

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

Сергій Ю. Бортник<sup>1,2</sup> , Тетяна М. Лаврук<sup>1</sup> 

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

<sup>2</sup> 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<sup>1,2</sup>, Tetiana M. Lavruk<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> 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.

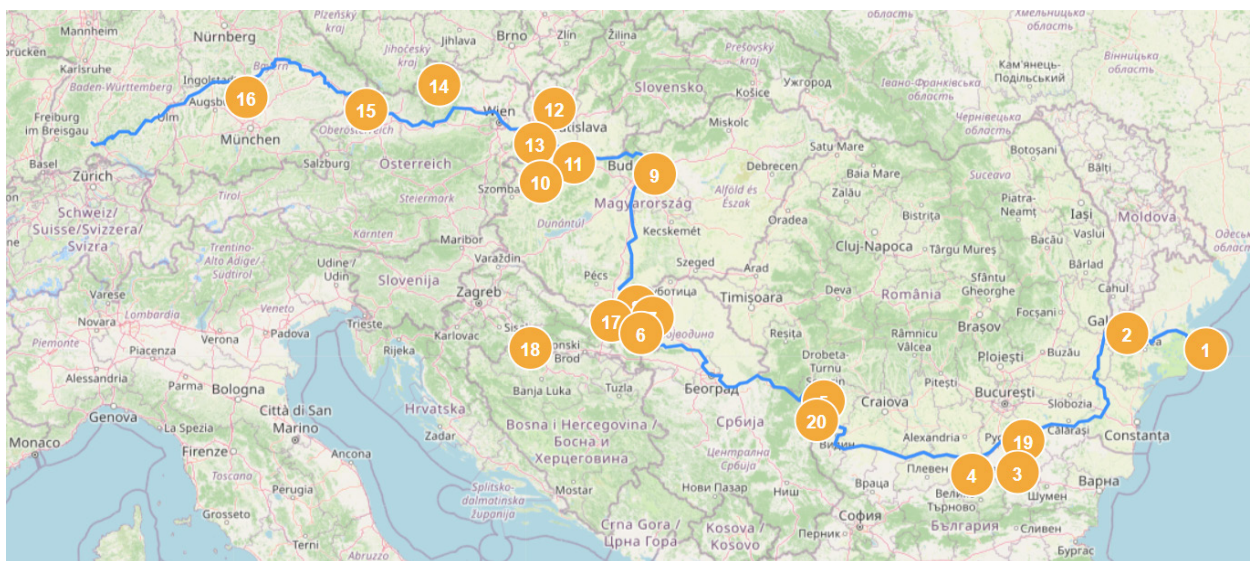


Рис. 1. Зображення інтерактивної карти учасників DANUBEPARKS (Cooperation for conservation..., n.d.).

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 c; 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 форс-мажорними 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.).

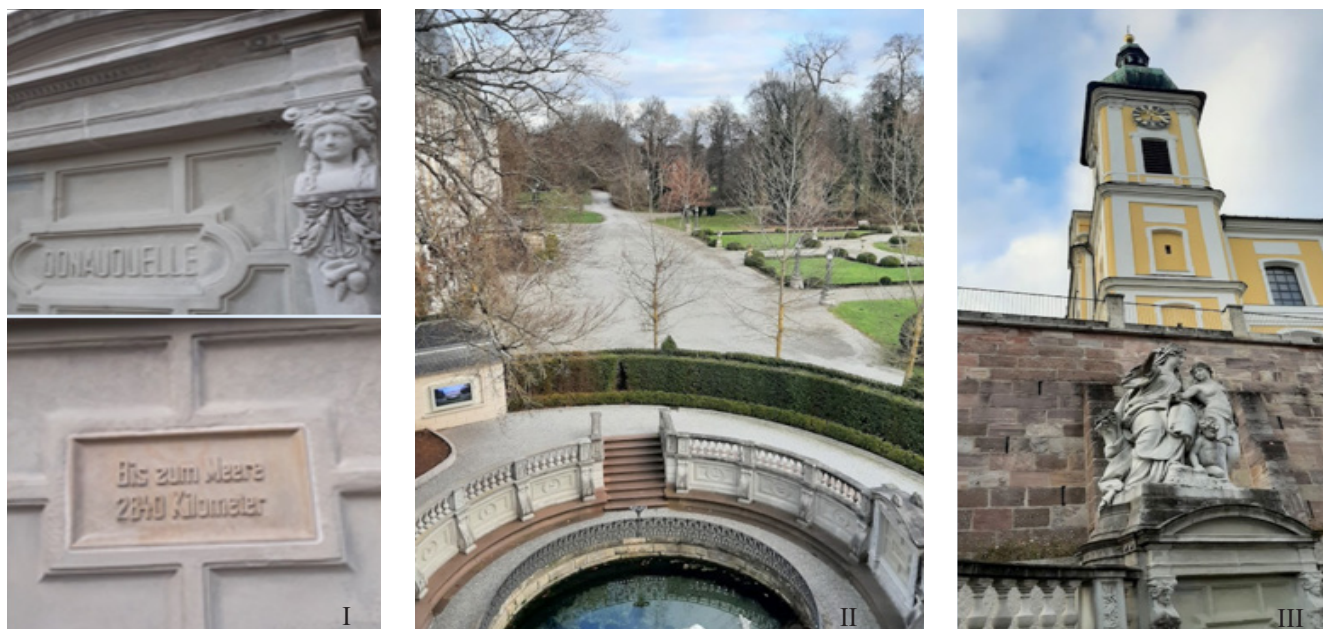
Практична реалізація багаторівневого дослідження здійснюється з використанням комплексу сучасних інструментів: відкриті дані програми Copernicus, програмні комплекси просторового аналізу (ГІС), а також адаптація принципів управління проєктами (A Guide to..., 2021). Інструмент сценарного моделювання реалізується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

