

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ГІРНИЧОЇ СПРАВИ, ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА
БУДІВНИЦТВА
КАФЕДРА НАУК ПРО ЗЕМЛЮ

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри наук про
Землю

_____ Олена ГЕРАСИМЧУК

“ _____ ” _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня «бакалавр»

зі спеціальності 103 «Науки про Землю»

на тему: Геосистемний аналіз транскордонного управління річковими
басейнами (на прикладі басейну Дунаю) з метою мінімізації георизиків
надзвичайних ситуацій

Виконала: студентка IV курсу, групи НЗ-2

ГАЛЬЧИН Марія Вікторівна _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник: доктор біологічних наук, професор

ШЕВЧУК Лариса Миколаївна _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент: доктор геологічних наук, доцент

ПІДВИСОЦЬКИЙ Віктор Тодосійович _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що кваліфікаційна робота.
Використання ідей,
результатів і текстів містить
результати власних досліджень інших
авторів мають посилання на
відповідне джерело

Студент _____

Житомир – 2025 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
 ФАКУЛЬТЕТ ГІРНИЧОЇ СПРАВИ, ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА
 БУДІВНИЦТВА
 КАФЕДРА НАУК ПРО ЗЕМЛЮ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри наук про Землю

«___» ____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

Студентки: Гальчин Марії Вікторівни

Тема роботи: Геосистемний аналіз транскордонного управління річковими басейнами (на прикладі басейну Дунаю) з метою мінімізації георизиків надзвичайних ситуацій

Затверджена Наказом університету від «18» лютого 2025 р. № 67/с

Термін здачі студентом закінченої роботи 30.05.2025 р.

Вихідні дані роботи: Об'єктом дослідження є геосистемний підхід до транскордонного управління річковими басейнами з урахуванням природних, соціально-економічних і техногенних факторів ризику на прикладі басейну річки Дунай.

Предметом дослідження Правові, організаційні, екологічні, інженерні та геоінформаційні механізми управління басейном річки Дунай як засобу зменшення георизиків у транскордонному контексті.

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 1	ШЕВЧУК Лариса		
Розділ 2	ШЕВЧУК Лариса		
Розділ 3	ШЕВЧУК Лариса		
Розділ 4	ШЕВЧУК Лариса		

Керівник _____
 (підпис)

Календарний план

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Написання першого розділу	10.01.2025	виконано
2	Написання другого розділу	15.02.2025	виконано
3	Написання третього розділу	17.03.2025	виконано
4	Написання четвертого розділу	11.04.2025	виконано
5	Підготовка матеріалів до друку та оформлення пояснювальної записки	20.05.2025	виконано
6	Підготовка та оформлення презентації для доповіді	25.05.2025	виконано

Студент _____

Керівник _____

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
РОЗДІЛ 1	9
ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСКОРДОННОГО УПРАВЛІННЯ РІЧКОВИМИ БАСЕЙНАМИ.....	9
1.1 Концепція басейнового підходу в управлінні водними ресурсами.....	9
1.2 Геоекологічні аспекти річкових басейнів як об'єктів управління	11
1.3 Надзвичайні ситуації в річкових басейнах: типологія, причини виникнення та наслідки	14
1.4 Міжнародні правові та інституційні засади транскордонного управління річковими басейнами	17
1.5 Методичні підходи до оцінки ризиків надзвичайних ситуацій у річкових басейнах.....	19
РОЗДІЛ 2	22
ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧКИ ДУНАЙ ЯК ОБ'ЄКТА ТРАНСКОРДОННОГО УПРАВЛІННЯ	22
2.1 Фізико-географічна характеристика басейну річки Дунай: географічне положення, гідрографічний режим, кліматичні умови та ландшафтна структура	22
2.2 Геоекологічна ситуація в басейні річки Дунай: стан природних екосистем, антропогенний вплив, забруднення водних ресурсів та зміни гідрологічного режиму	26
2.3 Надзвичайні ситуації в басейні річки Дунай: історичні закономірності повеней, геоморфологічні та антропогенні чинники формування, економічні та соціальні наслідки	34
РОЗДІЛ 3	37
АНАЛІЗ ПРАКТИКИ ТРАНСКОРДОННОГО УПРАВЛІННЯ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ДУНАЙ.....	37

