <http://dx.doi.org/10.30970/gpc.2022.1.3834> [In Ukrainian].
- Yatsyshyn, A., & Geþica, P. (2023). Development of the alluvial fan of the Stryi River and its Late Glacial incision in the foreland of the Eastern Carpathians (Western Ukraine). *Acta Geologica Polonica*. 73(3), 453–465. <http://dx.doi.org/10.24425/agp.2023.145620>

Навчальний екопроект “Дунай: від дельти до джерел” як дидактична модель просторового екоменеджменту

Сергій Ю. Бортник^{1,2} , Тетяна М. Лаврук¹ 

¹ Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна

² Університет Яна Кохановського в Кельцах, вул. Жеромського 5, Кельце, 25-369, Республіка Польща

Анотація

Річка Дунай є стратегічною віссю Паневропейської екомережі, яка сьогодні зазнає фрагментації внаслідок антропогенної діяльності та геополітичних викликів, спричинених війною росії в Україні. Повоєнна відбудова, відповідно до пріоритетів Європейського зеленого курсу, вимагає підготовки фахівців, здатних інтегрувати екологічні пріоритети у просторове планування за допомогою сучасного проектного менеджменту. У дослідженні обґрунтовано дидактичну модель формування фахових компетентностей на основі навчального екопроекту “Дунай: від дельти до джерел”. Спираючись на системний підхід та концепцію “навчання через дослідження” (inquiry-based learning), у роботі застосовано методологічну інверсію – дослідження річки “проти течії” (upstream approach). Такий підхід фокусує увагу на аналізі наслідків у дельті та причин їх виникнення. Здобувачі вчаться розробляти управлінські рішення на трьох ієрархічних рівнях (транснаціональному, регіональному та локальному) з використанням гнучких підходів (agile), сценарного моделювання та орієнтації на створення екологічної цінності. Дослідження ідентифікує просторові конфлікти (“сірі зони”) та геополітичні загрози для екомережі. Інформаційно-фактологічна база, що включає морфоструктурні особливості басейну, реєстр локацій та матрицю стану довкілля, слугує базисом для багаторівневих завдань – від ГІС-інвентаризації до антикризового управління. Інтерактивний кейс “Дилема Дельти” та матриця стейкхолдерів слугують ефективним інструментарієм для розвитку у здобувачів навичок прийняття багатofункціональних рішень. Запропонована інверсія поєднує макрорегіональний аналіз із локальним моделюванням, формуючи транскордонну відповідальність. Отримані результати забезпечують дієву модель для природничої освіти та просторового планування з метою підтримки спільної екологічної політики країн Дунайського басейну.

Ключові слова

дидактична модель, просторове планування, екоменеджмент, екомережа, басейн Дунаю, Європейський зелений курс

Надійшла до редакції: 2 грудня 2025 / Прийнята: 28 грудня 2025 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2025

The Educational Eco-Project “Danube: From Delta to Sources” as a Didactic Model for Spatial Environmental Management

Sergii Yu. Bortnyk^{1,2}, Tetiana M. Lavruk¹

¹ Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13, Volodymyrska St, Kyiv, 01601, Ukraine

² Jan Kochanowski University in Kielce, St. Żeromskiego 5, Kielce, 25-369, Poland

Abstract

The Danube River is a strategic axis of the Pan-European ecological network, currently experiencing fragmentation due to anthropogenic activities and geopolitical challenges caused by Russia's war in Ukraine. Post-war recovery, in line with the European Green Deal, requires training specialists capable of integrating environmental priorities into spatial planning through modern project management. This study substantiates a didactic model of professional competence development based on the educational eco-project “Danube: From Delta to Sources”. Using a systemic approach and inquiry-based learning, the research applies a methodological inversion: the “Delta-to-Sources” logic (upstream approach). This approach focuses on analyzing the consequences in the delta and their underlying causes. Students learn to develop management decisions at three hierarchical levels (transnational, regional, and local) using agile approaches, scenario modeling, and an orientation towards creating ecological value. The study identifies spatial conflicts (“grey zones”) and geopolitical threats to the eco-network. A factual database, which includes the morphostructural features of the basin, a location register, and an indicator species matrix, serves as the basis for multi-level tasks ranging from GIS inventory to crisis management. The interactive “Delta Dilemma” case and stakeholder matrix serve as an effective toolkit for developing students' skills in making multifunctional decisions. The proposed inversion combines macro-regional analysis with local modeling, fostering transboundary responsibility. The obtained results provide a viable model for science education and spatial planning to support a common environmental policy in the Danube Basin countries.

Keywords

didactic model, spatial planning, environmental management, ecological network, Danube basin, European Green Deal

Received: December 2, 2025 / Accepted: December 28, 2025 / Published online: December 30, 2025

Corresponding author:

Tetiana Lavruk, Taras Shevchenko National University of Kyiv,
64/13, Volodymyrska St, Kyiv, 01601, Ukraine
Email: tetiana.lavruk@knu.ua

© 2025 The Authors. Published by Taras Shevchenko National University of Kyiv. This is an open-access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. Вступ

Річка Дунай є не лише доміантною транскордонною водною магістраллю Європи, але й спільною природно-історичною спадщиною макрорегіону. Від дельти, включеної до списку Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО, і аж до витоків у Шварцвальді долина Дунаю з її притоками об'єднує найцінніші збережені ландшафти з високим природоохоронним статусом. Сьогодні 20 таких заповідних об'єктів належать до міжнародної мережі природоохоронних територій Дунаю DANUBEPARKS

(рис. 1). Ця транскордонна мережа формує своєрідне “зелене намисто” Європи. Найбільш репрезентативними є Дунайський біосферний заповідник (Україна, Румунія), національний парк “Джердап” (Сербія), природний парк “Копачкі Ріт” (Хорватія), національний парк “Дунай-Іпой” (Угорщина), національний парк “Донау-Ауен” (Австрія) та інші. Інтегровані до загальноєвропейських систем Natura 2000 та Emerald Network (“Смарагдова мережа”), ці території покликані функціонувати не як ізольовані осередки дикої природи, а як єдина, просторово зв'язна макроекосистема.

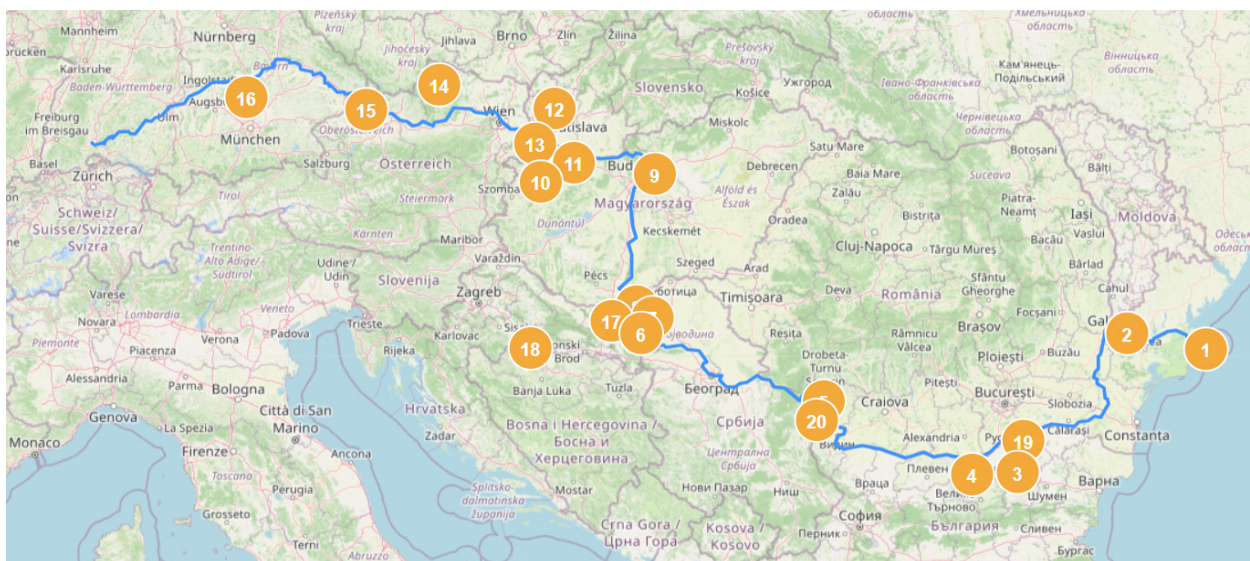


Рис. 1. Зображення інтерактивної карти учасників DANUBEPARKS (Cooperation for conservation..., n.d.).

Fig. 1. Image of the interactive map of DANUBEPARKS participants (Cooperation for conservation..., n.d.).

На території України виділено 4 суббасейни Дунаю – річок Тиса, Прут, Сірет та суббасейн Нижнього Дунаю (Про виділення суббасейнів..., б.д.). Річкові системи Тиси, Прута та Сірету формують екологічний каркас Карпатського регіону. Українська частина Дельти (зокрема, символічний “Нульовий кілометр”) має природоохоронний статус – Дунайський біосферний заповідник. За програмою “Людина і біосфера” (UNESCO, 1996), біосферний заповідник включає три зони: заповідне ядро (сувора охорона), буферну зону (пом'якшення впливу) та зону антропогенних ландшафтів. За українським законодавством, тут дозволені поселення, традиційне землекористування та господарська діяльність. Місто Вилкове, агропромислові ділянки, риболовецькі угіддя і транспортні шляхи Дунайського біосферного заповідника знаходяться у зоні антропогенних ландшафтів (transition area). І саме тут виникають просторові конфлікти, які вимагають компромісних управлінських рішень для балансування між економічними інтересами та вимогами екобезпеки (збереженням заповідних екосистем).