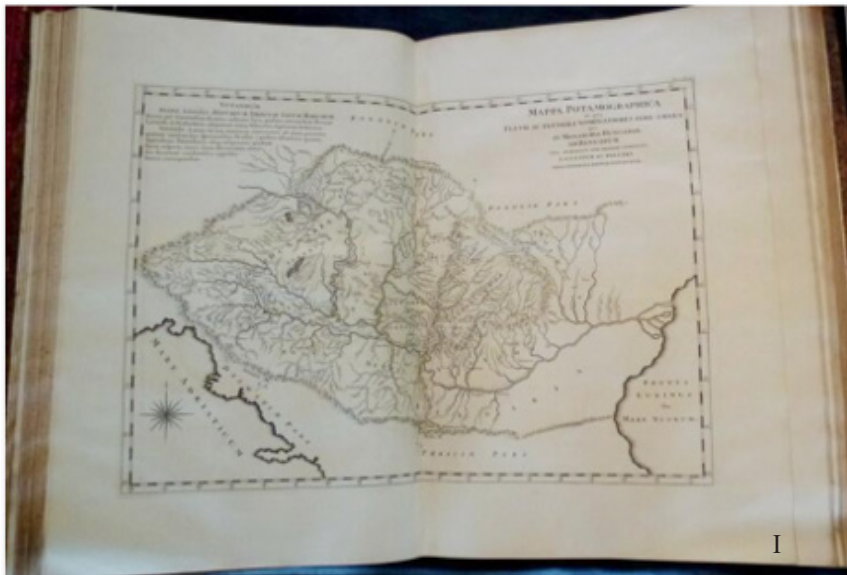


Рис. 3. I - карта басейну Дунаю з праці Л. Ф. Марсілії; II - чапля сіра (*Ardea cinerea*) як один із видів-індикаторів екомережі (*Danubius Pannonico-Mysicus...*, n.d.).

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 кайнозої (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-хариус ( <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, промислово 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.

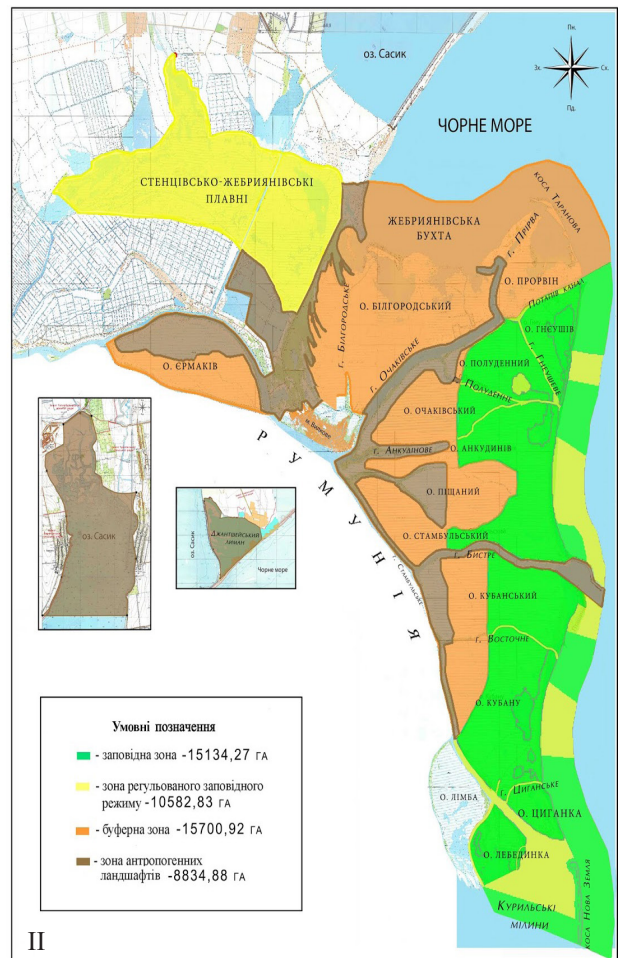


Рис. 4. I - космічний знімок дельти Дунаю; II - Схема функціонального зонування Дунайського біосферного заповідника (Дунайський біосферний..., б.д.).  
 Fig. 4. I – A satellite image of the Danube Delta; II – Functional zoning map of the Danube Biosphere Reserve (Danube Biosphere Reserve..., n.d.).

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.



<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 konstatastiyi do konstruktyvizmu* (s. 60–62). Instytut heohrafiyi NAN Ukrayiny. <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](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](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/>