3.1 Міжнародна комісія із захисту річки Дунай (ICPDR): структура, функції, основні досягнення.....	37
3.2 Дунайська стратегія ЄС та її роль у зниженні ризиків надзвичайних ситуацій	38
3.3 Системи моніторингу та раннього оповіщення про надзвичайні ситуації в басейні Дунаю.....	44
3.4 Порівняльний аналіз підходів різних країн до управління своїми частинами басейну Дунаю.....	46
РОЗДІЛ 4	49
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСКОРДОННОГО УПРАВЛІННЯ БАСЕЙНОМ РІЧКИ ДУНАЙ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....	49
4.1 Методика оцінки ефективності транскордонного управління для зниження ризиків	49
4.2 Аналіз інженерно-технічних заходів із запобігання надзвичайних ситуацій.....	51
4.3 Оцінка ефективності природоорієнтованих рішень у басейні Дунаю.....	56
4.4 Економічна ефективність превентивних заходів порівняно з ліквідацією наслідків	62
4.5 Проблеми та виклики сучасної системи транскордонного управління.....	63
4.6 Адаптація системи управління басейном до кліматичних змін	66
4.8 Рекомендації щодо вдосконалення геоекологічних аспектів транскордонного управління басейном Дунаю	68
4.9 Можливості застосування успішного досвіду басейну Дунаю для інших транскордонних річкових басейнів України	69
ВИСНОВКИ.....	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	75

ВСТУП

Актуальність теми. Річкові басейни є складними природно-господарськими системами, у межах яких реалізується взаємодія гідрологічних, екологічних, соціальних і техногенних процесів. Особлива увага приділяється транскордонним річковим басейнам, які охоплюють території кількох країн і вимагають узгодженого управління водними ресурсами, запобігання надзвичайним ситуаціям та мінімізації екологічних ризиків. На основі змін клімату, урбанізації, деградації екосистем та підвищення частоти повеней, необхідність комплексного, інтегрованого управління такими басейнами постає як пріоритетна задача.

Басейн річки Дунай, що охоплює 19 держав, включно з Україною, є прикладом ефективного транскордонного управління, що базується на басейновому принципі та європейських екологічних директивах. В Україні ухвалено План управління басейном Дунаю на 2025-2030 роки, однак ефективність реалізації заходів для зменшення ризиків надзвичайних ситуацій значною мірою залежить від адаптації міжнародного досвіду. Актуальність роботи визначається необхідністю вивчення та узагальнення найкращих практик транскордонного управління, впроваджених у Дунайському регіоні, для їх подальшого виконання в українській системі управління водними ресурсами.

Мета та завдання: Метою дипломної роботи є проведення геосистемного аналізу транскордонного управління річковими басейнами на прикладі басейну річки Дунай з метою оцінки ефективності існуючих методів мінімізації георизиків надзвичайних ситуацій та обґрунтування їх можливостей адаптації для української системи управління водними ресурсами. Постановка завдань для досягнення мети:

- Обґрунтувати теоретико-методологічні основи геосистемного підходу в управлінні річковими басейнами.

- Проаналізувати природно-географічні, гідрологічні та геоекологічні характеристики басейну річки Дунай у транскордонному контексті.
- Визначити та класифікувати основні георизики надзвичайних ситуацій у межах басейну, з урахуванням їхніх причин і наслідків.
- Провести оцінку діяльності міжнародних організацій (зокрема ICPDR) у сфері транскордонного управління водними ресурсами та запобігання надзвичайним ситуаціям.
- Проаналізувати ефективність природоорієнтованих, технічних та інституційних заходів управління ризиками в басейні Дунаю.
- Використовувати геосистемний підхід для розробки практичних рекомендацій щодо покращення системи транскордонного управління річковими басейнами України.

Об’єкт дослідження: геосистема басейну річки Дунай як основа транскордонного управління з метою мінімізації георизиків надзвичайних ситуацій.

Предмет дослідження: інтегровані геосистемні підходи та механізми транскордонного управління річковими басейнами, на прикладі басейну Дунаю, для мінімізації георизиків надзвичайних ситуацій.