Для України річка Дунай є критично важливим транспортно-економічним коридором. Річка судноплавна на ділянці 2500 км від гирла і забезпечує транскордонну співпрацю з країнами Європи.

Попри дію Водної рамкової директиви ЄС (WFD)

та існуючих систем управління, антропогенний тиск на басейн зростає. Урбанізація, розвиток та розширення дорожньої інфраструктури, інтенсивне землекористування є основними чинниками фрагментації природних ландшафтів. Ситуація катастрофічно загострилася через воєнні дії в Україні: дельта перетворилася на зону акумуляції екологічних ризиків, що несуть загрозу всьому живому. Важливим є моніторинг і документування екологічної ситуації для розроблення стратегії повоєнного відновлення території та інтеграції природоохоронних заходів у комплексні плани просторового розвитку територіальних громад. Саме повоєнне відновлення потребуватиме чіткого впровадження принципів Європейського зеленого курсу (European Green Deal), що актуалізує запит на підготовку фахівців, здатних інтегрувати екологічні пріоритети у просторове планування.

У науковій літературі детально висвітлено гідрологічні характеристики Дунаю (Хільчевський & Самойленко, 2023), проте бракує методичних розробок щодо підготовки фахівців, здатних інтегрувати локальні рішення у транскордонну екомережу. Спостерігається значний розрив між глобальними природоохоронними цілями та практикою локального планування. Традиційні освітні підходи не забезпечують формування цілісного розуміння

того, як локальні дії у верхів'ях приток впливають на екобезпеку всього транскордонного басейну.

Мета статті – розробити дидактичну модель просторового екоменеджменту на основі навчального екопроєкту “Дунай: від дельти до джерел” та продемонструвати її ефективність для формування фахових і наскрізних компетентностей у здобувачів вищої освіти. Ініційований екопроєкт узагальнює результати багаторічних досліджень кафедри землезнавства та геоморфології КНУ імені Тараса Шевченка, концептуальні засади яких щодо управління ландшафтами були закладені у попередніх працях (Бортник, Тимуляк & Лаврук, 2014; Бортник та ін., 2018 а; Бортник, 2018 b; Бортник, 2018 с; Lavruk et al., 2019; Bortnyk et al., 2021 a; Bortnyk et al., 2021 b; Bortnyk et al., 2023; Бортник та ін. 2024; Bortnyk et al., 2025). Методологічною базою слугують навчальні курси з просторового та ландшафтного планування, управління екопроєктами, агро- та урбоекотології, а дослідницькою складовою – матеріали комплексних практик, зокрема оглядової маршрутної у дельті Дунаю та маршрутнопольових в Українських Карпатах – в суббасейні річок Чорна Тиса, Тиса, які частково належать до Карпатського біосферного заповідника. У рамках виконання курсових та дипломних робіт також проводилися дослідження басейну р. Коломийки, притоки Прута (Bortnyk et al., 2021 a; Бортник та ін. 2024; Bortnyk et al., 2025).

2. Матеріали та методи

Оскільки стаття присвячена навчально-методичним аспектам формування фахових компетентностей, основну увагу зосереджено на алгоритмах і дослідницьких можливостях. Детальний аналіз емпіричних даних та практичних результатів реалізації екопроєкту стане предметом наступних публікацій.

У цій роботі *навчальний екопроєкт* розглядається як багаторівнева дидактична модель, що імітує процеси кризового екоменеджменту та просторового планування. Архітектура та “тіло” розробленого навчального екопроєкту повністю узгоджуються з принципами сьомого видання Керівництва з управління проєктами (A Guide to..., 2021), яке орієнтоване на гнучкість та створення цінності (Value Delivery System). У цій логіці складові екопроєкту відповідають ключовим доменам виконання (Performance Domains):

1. Інформаційна база (табл. 1–4) слугує інструментом для Домену планування (Planning Performance Domain) та роботи зі складними системами просторових даних.

2. Ідентифікація просторових конфліктів та “сірих зон” є практичним тренажером у межах Домену невизначеності (Uncertainty Performance Domain), що навчає здобувачів управляти екологічними та геополітичними ризиками.

3. Операційне ядро проєкту (робота з матрицею, табл. 5) безпосередньо реалізує завдання Домену стейкхолдерів (Stakeholder Performance Domain),

фокусує на узгодженні інтересів для досягнення стійких просторових рішень.

Для формування цілісного розуміння просторових зв'язків у проєкті застосовано концепцію “навчання через дослідження” (*inquiry-based learning*), що базується на інноваційній методологічній інверсії – підході “від дельти до джерел” (*upstream approach*). Вибір вектору просторового аналізу “проти течії” корелює з офіційним логістичним кілометражем Дунаю (відлік від “0 км” у гирлі) та принципами картографування мережі DANUBEPARKS (Association, n.d.) Завдяки цьому, екологічні дані точно накладаються на усталену систему навігаційних координат, даючи змогу простежити ландшафтно-екологічну матрицю території – від водно-болотних угідь дельти до гірських екосистем Шварцвальду. Крім того, такий інверсійний ракурс найкраще ілюструє трансрегіональні просторові конфлікти, доводячи, що екобезпека басейну є наслідком землекористування на всьому розгалуженому водозборі, аж до витоків малих річок. Така логіка трансформує теоретичні знання у прикладні інструменти просторового моделювання, формуючи у майбутніх фахівців системне бачення басейнової структури та усвідомлення транскордонної відповідальності за збереження екомережі.

Дослідження басейну Дунаю структуроване за ієрархічним принципом і передбачає три навчальні рівні.

Макрорівень (транснаціональний): річка Дунай як планувальна вісь екомережі. На цьому рівні студенти аналізують супутникові зображення та картографічні матеріали, досліджують морфоструктурні особливості басейну, визначають “сірі зони” – ділянки, де функціональність екологічного коридору порушена через конфлікти природокористування (наприклад, гідротехнічні бар’єри). Вирішення цих конфліктів вимагає від здобувачів пошуку багатофункціональних просторових рішень. Особливу увагу приділено впливу війни, адже військова агресія росії перетворила дельту Дунаю на зону підвищеного ризику. Студенти аналізують дилему національної та екологічної безпеки: необхідність використання гирла Бистре як логістичного коридору в умовах морської блокади стикається з ризиками для біосферного заповідника. Це демонструє вразливість екомереж перед форсмажорними обставинами та вимагає від планувальників навичок кризового проєктного управління.

Мезорівень (регіональний): суббасейни річок Прут, Сірет та Тиса. Оцінка транскордонних ризиків паводків та екологічна ситуація Карпатського регіону. Необхідність збереження унікальних пралісів (Bortnyk et al., 2018). Вплив антропогенного навантаження, зокрема консолідації земель сільськогосподарського призначення на функціонування природних ландшафтів та режим живлення малих річок (Bortnyk et al., 2025). На цьому етапі студенти досліджують, як порушення ландшафтної цілісності у верхів'ях річок каталізує руйнівні наслідки для транскордонних територій.

Мікрорівень (локальний): приклад проєкту відновлення річки Коломийка, притоки р. Прут

(Бортник та ін. 2024). Навчальна методика реалізується у три етапи:

1. *Діагностичний (Інвентаризація)*: Польове картування джерел забруднення та морфологічних змін русла.

2. *Соціокультурний аналіз (Стейкхолдер-менеджмент)*: Розробка концепцій, що поєднують збереження природи та розвиток етнотуризму, формування нових соціально-екологічних цінностей.

3. *Сценарне моделювання*: Проектування “блакитно-зеленої інфраструктури” як адаптивного екопроєкту, здатного впливати на зміни клімату. Річка слугує “живою лабораторією” для проектування рішень з ревіталізації із застосуванням гнучких (Agile) підходів екоменеджменту.

Навчальне моделювання прив’язане до основних європейських документів: Водної рамкової директиви ЄС (2000/60/EC) (Directive 2000..., n.d.), European Commission (2000) (Communication from..., 2000), Директив про оселища (92/43/EEC) (Директива Ради..., б.д.) та про птахів (2009/147/EC) (Директива Європейського..., б.д.), а також Директиви INSPIRE (2007/2/EC) (Consolidated text..., n.d.; Danube Delta | ICPDR..., n.d.; Home | ICPDR..., n.d.).

Практична реалізація багаторівневого дослідження здійснюється з використанням комплексу сучасних інструментів: відкриті дані програми Copernicus, програмні комплекси просторового аналізу (ГІС), а також адаптація принципів управління проєктами (A Guide to..., 2021). Інструмент сценарного моделювання реалізується у двох вимірах: просторовому (прогнозування впливу локальних

змін ландшафту на транскордонну екомережу) та управлінському (розробка багатоваріантних рішень для подолання геополітичних і просторових конфліктів).

Апробація методології. Рольове моделювання транскордонних конфліктів здійснюється через інтерактивний рольовий кейс “Дилема Дельти”. Завдання студентів полягає у розв’язанні реального просторового конфлікту: балансуванні міжлогістичними потребами держави в умовах блокади портів та збереженням Дунайського біосферного заповідника.