Практичне значення отриманих результатів. Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення системи управління водними ресурсами в Україні за допомогою транскордонного співробітництва, покращення ефективності реагування на гідрологічні надзвичайні ситуації, впровадження природоорієнтованих та інженерно-технічних заходів з мінімізації ризиків. Дані рекомендації можуть стати основою для оновлення регіональних планів управління басейнами, адаптаційних стратегій до змін клімату, а також розбудови сучасної системи екологічного моніторингу яка відповідає європейським стандартам.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, основної частини із 4 розділів, висновків, рекомендацій та використаної літератури. Основний текст роботи викладено на 79 сторінках. В тексті налічується 17 рисунків. Список використаної літератури складає 41 найменування.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

LP3 – Pearson type 3

ЄСДР – Стратегія ЄС для Дунайського регіону

EFAS – European Flood Awareness System / Європейська система оповіщення про повені

ВРД – Водна рамкова директива

ПУРБ – Плани управління річковими басейнами

ПУРД – План управління басейном Дунаю

ICPDR – International Commission for the Protection of the Danube River / Міжнародна комісія з захисту річки Дунай

DRBMP – Danube River Basin Management Plan / План управління басейном річки Дунай

WWF – World Wildlife Fund / Всесвітній фонд дикої природи

AEWS – Accident Emergency Warning System / Система попередження про надзвичайні ситуації

НС – Надзвичайна ситуація

WFD – Water Framework Directive / Водна рамкова директива ЄС

EUSDR – EU Strategy for the Danube Region / Стратегія ЄС для Дунайського регіону

МПВ – Масив поверхневих вод

2ТП-водгосп – Форма державної статистичної звітності щодо використання вод

ПУП – План управління посухами

ГІС – Геоінформаційна система

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСКОРДОННОГО УПРАВЛІННЯ РІЧКОВИМИ БАСЕЙНАМИ

1.1 Концепція басейнового підходу в управлінні водними ресурсами

Сучасне управління водними ресурсами в Україні все частіше зазнає змін, пов'язаних з впровадження міжнародних стандартів. В Україні триває процес реформування системи управління водними ресурсами, що має на меті наближення її до європейських практик. Основою цих реформ є басейновий підхід, визнаний міжнародною спільнотою як найефективніший.

Басейновий принцип управління водними ресурсами полягає в тому, що основною одиницею управління є територія річкового басейну. Умови формування обсягу, режиму та якості водних ресурсів басейну визначаються різноманітними факторами, які і формують його особливості. Єдина геоекологічна система, центром якої є річка – річковий басейн. Закономірності, пов'язані з функціонуванням цієї системи та процесами, гарантують її стійкість і динамічність розвитку.

Басейновий принцип управління водними ресурсами є сучасним методом, де річковий басейн є основним об'єктом управління. Річковий басейн визначається, як цілісна територія з чіткими межами, що охоплює екологічні, гідрологічні та господарські умови, які тісно взаємопов'язані.

Басейн річки – це цілісна просторова одиниця з чіткими межами й комплексом взаємопов'язаних екологічних, гідрологічних і господарських факторів. Для оптимізації природокористування в басейні річки необхідні комплексні спостереження за змінами в усіх природних ресурсах і джерелах негативного антропогенного впливу.

Згідно з Водним кодексом України, басейновий принцип передбачає комплексне управління водними ресурсами в межах річкового басейну. Район

річкового басейну є основною одиницею для використання, охорони вод і відтворення водних ресурсів.

Основна перевага басейнового підходу полягає в збільшенні ролі водних ресурсів, які обмежують розвиток виробництва. Водні об'єкти часто виступають джерелами забруднення, а також є частиною кругообігу речовин, що відбуваються в межах басейну. Це дозволяє здійснювати транскордонне співробітництво в сфері використання та охорони водних ресурсів.

Ще одним важливим фактором є активна участь усіх зацікавлених сторін у процесі управління, що сприяє скоординованому розвитку природних ресурсів та забезпечує соціально-екологічне благополуччя.

Необхідність інтегрованого управління водними ресурсами відображена в Законі України «Про основні засади (стратегія) державної екологічної політики до 2020 року». Цей закон підкреслює необхідність невідкладного реформування в переході до інтегрованого управління водними ресурсами

Басейновий принцип закріплений у Водному кодексі України, який визначає, що управління водними ресурсами має здійснюватися на основі державних, цільових, міждержавних й регіональних програм використання й охорони вод і відтворення водних ресурсів, а також планів управління річковими басейнами.

Європейська інтеграція є важливим фактором впровадження басейнового підходу в Україні. Одним з ключових документів ЄС у забезпеченні якості води й управління водними ресурсами є Водна рамкова директива, яка містить: принцип комплексності захисту всіх вод, басейновий принцип управління водними ресурсами, принцип широкого залучення громадян та громадських організацій і принцип послідовного вдосконалення законодавства.