3. Результати та обговорення

Природні, історичні та культурні чинники стали визначальними у формуванні статусу Дунаю як найбільш інтернаціональної річки світу. Про це, зокрема, свідчить знаменитий “Фонтан чотирьох річок” Лоренцо Берніні у Римі (1651). У цій композиції Дунай як символ Європи, річка *par excellence* (Sommerwerk et al., 2009), постає серед головних водних артерій світу в образі могутнього річкового бога. Проте в різних культурах річка змінювала не лише назву, а й граматичний рід. Зокрема, у латинській традиції *Danubius* – річковий бог – чоловічого роду. Водночас, біля витоків в німецькому місті Донауешингені, назва змінюється на *Die Donau* (жіночий рід), а скульптурна група XIX ст. малює зовсім іншу картину, що відображає саме німецьку мовну традицію. Композиція зображує *Mutter Baar* (Мати Баар - алегорія гірського плато), яка вказує шлях своїй дочці, *Junge Donau* (Юній Дунаю), на схід, до Чорного моря. Це символічне джерело Дунаю донині є популярною туристичною пам’яткою (рис. 2).

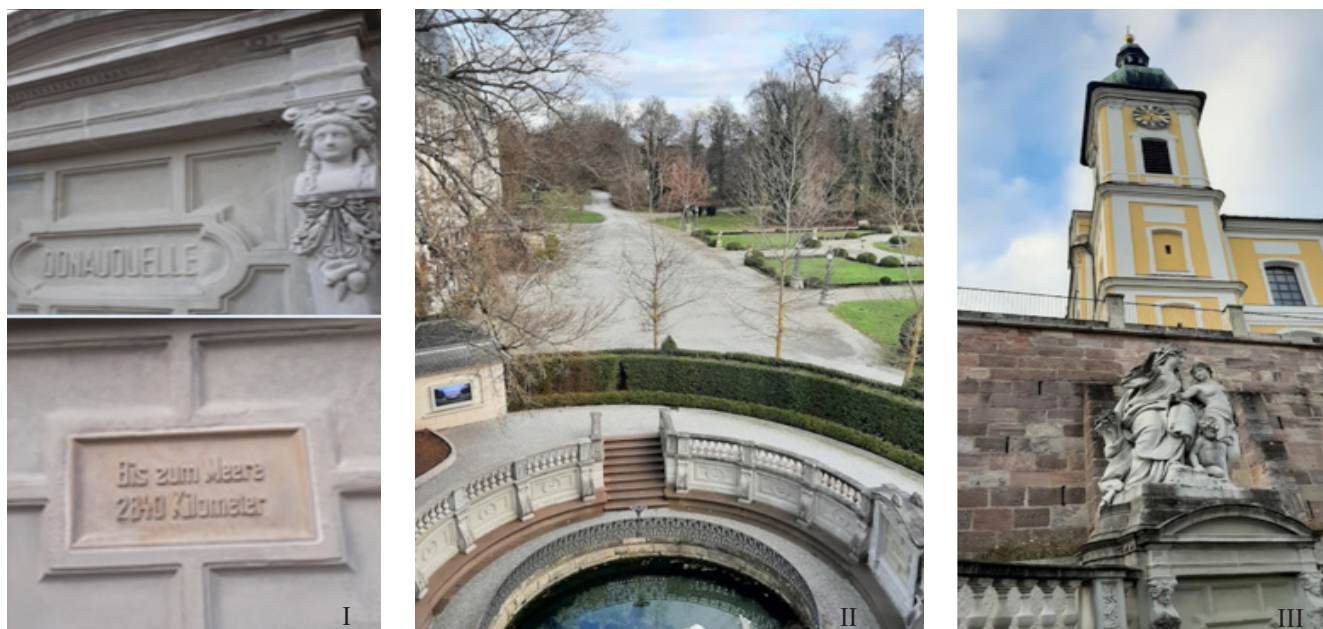


Рис. 2. Символічний витік Дунаю (Donauquelle) у м. Донауешинген (Німеччина). I - архітектурні деталі басейну з відміткою відстані до гирла (2840 км); II - загальний вигляд джерела; III - скульптурна композиція “Mutter Baar” та “Junge Donau”. Фото Т. Лаврук.

Fig. 2. The symbolic source of the Danube (Donauquelle) in Donaueschingen, Germany. I - architectural details of the basin with a marker indicating the distance to the mouth (2,840 km); II - general view of the source; III - the sculptural composition “Mutter Baar” and “Junge Donau.” Photo by T. Lavruk.

У навчальному екопроекті важливо звертатися до історії науки, адже сучасне просторове планування спирається на століття фундаментальних спостережень. У контексті еволюції дослідницьких підходів до басейну Дунаю вирізняються дві знакові постаті.

Граф Луїджі Фердінандо Марсілії (1658-1730) - італійський науковець і дипломат, який вважається батьком сучасної океанографії та лімнології. Його монументальна праця *Danubius Pannonico-Mysicus* (1726)

стала першим комплексним описом річки, що поєднав картографію, гідрологію та вивчення біорізноманіття. Праця зберігається у фондах *Royal Collection Trust* (рис. 2).

Грігоре Антіна (1867-1944) – румунський біолог, який вперше застосував екологічні принципи в економіці. Він науково довів, що збереження природних циклів заплави Дельти Дунаю є економічно вигіднішим, ніж її осушення для аграрних потреб. Його новаторські ідеї лягли в основу створення біосферного заповідника.

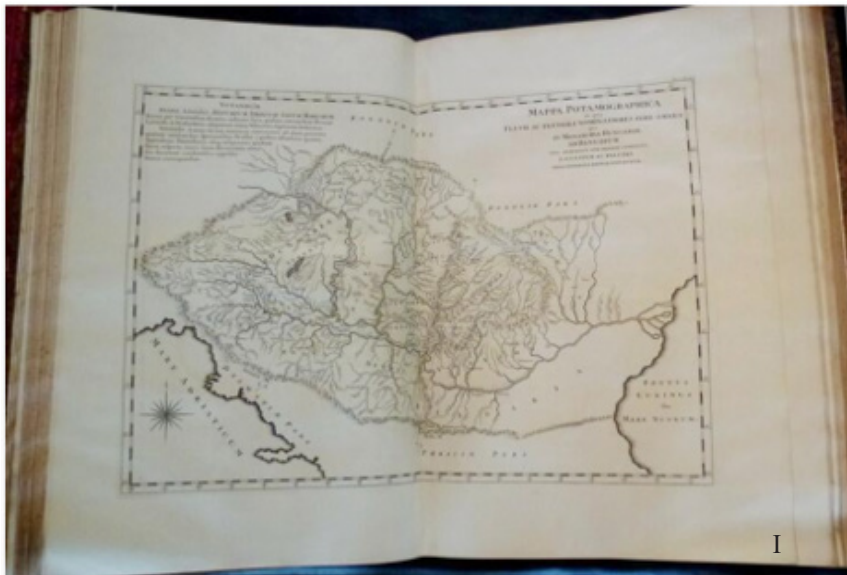


Рис. 3. I - карта басейну Дунаю з праці Л. Ф. Марсілії; II - чапля сіра (*Ardea cinerea*) як один із видів-індикаторів екомережі (*Danubius Pannonico-Mysicus...*, n.d.).

Fig. 3. I – Map of the Danube Basin from the work of L. F. Marsiglia; II – Grey Heron (*Ardea cinerea*) as one of the indicator species of the ecological network (*Danubius Pannonico-Mysicus...*, n.d.).

Дослідження морфоструктурних особливостей басейну Дунаю (табл 1-2) є найважливішим етапом навчального екопроекту, оскільки морфоструктурний каркас території визначає конфігурацію екомережі. Ці знання необхідні для вирішування просторових конфліктів, які здобувачі детальніше досліджують на наступних етапах проекту.

За природними умовами течію Дунаю традиційно поділяють на три ділянки. Такий поділ зумовлений не лише морфоструктурними особливостями долини, але й тісно пов'язаний із тектонічним режимом водозбірного басейну. Різноманіття рельєфу, геологічної структури та клімату визначають ландшафтне та біорізноманіття річки.

Відповідно до запропонованої методології "від дельти до джерел", аналіз морфоструктурних особливостей проведено згідно з прийнятою навігаційною номенклатурою Дунаю – від 0 км (Сулінський маяк) у напрямку проти течії. Це дозволяє продемонструвати, як тектонічні структури Східної та Центральної Європи послідовно трансформують режим річки від акумулятивного (у гирловій частині) до ерозійного (у зонах перетину гірських систем).

Нижній Дунай протікає Нижньодунайською рівниною – широким (7–20 км) прогином, обмеженим

Карпатами на півночі та Балканськими горами на півдні. Ця частина долини має рівнинний, акумулятивний характер: русло розширюється до 1–2 км, глибина становить 5–7 м, а швидкість течії зменшується до 0,5–1 м/с. Ця територія є тектонічно активною зоною, частиною Валахської западини – передової структури моласового типу, яка формувалася у тісному зв'язку з Карпатським орогенезом внаслідок насування Карпатського фронту (Bada et al., 2007).

Вище м. Оршова, річка переходить у ділянку **Середнього Дунаю** (до м. Відень). Вона перетинає Середньодунайську рівнину – тектонічну западину, що є частиною великої міжгірської депресії (Паннонської западини), яка виникла на місці прадавнього океану Паратетіс внаслідок неотектонічного прогинання в кайнозой (Royden, Horváth, & Rumpler, 1983). Еволюція западини відбувалася у два ключові етапи: міоценовий екстенсійний рифтогенез (розтягнення літосфери) та подальше пост-рифтове термічне опускання (post-rift thermal subsidence). Саме цей процес зумовив формування глибокої депресії та накопичення потужного шару озерно-річкових і алювіальних відкладів (Royden, Horváth, & Rumpler, 1983; Balázs et al., 2016). На цій ділянці ріка тече переважно у широкій заплавної долині (до 20 км) з повільною течією (0,3–1,1

м/с) та розгалуженим звивистим руслом завширшки до 1 км. Водночас, у межах середньої течії існують ділянки долин прориву, де річище Дунаю перетинає гірські пасма – тектонічно підняті блоки, що збереглися з альпійської фази формування Карпат і Балкан. До таких ділянок належать Угорські Ворота, Вишеградський прохід, Залізні Ворота та ущелина Казане. Тут ширина русла різко зменшується до 150 м, глибина сягає 70 м, а швидкість течії зростає до 2,2–4,7 м/с.