Принципи та методологія басейнового управління передбачають відновлення природного механізму відтворення ресурсів, визнання єдності соціально-еколого-економічної системи, гнучку політику в установленні екологічних норм, удосконалення правових основ природокористування, удосконалення механізмів платежів за спеціальне використання природних ресурсів на їх відтворення та

охорону, а також реалізацію профілактичних, організаційних, інженерно-технічних та контрольних-обмежувальних заходів.

Сучасна модель управління водними ресурсами передбачає створення басейнових рад річок, до яких входять представники державної, місцевої влади та громадськості. Основною метою рад є впровадження принципів комплексного управління водними ресурсами в басейнах річок через прийняття питань водогосподарської політики на території басейну із залученням до процесу управління представників місцевих органів влади сферою використання і охорони водних ресурсів, громадських, екологічних організацій та наукових установ.

Відповідно до частини 2 статті 131 Конституції України, в нашій державі встановлюються дев'ять районів річкових басейнів: район басейну річки Дніпро, Дністер, Дунай, Південний Буг, Дон, Вісла, район басейну річок Криму, район Причорномор'я та Приазов'я [1].

Розробка плану управління річковим басейном є важливим етапом впровадження басейнового принципу. Цей план містить аналіз стану ресурсів і заходи для досягнення визначених цілей у встановлені терміни для кожного ресурса.

Плани управління річковими басейнами в Україні затверджуються Кабінетом Міністрів України кожні шість років (ст. 132 Конституції України). У період виконання Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року, затвердженої Законом №4836–VI від 24 травня 2012 року, перші плани управління річковим басейном повинні бути розроблені для кожного району річкового басейну України [1].

1.2 Геоєкологічні аспекти річкових басейнів як об'єктів управління

Геоєкологічні аспекти річкових басейнів як об'єктів управління передбачають ретельне вивчення та регулювання взаємодії природних і соціоекономічних елементів у системі басейнів. Річковий басейн виступає як

цілісна ландшафтно-гідрологічна структура, де змінюються режими водотоків, розвиваються ґрунтові та геоморфологічні процеси, розширюються біогеоценози та концентрується людська діяльність. Геоекологія дозволяє вивчати, зміни клімату, землекористування, гідромеліорацію, урбанізацію та забруднення, що впливають на стан водних і прилеглих територій, які вимагають інтегрованого підходу до управління цими територіями.

В свою чергу, басейн річки – це єдина територіальна одиниця з чіткими межами, що об'єднує екологічні, гідрологічні та господарські умови, які тісно взаємопов'язані. Ця система забезпечує стійкість і динамічний розвиток, підкреслюючи, що річковий басейн не лише адміністративна одиниця, а й природна структура, що діє за власними законами.

Басейновий підхід є важливим, оскільки басейн виступає природною одиницею для поширення та накопичення забруднень. Вода в цьому контексті відіграє ключову роль у розвитку та розміщенні продуктивних сил. Водні об'єкти є найчастішими джерелами поширення забруднень і місцями їх накопичення, а також забезпечують замикання кругообігу речовин, що реалізує більшість екологічних балансів.

Сучасні методи управління водними ресурсами передбачають комплексний захист усіх водних об'єктів у межах басейну. Водна рамкова директива ЄС містить ключові елементи інтегрованого управління водними ресурсами, акцентуючи увагу на необхідності захисту всіх видів вод, включаючи підземні.

З геоекологічної точки зору важливо враховувати зв'язок басейну з сусідніми територіями. Район річкового басейну є основною одиницею управління в галузі використання та охорони вод, що включає річковий басейн і пов'язані з ним прибережні та підземні води.

Екологічний стан поверхневих вод України піддається надмірному антропогенному впливу, що призвело до зменшення самовідтворюючих можливостей річок і виснаження водноресурсного потенціалу. Більшість забруднень спричинене неупорядкованим відведенням стічних вод від населених пунктів, господарських об'єктів і сільськогосподарських угідь. Крім того,

існуюча система управління охороною та використанням водних ресурсів є неефективною через недосконалість законодавства та організаційної структури.

Відповідно до зобов'язань України щодо євроінтеграції, геоекологічні аспекти управління річковими басейнами, зокрема басейном Дунаю, набули особливої уваги. 31 грудня 2024 року Кабінет Міністрів України затвердив План управління річковим басейном Дунаю на 2025–2030 роки, який є основним стратегічним документом у сфері водної політики. З метою покращення екологічного стану вод цей план включає 293 основні та 58 додаткових заходів, які спрямовані на зменшення забруднення поверхневих вод органічними та небезпечними речовинами, запобігання засміченню водних об'єктів побутовими відходами, відновлення гідрологічного режиму та морфологічних показників річок у разі порушення їх вільної течії та відновлення гідравлічного зв'язку між руслами річок і їх заплавами [2].