Верхній Дунай (від м. Відень до витоків) є типовою гірською рікою. Вона прорізає звуження між Альпійською складчастою системою і Чеським масивом та Швабсько-Баварське плоскогір'я, беручи початок на південному заході Німеччини в межах Шварцвальду. Рельєф цієї території сформувався внаслідок активних тектонічних процесів: новітнього підняття та ерозійного врізання русла в кристалічні структури. Морфологія долини визначається взаємодією структур герцинської

складчастості (у межах Центральноєвропейського масиву) та кайнозойського орогенезу в Альпах (Frisch & Neubauer, 1989). Долина тут глибока, з високими стрімкими берегами; русло вузьке (20–350 м), а швидкість течії сягає 1–2,8 м/с.

Таким чином, долина Дунаю виступає яскравим геоморфологічним і гідрографічним індикатором тектонічної будови Центральної та Східної Європи. Гідрологічні особливості русла, що формують базовий каркас Паневропейської екомережі, багато в чому визначені взаємодією платформних і орогенних структур, а також проявами новітньої тектоніки.

Морфоструктурні умови басейну детермінують складну просторову конфігурацію та типологічну різноманітність його екомережі, формуючи ієрархічну систему взаємопов'язаних екологічних коридорів та природних бар'єрів.

Таблиця 1. Морфоструктурні особливості долини Дунаю
Table 1. Morphostructural features of the Danube Valley

Ділянка та локалізація (км від гирла)	Морфоструктурна позиція	Характер тектонічних рухів	Морфологія долини та гідрологічні особливості
Дельта Дунаю (0 км – ~80 км)	Зона зчленування Північно-Добруджанського орогену та Переддобруджанського прогину.	Активне прогинання з одночасною інтенсивною акумуляцією наносів.	Дельтова рівнина. Поділ на рукави (Кілійське, Сулинське, Георгіївське гирла). Змінні швидкості, замулення.
Нижня течія Дунаю (~80 км – 931 км) Нижньодунайська низовина	Валаська западина Передовий прогин (foredeep) Карпат.	Тектонічне опускання. Зона є форландом (передгір'ям), що прогинається під вагою Карпатських насувів.	Рівнинна річка. Широкий асиметричний трог (7–20 км). Русло широке (1–2 км), глибини 5–7 м. Швидкість: 0,5–1,0 м/с.
Зона прориву (931 км – 1040 км) Залізні Ворота	Карпато-Балканський шов. Поперечні гірські хребти та масиви.	Стійке підняття блокових структур. Річище прорізає гірський масив.	Каньйоноподібна ущелина (ущелина Казане та ін.). Різке звуження русла (до 150 м), глибини до 70 м. Швидкість зростає до 2,2–4,7 м/с.
Середня течія Дунаю (1040 км – ~1925 км) Паннонський басейн	Середньодунайська западина. Внутрішній гірський басейн (back-arc basin).	Пост-рифтове термічне опускання. Накопичення потужних шарів озерно-алювіальних відкладів.	Рівнинна, меандруюча річка. Заплавна долина шириною до 20 км. Русло розгалужене, швидкість падає (0,3–1,1 м/с).
Верхня течія Дунаю (~1925 км – 2780 км) Відень – джерело Дунаю в місті Донаушинген	Моласовий басейн та кристалічний фундамент. Контакт Альп та Богемського масиву.	Активне підняття та ерозія. Врізання річища у фундамент Шварцвальду та Швабського Альбу.	Гірська річка. V-подібна долина, високі тераси. Вузьке русло (20–350 м). Висока швидкість (1–2,8 м/с).

Таблиця 2. Типізація зв'язку “тектоніка – гідрологія”
Table 2. Classification of the “tectonics–hydrology” relationship

Тип морфоструктури	Домінуючий процес	Гідрологічні особливості	Приклад локалізації
Області прогинання (западни)	Акумуляція. Річка втрачає енергію, відкладає наноси, формує широку заплаву.	Зменшення швидкості течії, меандрування, поділ на рукави, мала глибина.	Дельта, Нижня (Валаська) та Середня (Паннонська) низовини.
Тектонічні бар'єри (горсти)	Транзит та глибинна ерозія. Річка долає перешкоду, формуючи долини прориву.	Екстремальне зростання глибин та швидкості, турбулентність, відсутність заплави.	Ділянка “Залізні Ворота”, Угорські ворота, Вишеград.
Області щитового підняття	Врізання. Річка формує каньйоноподібну або V-подібну долину в корінних породах.	Стабільно висока швидкість, кам'янисте дно, порожистість, вузьке русло.	Верхній Дунай (Шварцвальд, Швабський Альб).

З метою систематизації значного масиву інформації, зібрані матеріали щодо природоохоронного статусу територій узагальнено у вигляді реєстру локацій проекту та матриць видів-індикаторів (табл. 3-4). Приклади формування фактологічної бази (табл. 1-4) є інтегрованим робочим інструментарієм. У процесі навчання студенти самостійно встановлюють просторові зв'язки та досліджують природні і антропогенні процеси.

Студенти оновлюють і візуалізують ці дані на інтерактивній дошці MIRO. Це забезпечує

інструментарій як для самостійної, так і для командної роботи над проектом, відкриваючи можливість для деталізації матеріалів досліджень на локальному рівні та синхронного узагальнення даних для всього транскордонного басейну. Цей блок завдань безпосередньо спрямований на формування фахових компетентностей щодо збору, обробки та просторового аналізу географічних даних.

Здобувачі вчаться оперувати масивами інформації, що розвиває їхню здатність до комплексного розуміння зв'язків між гео- та біорізноманіттям.

Таблиця 3. Реєстр локацій екопроекту “Дунай: від Дельти до джерел”
Table 3. Register of Locations for the “Danube: From the Delta to the Sources” Eco-Project

Сегмент басейну	Локація / ПЗФ	Країна	Екологічна роль та статус	Ключові характеристики та “сірі зони”
1. Дельта	Дунайський біосферний заповідник	Україна	Ядро екомережі. Об’єкт ЮНЕСКО.	Охорона активного дельтоутворення. Виклики: замулення каналів, акумуляція поллютантів з водозбору.
	Біосферний заповідник “Дельта Дунаю”	Румунія	Глобальний біофільтр. Найбільша дельта Європи.	Масиви очерету. Гніздування пеліканів. Контроль судноплавства. “Сіра зона”: локальна забудова берегів.
2. Середня течія	Національний парк “Джердап” / “Залізні ворота”	Сербія / Румунія	Долина прориву крізь тектонічне підняття	Головний антропогенний екологічний бар’єр та “сіра зона”: гребля ГЕС (Залізні Ворота), що перекриває екологічний коридор та розриває шлях міграції осетрових.
	Національний парк “Дунай-Драва” (Геменц)	Угорщина	Заплавний коридор. Найбільший заплавний ліс Центральної Європи.	Охорона чорного лелеки. Модель управління паводками через відновлення заплав.
3. Верхня течія (Альпійська частина)	Національний парк “Донау-Ауен”	Австрія	Еталон ренатуралізації. Вільний потік Дунаю.	Досвід “вивільнення” річки з бетонних берегів в межах великого міста (Відень).
	Природний парк “Верхній Дунай”	Німеччина	Ландшафтна матриця. Прорив річки крізь скелі.	Охорона біорізноманіття юрських вапняків. Баланс між рекреацією та охороною природи.
	Джерело (злиття Брег і Брігах), Шварцвальд	Німеччина	Верхів’я басейну.	Високігірні струмки. Приклад ідеального стану “джерельної” екомережі.
4. Верхів’я приток (Українські Карпати)	Карпатський біосферний заповідник (р.Тиса)	Україна	Транскордонний екокоридор. Витоки найбільшої притоки.	Охорона пралісів. Проблеми: вирубка лісів, пластикові затори у верхів’ях річки Тиси.
	Карпатський національний природний парк (витоки р. Прут)	Україна	Транскордонний коридор.	Охорона субальпійських ландшафтів Карпат. Ризики: несприятливі процеси через надмірний туризм.
5. Малі річки	Річка Коломийка (притока Прута)	Україна	Локальна екомережа. Модельна ділянка на рівні громади.	Охорона прибережних смуг, створення об’єктів ПЗФ місцевого значення.

Для глибшого розуміння біологічної цінності простору та оцінки стану екомережі використовуємо концепцію “видів-парасольок” (umbrella species). У науковій практиці вважається, що захищаючи такі види та їхні оселища, ми автоматично захищаємо сотні інших, дрібніших видів. Для студентів це є наочним доказом того, що екомережа – це не умовні лінії на карті, а оселища для живих істот. Перелік провідних видів-індикаторів Дунайського басейну наведено у таблиці 4.

“Сірі зони”: просторові конфлікти та геополітичні виклики.