У першому циклі реалізації плану на 2025–2030 роки передбачено реконструкцію очисних споруд у таких населених пунктах, як Ужгород, Мукачево, Берегове, Хуст, Коломия, Чернівці та Ізмаїл, з метою зменшення забруднення органічними, біогенними та небезпечними речовинами [3].

Завдяки міжнародним програмам, таким як Міжнародна комісія з охорони річки Дунай (ICPDR), управління Дунайським басейном відбувається у взаємодії з іншими країнами. Ці програми пропонують геоекологічний моніторинг, який дозволяє не лише контролювати якість води, але й аналізувати просторові зміни в руслах, прибережних екосистемах і природних ландшафтах басейну протягом тривалого періоду часу.

Таким чином, для управління басейном річки Дунай використання геоекологічного підходу виявляється важливим для забезпечення сталого водокористування, збереження екосистемних послуг, збереження біорізноманіття та пом'якшення наслідків змін клімату. Інтегроване управління, яке базується на просторово-екологічному аналізі, дозволяє створювати політику в складних природно-антропогенних системах водозбору.

1.3 Надзвичайні ситуації в річкових басейнах: типологія, причини виникнення та наслідки

Повені, паводки, затори льоду, нагонні явища та техногенні аварії є найпоширенішими прикладами надзвичайних ситуацій у річкових басейнах. Для класифікації потрібно знати їхні масштаби, механізми розвитку та частоту виникнення. За масштабами виділяють низькі повені, які охоплюють до 10% сільськогосподарських угідь, високі повені, які охоплюють до 15%, катастрофічні повені, які можуть затоплювати понад 70% території та спричинити значні руйнування. Для малих повеней частота таких подій становить від одного разу на 5-10 років до одного разу на 100-200 років для катастрофічних повеней.

За механізмом розвитку надзвичайних ситуацій виникають весняні водопілля, які утворюються через танення снігу, літньо-осінні паводки, спричинені сильними дощами, заторні повені, спричинені льодовиками, техногенні повені, спричинені руйнуванням гідротехнічних споруд і нагонні повені, спричинені вітровими нагонами води.

Надзвичайні ситуації в річкових басейнах частіше виникають через природні та антропогенні фактори. Інтенсивні опади, швидке танення снігу, затори льоду, вітрові нагони води, зсуви та землетруси змінюють русла річок і є природними факторами. Вирубка лісів, порушення природних водозатримуючих систем, будівництво в заплавах річок, неефективне управління водними ресурсами та недостатнє обслуговування гідротехнічних споруд є частиною антропогенних факторів.

Також важливо згадати про георизики, це ризики, пов'язані з геологічними, гідрологічними, кліматичними та антропогенними факторами. Одним із прикладів є зсуви та обвали, які перекривають русло річки, створюючи «природні дамби», які можуть призвести до руйнувань, ерозії берегів, яка поступово руйнує структуру ґрунту та послаблює дамби, затоплення через підняття рівня ґрунтових вод та аварії на гідроінфраструктурі. Такі фактори як зміна клімату, інтенсивні опади, танення снігу, ерозія та збільшення рівня води,

збільшують ризики для геосфери. Також неоднаразово зазначають, що Україна перебуває під загрозою гідрометеорологічних небезпек та стихійних лих, які в першу чергу впливають на сільськогосподарський сектор та сектор охорони здоров'я людини, через сезонні повені та періоди посухи. Очікується, що зміна клімату збільшить ризики та серйозність стихійних лих в Україні через інтенсивніші температури, а також режим опадів [4].

Небезпека річкових повеней класифікується як висока, потенційно руйнівні та небезпечні для життя. Очікується, що протягом наступних десяти років відбудеться принаймні одна річкова повінь.

Антропогенна діяльність чинником зростання георизиків. Несанкціоновані скиди та забруднення водойм, забудова заплав, значна вирубка лісів у берегових зонах, недогляд або несвоєчасний ремонт дамб і гідроспоруд є одними з небагатьох факторів, які сприяють виникненню небезпечних наслідків. Усі ці фактори знижують здатність річкових систем реагувати на екстремальні ситуації природним чином.