Ідентифікація конфліктів. Попри статус

екокоридору, аналіз картографічних матеріалів дозволяє виявляти численні “сірі зони” – ділянки, де функціональність мережі порушена. Найбільш критичними бар’єрами є гідротехнічні споруди (зокрема, каскад ГЕС “Залізні Ворота”), які блокують міграцію видів та змінюють гідрологічний режим. Згідно з Grill et al. (2019), лише окремі ділянки Дунаю зберігають вільний стік.

Прикладами успішної протидії фрагментації природних ландшафтів є європейські проекти DANUBE parks CONNECTED (ініціативи відновлення зв’язності): створення заповідних островів (WILD island)

Таблиця 4. Провідні види-індикатори Дунайського басейну
Table 4. Key indicator species of the Danube Basin

Сегмент басейну/ Локація	Провідний вид	Індикаційні властивості виду	Роль у просторовому плануванні
Дельта Дунаю (Україна, Румунія)	Пелікан рожевий (<i>Pelecanus onocrotalus</i>)	Потребує величезних площ відкритих водно-болотних угідь та зони тиші.	Вимагає створення зон суворого заповідного режиму (ядра екомережі).
Нижня течія Дунаю (Україна, Румунія, Болгарія).	Осетрові (стерлядь (<i>Acipenser ruthenus</i>), білуга (<i>Huso huso</i>)).	Індикатори зв'язності - якщо риба не може пройти вгору на нерест – екомережа розірвана.	Обґрунтування будівництва обвідних водних шляхів - міграційних коридорів для іхтіофауни в межах ГЕС та відновлення русел.
Середній Дунай (Залізні ворота, Сербія).	Орлан-білохвіст (<i>Haliaeetus albicilla</i>).	Потребує старих заплавних лісів для гніздування та багато риби для живлення.	Обґрунтування збереження старовікових прибережних лісів (riparian forests).
Заплави Угорщини та Австрії (Донау-Ауен).	Чорний лелека (<i>Ciconia nigra</i>).	На відміну від білого, уникає людей. Свідчить про "первісність" заплави.	Вимагає обмеження антропогенного навантаження та відновлення стариць.
Витоки в Німеччині (Шварцвальд).	Риба-харіус (<i>Thymallus thymallus</i>).	Потребує швидкої течії та гравійного дна. Чутлива до найменшого забруднення.	Вимагає жорсткого контролю ерозії ґрунтів та лісокористування у верхів'ях басейну.
Витоки Тиси та Пруту (Високогір'я Українських Карпат)	Тритон карпатський (<i>Lissotriton montandoni</i>).	Ендемік. Свідчить про збереженість унікальних гірських водойм і лісів.	Потребує створення локальних мікро-резерватів навколо гірських боліт та джерел.
Малі річки-притоки Прута	Чапля сіра (<i>Ardea cinerea</i>), форель струмкова (<i>Salmo trutta</i>).	Індикатор чистоти та кисню. Не виживає у брудній воді або там, де русло випрямлене (бетоноване).	Вимагає заборони скидання стічних вод та збереження природної берегової лінії малих річок.
Увесь басейн (Універсальний вид)	Видра річкова (<i>Lutra lutra</i>).	Топ-хижак. Якщо є видра – значить вся харчова піраміда (від планктону до риби) здорова.	Вимагає безперервних прибережних коридорів, щоб вона могла мігрувати між басейнами.

(Wildisland, n.d.), відновлення заплавних лісів (Danube Riparian Forest Corridor) (Danube Riparian..., n.d.) та збереження сухих біотопів (Danube Dry Habitats) (Danube Dry..., n.d.). Цей досвід є основою для розробки локальних рішень для української частини басейну Дунаю.

Практична апробація методології: комплекс практичних та самостійних завдань для студентів (навчальний інструментарій).

Наведена вище фактологічна база (реєстр локацій та матриця видів-індикаторів) слугує основою для виконання багаторівневих просторових завдань:

Блок 1. Інвентаризація та ГІС-моделювання.

"Морфоструктурна та ландшафтна прив'язка": Використовуючи дані про морфоструктурні особливості та тектонічний режим басейну (табл. 1, 2), студенти мають проаналізувати локації з Реєстру (табл. 3) та ареали видів-індикаторів (табл. 4) і класифікувати їх за належністю до конкретних геоморфологічних ділянок (наприклад, Валахська чи Паннонська западини, долини прориву). Завдання формує у здобувачів розуміння того, як геологічна основа детермінує сучасну просторову організацію екомережі.

"Просторова ідентифікація видів": Відібрані види-парасольки представляють усі типи ландшафтів (від морського узбережжя до високогірних каскадів). Завдання: знайти фото цих видів і нанести їхні іконки на відповідні локації у власній ГІС-моделі басейну.

"Екомережа приток Дунаю": Визначити та нанести на просторову модель основні

об'єкти ПЗФ, розташовані на транскордонних притоках Дунаю (річках Тиса, Сірет, Прут).

"Екокоридори та розриви": Студенти мають з'єднати межі вказаних об'єктів ПЗФ на цифровій карті безпервною лінією. Ділянки, де лінія проходить поза межами природоохоронних територій, ідентифікуються як потенційні "сірі зони" та ділянки перспективного екологічного відновлення.

Блок 2. Аналіз загроз та просторових конфліктів.

"Вплив інфраструктури": проаналізувати зв'язок інженерних споруд із втратою біорізноманіття на прикладі каскаду ГЕС "Залізні Ворота", який є нездоланим бар'єром для міграції осетрових (білуги) на нерестовища.

"Локальні загрози": дослідити, як точкове пластикове забруднення або каналізування (бетонування) берегів впливає на чутливі види-індикатори (наприклад, форель струмкову в гірських потічках Карпат).

"Порівняльний аналіз": порівняти стан берегів Дунаю в межах природоохоронних територій та в межах виробничих зон, досліджуючи успішний європейський досвід ренатуралізації ландшафтів.

Блок 3. Просторове планування та басейнова відповідальність.

"Багатофункціональне планувальне рішення": розробити концепцію збереження оселища чаплі сірої (одного з найбільших птахів басейну) у ставку місцевої громади. Завдання полягає у поєднанні функцій річкової долини: екомережі, водозабезпечення та ландшафтно-рекреаційної зони (наприклад, через інтеграцію

транскордонного велосипедного маршруту EuroVelo 6).

“Басейнова відповідальність”: змоделювати макрорегіональний сценарій: якщо у верхів'ях малих річок басейну Дунаю не регулювати вирубку лісів, промислову забудову та сільськогосподарське землекористування, як саме ці кумулятивні фактори змінять стан екосистеми дельти?

Інтерактивний рольовий кейс “Дилема Дельти”. Провідна ідея біосферних заповідників (Biosphere Reserve) – “Природа разом із Людиною” (сталий розвиток). Вони створюються під егідою програми ЮНЕСКО “Людина і біосфера” і мають міжнародне значення. Їхня мета – не просто законсервувати природу, а показати, як економіка може співіснувати з природними ландшафтами. **Просторова структура заповідника** – складна матриця, яка обов'язково має зонування.

1. **Заповідна зона (Core area):** Серце заповідника. Тут режим такий самий суворий, як і в природному заповіднику.

2. **Буферна зона (Buffer zone):** захищає ядро. Дозволений екотуризм, наукові дослідження, мінімальне втручання.

3. **Зона антропогенних ландшафтів / транзитна зона (Transition area):** Тут живуть люди, ведеться традиційне господарство (рибальство, сільське господарство, судноплавство).

Така специфіка природоохоронного статусу території посилює методичну цінність кейсу “Дилема Дельти”. На відміну від природного заповідника (де діє режим абсолютної консервації), Дунайський біосферний заповідник має складну просторову структуру, що включає зону антропогенних ландшафтів (рис. 4). Це означає, що природоохоронні завдання (заповідне ядро) тут неминуче перетинаються з життєдіяльністю місцевих громад (м. Вилкове) та макроекономічними інтересами держави (судноплавство).

Функціональне зонування території слугує прикладом для навчання просторовому плануванню, адже вимагає від здобувачів не заборони діяльності, а пошуку складних управлінських компромісів на межі різних функціональних зон.

Геополітичний вимір та війна. Особливу увагу в навчальному кейсі приділено впливу війни. Військова агресія росії перетворила дельту Дунаю на зону підвищеного ризику. Обстріли агресором портової інфраструктури та мінування акваторії створюють загрозу транскордонного забруднення. Студенти аналізують проблеми екобезпеки: необхідність використання гирла як логістичного коридору в умовах морської блокади підвищує ризики для біосферного заповідника.

Просторова асиметрія. Яскравим прикладом порушення транскордонної координації планувальних рішень є ділянка Кілійського гирла. Лівий берег (Україна) характеризується інтенсивними індустріально-логістичними вузлами (порти Ізмаїл, Кілія), вантажообіг у яких різко зріс після 2022 року. Натомість правий берег гирла (Румунія) – це зона суворої охорони Roșca-Buhaiova, яка є ядром біосферного заповідника.

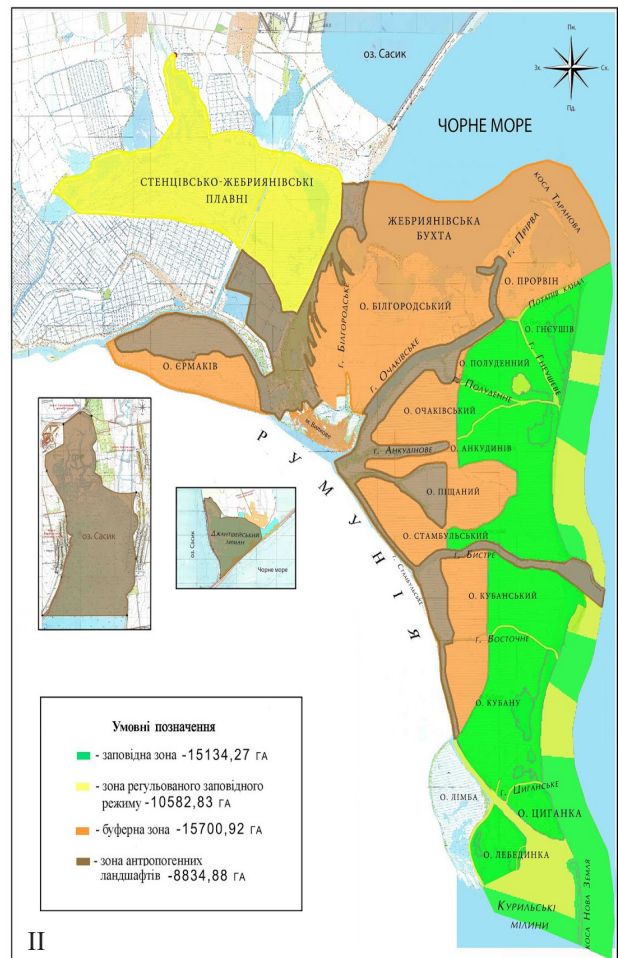


Рис. 4. I - космічний знімок дельти Дунаю; II - Схема функціонального зонування Дунайського біосферного заповідника (Дунайський біосферний..., б.д.).
 Fig. 4. I – A satellite image of the Danube Delta; II – Functional zoning map of the Danube Biosphere Reserve (Danube Biosphere Reserve..., n.d.).

Таке сусідство створює конфлікт: шумове та хвильове навантаження від судноплавства на одному березі негативно впливає на вразливі екосистеми на іншому.

Завдання студентів полягає у розв'язанні реального конфлікту: балансуванні між логістичними потребами

держави в умовах блокади портів та дотриманням заповідного режиму території.

Для системного аналізу цього геополітичного та просторового виклику здобувачі розробляють матрицю стейкхолдерів (табл. 5).

Таблиця 5. Матриця стейкхолдерів екопроекту (кейс “Дилема Дельти”)
Table 5. Stakeholder Matrix for an Environmental Project (Using the “Delta Dilemma” Case Study)

Рівень впливу / Рівень інтересу	Низький інтерес	Високий інтерес
Високий вплив	Квадрант 2: забезпечення потреб - Суб'єкти, що забезпечують загальне державне управління та фінансування (реагують у разі виникнення ризиків).	Квадрант 1: партисипація -Адміністрація морських портів (Ізмаїл, Кілія). - Адміністрація Дунайського біосферного заповідника. - Міжнародна комісія із захисту річки Дунай (ICPDR)
Низький вплив	Квадрант 3: моніторинг - Населення. -Міжнародні туристи. -Транзитні логістичні компанії.	Квадрант 4: інформування - Місцеві територіальні громади (Вилкове, Кілія). -Екоактивісти та незалежні громадські організації, наприклад WWF Україна. -Рибалки та малий туристичний бізнес.

Сценарне моделювання та застосування матриці стейкхолдерів є ключовим інструментом для розвитку наскрізних (загальних) компетентностей (ЗК), зокрема: здатності до абстрактного мислення, ведення переговорів та прийняття обґрунтованих рішень у кризових умовах. Крім того, формується фахова компетентність з управління екологічними проектами в умовах невизначеності відповідно до теоретичних засад екоменеджменту (Freeman, R. E., & McVea, J., 2001; Reed, 2008) та стандартів PMI (A Guide to the Project..., 2021).

4. Висновки

На основі навчального екопроекту “Дунай: від дельти до джерел” розроблено дидактичну модель управління екопроектами та апробовано її навчально-методичний інструментарій. Басейн Дунаю є унікальною транснаціональною платформою для навчання просторовому плануванню екомережі, складна природа якої вимагає інтегрованого екоменеджменту.

В результаті дослідження розв'язано ряд завдань.

Сформовано інформаційно-фактологічну базу (морфоструктурні особливості басейну, реєстр локацій, матриця видів-індикаторів, пропозиції планувальних рішень), яка є основою для просторового аналізу. Обґрунтовано дієвість інноваційної методологічної інверсії (upstream approach), що дозволяє студентам усвідомити причинно-наслідкові зв'язки між станом річок-приток та екобезпекою всього транскордонного макрорегіону.

Розроблено багаторівневий комплекс практичних завдань, який фокусує увагу здобувачів на пошук управлінських рішень. Дослідження ієрархічних рівнів екомережі дозволяє ідентифікувати критичні розриви

зв'язності (“сірі зони”). Підкреслено, що антропогенна фрагментація та просторова асиметрія (зокрема у випадку логістичного навантаження на Кілійське гирло) зумовлюють потребу в багатофункціональних планувальних рішеннях на рівні громад і держав;



Розроблено алгоритм просторової координації, зазначено, що включення річок Карпатського регіону (Прут, Сірет, Тиса) у систему просторового планування басейну Дунаю слід розглядати як важливу умову реалізації Європейського зеленого курсу.

Застосування гнучких методів (сценарне моделювання, кейс “Дилема Дельти”, побудова матриці стейкхолдерів) є ефективним засобом для формування у здобувачів як фахових (просторове та ГІС-картування, робота з ДЗЗ), так і наскрізних компетентностей (системне та критичне мислення, ведення переговорів, аналіз участі зацікавлених сторін – стейкхолдерів). Загалом, проектний підхід сприяє формуванню у майбутніх фахівців транскордонної відповідальності та створює підґрунтя для підготовки спеціалістів, здатних реалізовувати екологічні пріоритети Європейського зеленого курсу у складних умовах повоєнного відновлення України.

5. Подяка

Автори висловлюють вдячність викладачам, студентам та випускникам кафедри землезнавства та геоморфології за активну участь у навчальному екопроекті та креативний підхід до виконання завдань. Автори також дякують незалежним рецензентам за конструктивні зауваження та змістовні коментарі.

ORCID iD

Sergii Y. Bortnyk  <https://orcid.org/0000-0003-0886-5861>
 Tetiana M. Lavruk  <https://orcid.org/0000-0001-9031-9071>