Надзвичайні ситуації в річкових басейнах можуть мати катастрофічні наслідки. Серед яких затоплення територій, включаючи населені пункти та сільськогосподарські угіддя, руйнування інфраструктури, будівель доріг, мостів і комунікацій. Крім того, катастрофічні затоплення можуть спричинити смерть людей і тварин, поширення інфекційних захворювань через забруднення води, збитки для економіки через втрату врожаю та пошкодження майна.

Також надзвичайні ситуації у річкових басейнах призводять до руйнівних екологічних змін, включаючи зниження біорізноманіття, загибель біоти, значне погіршення якості води та розповсюдження інфекцій. До соціальних наслідків належить: загроза життю, евакуація населення, руйнування загальних комунікацій і домівок, а також зниження рівня життя. Економічні втрати включають руйнування інфраструктури, втрати сільськогосподарських угідь і значні фінансові витрати на відновлення.

Прикладом цього є повінь у Закарпатті в листопаді 1998 року, коли сильні опади затопили понад 30 населених пунктів і завдали збитків на суму понад 800 млн грн. Подібна ситуація вже була на річці Тиса в 2001 році, кілька паводків зруйнували дамби та затопили великі сільськогосподарські угіддя, спричинивши

значні економічні втрати. В 2006 році в дельті Дунаю стався ще один відомий випадок, коли весняне водопілля затоплювало заплавні землі, пошкоджуючи екосистему регіону.

З 2012 року На міжнародному рівні діє ініціатива ЄС – European Flood Awareness System (EFAS), яка забезпечує попередження про повені за 10 діб наперед, щоб сприяти кращій координації між країнами та реагуванню на загрози [5].

З 2015 року Міжнародна комісія з охорони Дунайської річки (ICPDR) виконує План управління ризиками повеней на Дунаї. Цей план, оновлений у 2021 році, уніфікує методи, карти ризиків і програми заходів для всіх країн басейну річки Дунай [6].

Це ще раз доводить наскільки важливим є комплексний підхід до управління ризиками повеней, який містить ефективний моніторинг, прогнозування та впровадження інженерно-технічних заходів, щоб мінімізувати наслідки надзвичайних ситуацій у річкових басейнах. Для зменшення ризиків затоплення необхідно використовувати сучасні технології гідромоніторингу, перевіряти стан дамб, шлюзів та інших гідротехнічних споруд і надавати населенню своєчасні попередження про загрози затоплення.

Надзвичайні ситуації в річкових басейнах мають вирішальний вплив на екологічну безпеку, економіку та якість життя населення. Їх також можна класифікувати за місцем походження – природні та штучні. До надзвичайних ситуацій природного характеру відносяться повені, паводки, льодоходи та інші гідрологічні явища, пов'язані з сильними опадами, таненням снігу або будь-якими іншими кліматичними факторами. До надзвичайних ситуацій техногенного характеру належать аварії гідротехнічних споруд, скиди забруднень у водойми, перепади в роботі очисних споруд та будь-які інші події, спричинені діяльністю людини.

Надзвичайні ситуації в річковому басейні можуть виникати як природного, так і антропогенного характеру. Наприклад, сильні дощі та швидке танення снігу є екстремальними погодними умовами, які діють як природні причини, оскільки вони підвищують рівень води в річках і, таким чином, можуть спричинити повені.

Антропогенні наслідки діяльності людини включають несанкціоновані скидання промислових і побутових стоків, порушення правил експлуатації гідротехнічних споруд, вирубку лісів у прибережних районах, що знижує здатність території до утримання води, і недостатній контроль за станом водних об'єктів. Деякі надзвичайні ситуації в басейнах річок можуть бути катастрофічними.

Наслідки НС можна поділити на екологічні, соціальні та економічні. До екологічних наслідків належить зниження біорізноманіття, загибель водної флори та фауни, погіршення якості води та можливість спалахів інфекційних захворювань серед населення. Соціальні наслідки включають загрозу життю та здоров'ю людей, необхідність евакуації населення з постраждалих районів, руйнування інфраструктури та житлових будинків. Економічні наслідки включають значні матеріальні збитки, пов'язані з відновленням руйнованих будівель, втратою сільськогосподарських угідь і зниженням продуктивності економіки регіону.

У річкових басейнах необхідно впроваджувати комплексні заходи, щоб запобігти та мінімізувати наслідки надзвичайних ситуацій. Ці заходи включають моніторинг стану водних об'єктів, своєчасне інформування населення про потенційні загрози, розробку та реалізацію планів реагування на НС, профілактичні заходи з укріплення берегів, очищення русел річок і відновлення природних екосистем. Також варто не забувати про міжвідомчу та міжнародну співпрацю, яка націлена на обмін досвідом, ресурсами та технологіями для забезпечення сталого управління водними ресурсами та захисту населення від надзвичайних ситуацій.

1.4 Міжнародні правові та інституційні засади транскордонного управління річковими басейнами

Транскордонне управління річковими басейнами, питання номер один для збереження та ефективного використання водних ресурсів у міжнародних водотоках. Річкові басейни, які перетинають кордони багатьох держав, представляють значні проблеми для управління. Ці проблеми стосуються якості

води, розподілу ресурсів, запобігання забрудненню та затопленням, а також адаптації до зміни клімату. Для вирішення цих проблем міжнародна спільнота створила кілька правових документів та інституційних механізмів, щоб регулювати спільне управління водними ресурсами. Конвенції ООН про охорону та використання транскордонних водотоків та міжнародних озер (Гельсінська конвенція, 1992) і Конвенція про охорону та використання водотоків і міжнародних озер (1997) є основними міжнародно-правовими актами, які встановлюють принципи співпраці між державами щодо захисту водних екосистем і управління водними ресурсами на транскордонному рівні. Зокрема, ці звіти підтримують створення інституційних органів для координації дій між країнами, а також вказують на обов'язки держав щодо попередження, обмеження та скорочення транскордонного забруднення.

Річковий басейн Дунаю, який охоплює 19 країн, є одним із найкращих прикладів транскордонного управління водними ресурсами. Для ефективного управління водними ресурсами цього басейну створено складну правову та інституційну основу, яка включає численні міжнародні договори, директиви Європейського Союзу та угоди між різними країнами.

Конвенція про співробітництво щодо охорони та сталого використання річки Дунай, підписана в Софії у 1994 році та діє з 1998 року, і є основним міждержавним документом. Основою для спільного управління водними ресурсами та захисту екосистем басейну є законодавство. Конвенція об'єднує чотирнадцять країн і Європейський Союз і визначає дії щодо збереження якості води, зменшення забруднення, попередження надзвичайних ситуацій і охорони біорізноманіття. Міжнародна комісія з охорони річки Дунай—це орган, який керує співпрацею між країнами-учасницями Конвенції, проводить моніторинг водних ресурсів і розробляє стратегічні документи, такі як План управління басейном річки Дунай [7].

Завдяки оновленню кожні шість років, план управління басейну річки Дунай розглядає основні загрози для басейну, включаючи забруднення органічними та поживними речовинами, зміни гідроморфології, небезпечні речовини та вплив змін клімату. Рамкова водна директива ЄС, ще один важливий

правовий інструмент для управління водними ресурсами в Європі, основним завданням якого є досягнути «доброго екологічного стану» водних об'єктів до 2027 року. Він забезпечує захист поверхневих і підземних вод, запобігання їх руйнуванню та забезпечення їх стійкого використання. Директива ЄС щодо повеней працює разом із WFD в басейні річки Дунай, щоб зменшити ризик затоплень за допомогою інтегрованого управління водними ресурсами та спільних заходів країн-учасниць [8].

Система попередження про надзвичайні ситуації, розроблена ICPDR, відіграє важливу роль у забезпеченні транскордонного управління басейном. Вона дозволяє швидко повідомляти про загрози, такі як повені, забруднення та інші надзвичайні події, які можуть вплинути на стан водних ресурсів і безпеку населення.

Крім того, Дунайська комісія, заснована в 1948 році для забезпечення безпечної та вільної навігації по річці Дунай, є важливою частиною управління. Розробка єдиних правил судноплавства, координація гідрометеорологічних служб і покращення навігаційної інфраструктури є головними цілями її діяльності [9].

Стратегія ЄС для Дунайського регіону, яка була затверджена в 2011 році, сприяє сталому розвитку регіону, захисту навколишнього середовища та зміцненню економічних зв'язків.

Таким чином, міжнародні правові та інституційні засади транскордонного управління річковими басейнами Дунаю забезпечують комплексний підхід до збереження водних ресурсів, запобігання ризикам надзвичайних ситуацій і сталого розвитку регіону, що сприяє ефективній взаємодії між країнами та екологічній безпеці.