Список посилань

- Бортник, С. Ю., Лаврук, Т. М. та Тимуляк, Л. М. (2018 с). Транскордонні біосферні заповідники як осередки збереження пралісів в Українських Карпатах. У С. А. Лісовський, Г. П. Підгрушний, Є. О. Маруняк та ін. (Ред.), *Географічна наука та освіта: від констатації до конструктивізму* (с. 60–62). Інститут географії НАН України. <https://igu.org.ua/sites/default/files/igu-files/mono/conf-igu-2018-const.pdf>
- Бортник, С. Ю., Лаврук, Т. М., Ковтонюк, О. В. та Кравчук, І. В. (2018 b). Організація природничо-туристичних маршрутів на території центральної частини гірського масиву Свидовець (Українські Карпати). *Фізична географія та геоморфологія*, 91(2), 55–65.
- Бортник, С. Ю., Лаврук, Т. М., Лаврук, М. М., Тимуляк, Л. М. та Войцеховська, О. А. (2024). Просторове планування природоохоронних територій (на прикладі проекту відновлення малої річки). *Фізична географія та геоморфологія*, 47(5-6), 7–22. <https://doi.org/10.17721/phgg.2024.5-6.01>
- Бортник, С., Ковтонюк, О., Кравчук, І., Лаврук, Т., Острікова, В. та Тимуляк, Л. (2018 а). Басейн річки Чорна Тиса - перспективний район для розширення меж Карпатського біосферного заповідника (КБЗ). *Фізична географія та геоморфологія*, 90(2), 97–111.
- Бортник, С., Тимуляк, Л. та Лаврук, Т. (2014). Освітні екологічні проекти та їхня роль у розвитку екологічної освіти та культури. *Фізична географія та геоморфологія*, 73(1), 168–171.
- Директива Європейського Парламенту і Ради 2009/147/ЄС від 30 листопада 2009 року про збереження диких птахів. (б.д.). Офіційний вебпортал парламенту України. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_001-09#Text
- Директива Ради 92/43/ЄЕС від 21 травня 1992 року про охорону природних оселищ та дикої фауни і флори. (б.д.). Офіційний вебпортал парламенту України. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/987_004-92#Text
- Дунайський біосферний заповідник. (б. д.). <https://www.dbr.org.ua/2019/08/blog-post.html#more>
- Про виділення суббасейнів та водогосподарських ділянок у межах встановлених районів річкових басейнів. (б. д.). Офіційний вебпортал парламенту України. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0208-17#Text>
- Хільчевський, В. К., та Самоїленко, В. М. (2023). Дунай. У І. М. Дзюба, А. І. Жуковський та М. Г. Железняк (ред.). *Енциклопедія сучасної України*. Інститут енциклопедичних досліджень НАН України. <https://esu.com.ua/article-19549>
- A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) - Seventh Edition and The Standard for Project Management. (2021). Project Management Institute. [egnum.edu.pe/wp-content/uploads/2023/09/Project-Management-Institute-A-Guide-to-the-Project-Management-Body-of-Knowledge-PMBOK-R-Guide-PMBOK%E2%84%B8%8F-Guide-Project-Management-Institute-2021.pdf](https://www.pmi.org/~/media/Assets/PDF/E-Books/2021-PMBOK-Guide-7th-Edition.pdf)
- Association. (n.d.). DANUBEPARKS. <https://danubeparks.org/association>
- Bada, G., Horváth, F., Dövényi, P., Szafián, P., Windhoffer, G., & Cloetingh, S. (2007). Present-day stress field and tectonic inversion in the Pannonian basin. *Global and Planetary Change*, 58(1-4), 165–180. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2007.01.007>
- Balázs, A., Matenco, L., Magyar, I., Horváth, F., Cloetingh, S. (2016) The link between tectonics and sedimentation in back-arc basins: New genetic constraints from the analysis of the Pannonian Basin. *Tectonics*, 35, 1526–1559 <https://doi.org/10.1002/2015TC004109>
- Bortnyk, S., Kulyk, K., Lavruk, M., Lavruk, T., Pidkova, O., Romanova, O., Sarakhman, I., & Tymuliak, L. (2021 a). Local development eco-projects and their role in small rivers restoration in Ukraine. *Geoinformatics* (pp. 1-6). European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521155>
- Bortnyk, S., Lavruk, T., Kovtoniuk, O., & Kravchuk, I. (2021 b). The attractive geosites and perspective of geotourism development in the Chorna Tysa River basin (Ukrainian Carpathians). *Geoheritage*, 13(1), 22. <https://doi.org/10.1007/s12371-021-00540-4>
- Bortnyk, S., Lavruk, T., Tymuliak, L., & Pidkova, O. (2023). Morphostructural research methods on landslides hazard territories. *Fourth EAGE Workshop on Assessment of Landslide Hazards and impact on communities* (pp. 1–5). European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023500041>
- Bortnyk, S., Lavruk, T., Tymuliak, L., Pidkova, O., Pryimak, T., & Voitsekhovska, O. (2025). Monitoring the impact of agricultural land use on the environment. *18th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment* (pp. 1-4). European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2025510212>
- Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on pricing policies for enhancing the sustainability of water resources. (2000). Brussels. <https://data.europa.eu/eli/dir/2007/2>
- Consolidated text: Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). (n.d.). EUR-Lex. <https://data.europa.eu/eli/dir/2007/2>
- Cooperation for conservation. Danubeparks Members. (n.d.). DANUBEPARKS. <https://danubeparks.org/#members>
- Grill, G., Lehner, B., Thieme, M., Geenen, B., Tickner, D., Antonelli, F., Babu, S., Borrelli, P., Cheng, L., Crochetiere, H., Ehalt Macedo, H., Filgueiras, R., Goichot, M., Higgins, J., Hogan, Z., Lip, B., McClain, M. E., Meng, J., Mulligan, M., ... & Zarfl, C. (2019). Mapping the world's free-flowing rivers. *Nature*, 569(7755), 215–221. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1111-9>
- Danube Delta | ICPDR - International Commission for the Protection of the Danube River. (б. д.). Home | ICPDR - International Commission for the Protection of the Danube River. <https://www.icpdr.org/danube-basin/sub-basins/danube-delta>
- Danube dry habitat corridor. (n.d.). DANUBEPARKS. <https://danubeparks.org/initiatives/danube-dry-habitat-corridor>
- Danube riparian forest corridor. (n.d.). DANUBEPARKS. <https://danubeparks.org/initiatives/danube-riparian-forest-corridor>
- Danubius Pannonico-Mysicus, observationibus geographicis, astronomicis...physicis perlustratus; t. 1 & 2 / Comte de Louis Ferdinand Marsili 1726. (n.b.). Royal Collection Trust. <https://www.rct.uk/collection/1083422/danubius-pannonico-mysicus-observationibus-geographicis-astronomicis-physicis>
- Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. (n.d.). Official Journal L 327, 22/12/2000 P. 0001 – 0073.

<http://data.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj>

- Freeman, R. E., & McVea, J. (2001). A stakeholder approach to strategic management. *SSRN Electronic Journal*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.263511>
- Frisch, W., & Neubauer, F. (1989). Pre-Alpine terranes and tectonic zoning in the eastern Alps. In R. D. Dallmeyer (Ed.), *Terranes in the Circum-Atlantic Paleozoic Orogens* (pp. 91–100). Geological Society of America Special Papers.
- Home | ICPDR - International Commission for the Protection of the Danube River. (б. д.). Home | ICPDR - International Commission for the Protection of the Danube River. <https://www.icpdr.org/>
- Lavruk, T., Bortnyk, S., Kovtoniuk, O., Kravchuk, I., & Tymuliak, L. (2019). Landscape indication of dangerous slope processes in the Chorna Tysa basin. *First EAGE Workshop on Assessment of Landslide and Debris Flows Hazards in the Carpathians* (pp. 1-4). European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201902168>
- Reed, M. S. (2008). Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation*, 141(10), 2417–2431.
- Royden, L., Horváth, F., & Rumpel, J. (1983). Evolution of the Pannonian basin system: 1. Tectonics. *Tectonics*, 2(1), 63–90.
- Sommerwerk, N., Hein, T., Baumgartner, C., Tockner, K., Uehlinger, U., & Robinson, C. T. (2009). The Danube River Basin. In K. Tockner (Ed.), *Rivers of Europe* (pp. 59–112). Academic Press (Elsevier).
- UNESCO. (1996). *Statutory framework of the World Network of Biosphere Reserves*. Paris : UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373378>
- WILDIsland. (n.d.). DANUBEPARKS. <https://wildisland.danubeparks.org/>
- References**
- A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) - Seventh Edition and The Standard for Project Management*. (2021). Project Management Institute. [egnum.edu.pe/wp-content/uploads/2023/09/Project-Management-Institute-A-Guide-to-the-Project-Management-Body-of-Knowledge-PMBOK-R-Guide-PMBOK®%EF%B8%8F-Guide-Project-Management-Institute-2021.pdf](http://egnum.edu.pe/wp-content/uploads/2023/09/Project-Management-Institute-A-Guide-to-the-Project-Management-Body-of-Knowledge-PMBOK-R-Guide-PMBOK-®-EF%B8%8F-Guide-Project-Management-Institute-2021.pdf)
- Association. (n.d.). DANUBEPARKS. <https://danubeparks.org/association>
- Bada, G., Horváth, F., Dövényi, P., Szafián, P., Windhoffer, G., & Cloetingh, S. (2007). Present-day stress field and tectonic inversion in the Pannonian basin. *Global and Planetary Change*, 58(1-4), 165–180. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2007.01.007>
- Balázs, A., Matenco, L., Magyar, I., Horváth, F., Cloetingh, S. (2016) The link between tectonics and sedimentation in back-arc basins: New genetic constraints from the analysis of the Pannonian Basin. *Tectonics*, 35, 1526–1559. <https://doi.org/10.1002/2015TC004109>
- Bortnyk, S. Yu., Lavruk, T. M. ta Tymulyak, L. M. (2018 c). Transkordonna biosferni zapovidnyky yak osередky zberezhennya pralisiv v Ukrayinskykh Karpatakh [Transboundary biosphere reserves as centers of preservation of virgin forests in the Ukrainian Carpathians]. U S. A. Lisovskyy, H. P. Pidhrushnyy, YE. O. Marunyak ta in. (Red.), *Heohrafichna nauka ta osvita: vid konstataciyi do konstruktyvizmu* (s. 60–62). Instytut heohrafiyi NAN Ukrainy. <https://igu.org.ua/sites/default/files/igu-files/mono/conf-igu-2018-const.pdf> [In Ukrainian].
- Bortnyk, S. Yu., Lavruk, T. M., Kovtonyuk, O. V. ta Kravchuk, I. V. (2018 b). Orhanizatsiya pryrodnycho-turystychnykh marshrutiv na terytoriyi tsentralnoyi chastyny hirsokoho masyvu Svydovets (Ukrayinski Karpaty) [Organization of nature and tourist routes in the central part of the Svydovets mountain range (Ukrainian Carpathians)]. *Fizychna heohrafiya ta heomorfolohiya*, 91(2), 55–65. [In Ukrainian].
- Bortnyk, S. Yu., Lavruk, T. M., Lavruk, M. M., Tymulyak, L. M. ta Voytsekhovska, O. A. (2024). Prostorove planuvannya pryrodokhoronnykh terytoriy (na prykladi proektu vidnovlennya maloyi richky) [Spatial planning of protected areas (on the example of a small river restoration project)]. *Fizychna heohrafiya ta heomorfolohiya*, 47(5-6), 7–22. <https://doi.org/10.17721/phgg.2024.5-6.01> [In Ukrainian].
- Bortnyk, S., Kovtonyuk, O., Kravchuk, I., Lavruk, T., Ostrikova, V. ta Tymulyak, L. (2018 a). Baseyn richky Chorna Tysa - perspektyvnyy rayon dlya rozshyrennya mezh Karpatskoho biosfernoho zapovidnyka (KBZ) [The Chorna Tysa River Basin is a promising area for expanding the boundaries of the Carpathian Biosphere Reserve (CBZ)]. *Fizychna heohrafiya ta heomorfolohiya*, 90(2), 97–111. [In Ukrainian].
- Bortnyk, S., Kulyk, K., Lavruk, M., Lavruk, T., Pidkova, O., Romanova, O., Sarakhman, I., & Tymuliak, L. (2021 a). Local development eco-projects and their role in small rivers restoration in Ukraine. *Geoinformatics* (pp. 1-6). European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521155>
- Bortnyk, S., Lavruk, T., Kovtoniuk, O., & Kravchuk, I. (2021 b). The attractive geosites and perspective of geotourism development in the Chorna Tysa River basin (Ukrainian Carpathians). *Geoheritage*, 13(1), 22. <https://doi.org/10.1007/s12371-021-00540-4>
- Bortnyk, S., Lavruk, T., Tymuliak, L., & Pidkova, O. (2023). Morphostructural research methods on landslides hazard territories. *Fourth EAGE Workshop on Assessment of Landslide Hazards and impact on communities* (pp. 1–5). European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023500041>
- Bortnyk, S., Lavruk, T., Tymuliak, L., Pidkova, O., Pryimak, T., & Voitsekhovska, O. (2025). Monitoring the impact of agricultural land use on the environment. *18th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment* (pp. 1-4). European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2025510212>
- Bortnyk, S., Tymulyak, L. ta Lavruk, T. (2014). Osvitni ekolohichni proekty ta yikhnya rol u rozvytku ekolohichnoyi osvity ta kultury [Educational environmental projects and their role in the development of environmental education and culture]. *Fizychna heohrafiya ta heomorfolohiya*, 73(1), 168–171. [In Ukrainian].
- Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on pricing policies for enhancing the sustainability of water resources*. (2000). Brussels. <https://data.europa.eu/eli/dir/2007/2>
- Consolidated text: Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE)*. (n.d.). EUR-Lex. <https://data.europa.eu/eli/dir/2007/2>
- Cooperation for conservation. Danubeparks Members*. (n.d.). DANUBEPARKS. <https://danubeparks.org/#members>
- Danube Delta | ICPDR - International Commission for the Protection of the Danube River*. (б. д.). Home | ICPDR - International Commission for the Protection of the Danube River. <https://www.icpdr.org/danube-basin/sub-basins/danube-delta>

- Danube dry habitat corridor*. (n.d.). DANUBEPARKS. <https://danubeparks.org/initiatives/danube-dry-habitat-corridor>
- Danube riparian forest corridor*. (n.d.). DANUBEPARKS. <https://danubeparks.org/initiatives/danube-riparian-forest-corridor>
- Danubius Pannonico-Mysicus, observationibus geographis, astronomicis...physicis perlustratus; t. 1 & 2 / Comte de Louis Ferdinand Marsili 1726*. (n.b.). Royal Collection Trust. <https://www.rct.uk/collection/1083422/danubius-pannonico-mysicus-observationibus-geographis-astronomicis-physicis>
- Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy*. (n.d.). Official Journal L 327, 22/12/2000 P. 0001 – 0073. <http://data.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj>
- Dyrektivna Rady 92/43/YEES vid 21 travnya 1992 roku pro okhoronu pryrodnykh oselyshch ta dykoyi fauny i flory* [Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora]. (b.d.). Ofitsiynny vebportal parlamentu Ukrayiny. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/987_004-92#Text [In Ukrainian].
- Dunayskyy biosfernnyy zapovidnyk* [Danube Biosphere Reserve]. (b. d.). <https://www.dbr.org.ua/2019/08/blog-post.html#more>
- Dyrektivna Yevropeyskoho Parlamentu i Rady 2009/147/YES vid 30 lystopada 2009 roku pro zberezhennya dykykh ptakhiv* [Directive 2009/147/EC of the European Parliament and of the Council of 30 November 2009 on the conservation of wild birds]. (b.d.). Ofitsiynny vebportal parlamentu Ukrayiny. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_001-09#Text [In Ukrainian].
- Freeman, R. E., & McVea, J. (2001). A stakeholder approach to strategic management. *SSRN Electronic Journal*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.263511>
- Frisch, W., & Neubauer, F. (1989). Pre-Alpine terranes and tectonic zoning in the eastern Alps. In R. D. Dallmeyer (Ed.), *Terranes in the Circum-Atlantic Paleozoic Orogens* (pp. 91–100). Geological Society of America Special Papers.
- Grill, G., Lehner, B., Thieme, M., Geenen, B., Tickner, D., Antonelli, F., Babu, S., Borrelli, P., Cheng, L., Crochetiere, H., Ehalt Macedo, H., Filgueiras, R., Goichot, M., Higgins, J., Hogan, Z., Lip, B., McClain, M. E., Meng, J., Mulligan, M., ... & Zarfl, C. (2019). Mapping the world's free-flowing rivers. *Nature*, 569(7755), 215–221. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1111-9>
- Home | ICPDR - International Commission for the Protection of the Danube River. (б. д.). Home | ICPDR - International Commission for the Protection of the Danube River. <https://www.icpdr.org/>
- Khilchevskyy, V. K., ta Samoylenko, V. M. (2023). Dunay [Danube]. U I. M. Dzyuba, A. I. Zhukovskyy ta M. H. Zheleznyak (red.). *Entsyklopediya suchasnoyi Ukrayiny*. Instytut entsyklopedychnykh doslidzhen NAN Ukrayiny. <https://esu.com.ua/article-19549> [In Ukrainian].
- Lavruk, T., Bortnyk, S., Kovtoniuk, O., Kravchuk, I., & Tymuliak, L. (2019). Landscape indication of dangerous slope processes in the Chorna Tysa basin. *First EAGE Workshop on Assessment of Landslide and Debris Flows Hazards in the Carpathians* (pp. 1-4). European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201902168>
- Pro vydilennya subbaseyniv ta vodohospodars'kykh dilyanok u mezhakh vstanovlenykh rayoniv richkovykh baseyniv* [On the allocation of sub-basins and water management areas within the established river basin districts]. (b. d.). Ofitsiynny vebportal parlamentu Ukrayiny. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0208-17#Text> [In Ukrainian].
- Reed, M. S. (2008). Stakeholder participation for environmental management: A literature review. *Biological Conservation*, 141(10), 2417–2431.
- Royden, L., Horváth, F., & Rumpel, J. (1983). Evolution of the Pannonian basin system: 1. Tectonics. *Tectonics*, 2(1), 63–90.
- Sommerwerk, N., Hein, T., Baumgartner, C., Tockner, K., Uehlinger, U., & Robinson, C. T. (2009). The Danube River Basin. In K. Tockner (Ed.), *Rivers of Europe* (pp. 59–112). Academic Press (Elsevier).
- UNESCO. (1996). *Statutory framework of the World Network of Biosphere Reserves*. Paris : UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373378>
- WILDIsland*. (n.d.). DANUBEPARKS. <https://wildisland.danubeparks.org/>

Пам'яті Юрія Сілецького

In memory of Yuriy Siletsky



12 липня 2025 року на 63-у році життя пішов у засвіти відомий український геоморфолог, фізико-географ, кандидат географічних наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри землезнавства та геоморфології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка Юрій Андрійович СІЛЕЦЬКИЙ.

Юрій Андрійович СІЛЕЦЬКИЙ (14.10.1962, м. Станіславів (тепер Івано-Франківськ) - 12.07.2025, м. Київ).

У 1987 році закінчив кафедру геоморфології та палеогеографії географічного факультету Київського державного університету імені Т. Г. Шевченка. Після закінчення навчання вступив до аспірантури Інституту географії Національної Академії наук України, де у 1992 році захистив кандидатську дисертацію на тему: “Долинно-річкові геокомплекси: структура, класифікація, проблеми природокористування (на прикладі долини Південного Бугу)” (науковий керівник д. геогр. н., проф. Маринич О. М.).

З 1991 року розпочинає свою роботу на географічному факультеті Київського національного університету імені Тараса Шевченка на посаді наукового співробітника. У 1993 році, після захисту кандидатської дисертації переходить на посаду старшого наукового співробітника. З 1998 року до 2014 очолює науково-дослідну лабораторію ландшафтної екології та аерокосмічного моніторингу навколишнього середовища.

У 2003 році Юрій Андрійович закінчив економічний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка та отримав диплом магістра зі спеціальності “Фінанси та кредит”.

У 2015-16 роках працював на посаді доцента природничо-географічного факультету Українського державного університету імені Михайла Драгоманова.

Наукову діяльність Юрій Андрійович поєднував із педагогічною роботою на своїй рідній кафедрі. Він викладав низку спецкурсів, зокрема “Геоморфологія”, “Менеджмент природних ресурсів”, проводив польову геологічну практику в Канівському природному заповіднику

Дослідник та педагог Юрій Андрійович залишив свій вагомий слід в українській географічній освіті та науці. Був автором понад 80 наукових праць, в тому числі 5 монографій. Його вимогливість до роботи, доброзичливе ставлення до колег та студентів, людяність і товариськість були і залишаться для нас прикладом справжнього професіоналізму і високих людських якостей.

Похований Юрій Андрійович у м. Вишневому Київської області.

Світла пам'ять про нього і теплі спогади про роки спільної праці назавжди залишаться у наших серцях.

**Фізична географія та геоморфологія, Том 48, Вип. 2(130), 2025. Київський національний університет імені
Тараса Шевченка. Науковий журнал. Заснований у 1970 р. Виходить два рази на рік.
Головний редактор: Наталія Герасименко.**

**Physical Geography and Geomorphology, 48, 2(130), 2025. Taras Shevchenko National University of Kyiv.
Scientific journal. Established in 1970. Published twice a year. Editor-in-Chief: Natalia Gerasimenko.**

Затверджено до друку Вченою радою географічного факультету
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
Реєстрація: Ідентифікатор друкованого медіа у Реєстрі суб'єктів у сфері медіа: R30-06505
(Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення
№ 1218'О' від 12.09.2025)
Комп'ютерна верстка – Ольга Ковтонюк
Дизайн обкладинки – Євгеній Рогозін

Формат 60x84/8. Ум.-друк. арк. 9,1. Обл.-вид. арк. 9,3. Тираж 100 прим.
Віддруковано у видавництві "Наукова столиця"
вул. Героїв Оборони, 8, Київ 03127
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК 5941 від 11.01.2018 р.