1.5 Методичні підходи до оцінки ризиків надзвичайних ситуацій у річкових басейнах

Аналіз історичних повеней, а також прогнози на майбутнє для Центральної та Східної Європи свідчать про те, що інтенсивність і частота повеней, будуть

зростати. Країни та адміністрації по всій Європі наразі стикаються з труднощами у впровадженні європейських рамкових програм, пов'язаних з водою та кліматом, таких як Директива ЄС про повені, Рамкова директива ЄС з водних ресурсів та відповідні плани адаптації та пом'якшення наслідків.

Директива ЄС про повені чітко вимагає коригування карт ризику повеней з урахуванням змін клімату. Модель Майбутнього Дунаю «Future Danube Model» дозволяє досліджувати впливи змін клімату протягом всьому шляху моделювання ризиків—від погодних і кліматичних подій, повеней, посух, хвиль спеки та штормів, а також їхніх відповідних небезпек і ризиків, а також можливих стратегій адаптації.

Хоча період повторення повені, що трапляється раз на 100 років, може бути оцінений у деяких ділянках річок на основі спостережень, оцінка повторення повені вищого порядку, наприклад, події, що трапляється раз на 1000 років, можлива лише за допомогою ймовірнісних методів у відсутності довгострокових спостережень. Загальним підходом у страховому секторі для оцінки частоти повеней є стохастичне моделювання повеней, яке базується на розподілі історичних даних і передбачає оцінку тисяч імовірних подій повеней та їх періодів повернення.

Уже використовувалися подібні методи, які створюють штучні погодні та витратні дані на 10 000 років. Це дозволяє врахувати багато екстремальних подій і краще оцінити ймовірність їх виникнення, навіть за межами наявних спостережень.

Новизна підходу в тому, що ці дані створюються не лише на основі історичного клімату, але й для майбутніх періодів. Для цього використовуються кліматичні симуляції, які поєднують чотири комбінації глобальних і регіональних моделей та два сценарії змін клімату.

Ризик повеней оцінюється шляхом перетворення даних про водні потоки, які розраховує гідрологічна модель, у карти глибини затоплення. Це дає змогу обрахувати потенційні збитки та отримати показники ризику, наприклад, очікувані щорічні втрати.

Для цього використовуються гідродинамічні моделі та ГІС-технології: 1D-моделі для великих територій і поєднання 1D та 2D-моделей для регіонів. Також враховується взаємодія хвиль повеней з різних приток [10].

Довготривале моделювання дозволяє краще зрозуміти просторове розподілення ризику. Глибина затоплення є ключовим фактором у визначенні вразливості територій. Хоча оцінка збитків чутлива до вибраної моделі, зазвичай використовують спрощені функції, що пов'язують шкоду з глибиною води.

Модель майбутнього Дунаю наразі включає багатфакторну модель збитків від повеней «FLEMOps+r» для житлових будівель, яка використовує кілька змінних для пояснення збитків від повеней, включаючи інформацію про типи будівель, характеристики будівель і період повернення подій. Отримані набори подій повеней і функції вразливості надають інформацію про небезпеки повеней та компоненти вразливості, які можуть використовуватися як вхідні дані для моделювання втрат «Oasis Loss Modeling Framework (LMF)» [10].

Добре сплановані заходи адаптації можуть допомогти запобігти або зменшити негативні наслідки, такі як, економічні втрати, пошкодження інфраструктури та навіть втрати життів, від погодних небезпек, які, ймовірно, посиляться через зміни клімату. Надійні рішення щодо адаптації часто досягаються шляхом врахування вигод і витрат, тобто потенційного зменшення кліматичних ризиків або втрат, спричинених їхнім впливом, у порівнянні з витратами на впровадження цих адаптивних заходів, таких як захист від повеней або зміна стратегій управління, з урахуванням глибокої невизначеності.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧКИ ДУНАЙ ЯК ОБ'ЄКТА ТРАНСКОРДОННОГО УПРАВЛІННЯ

2.1 Фізико-географічна характеристика басейну річки Дунай: географічне положення, гідрографічний режим, кліматичні умови та ландшафтна структура

Транскордонний басейн Дунаю розташований на території 19 країн: Австрія, Болгарія, Чехія, Німеччина, Угорщина, Словаччина, Словенія, Румунія, Хорватія, Боснія та Герцеговина, Молдова, Чорногорія, Сербія, Україна, Італія, Польща, Албанія, Македонія, Швейцарія [11, с. 13] (рис. 2.1, 2,2).

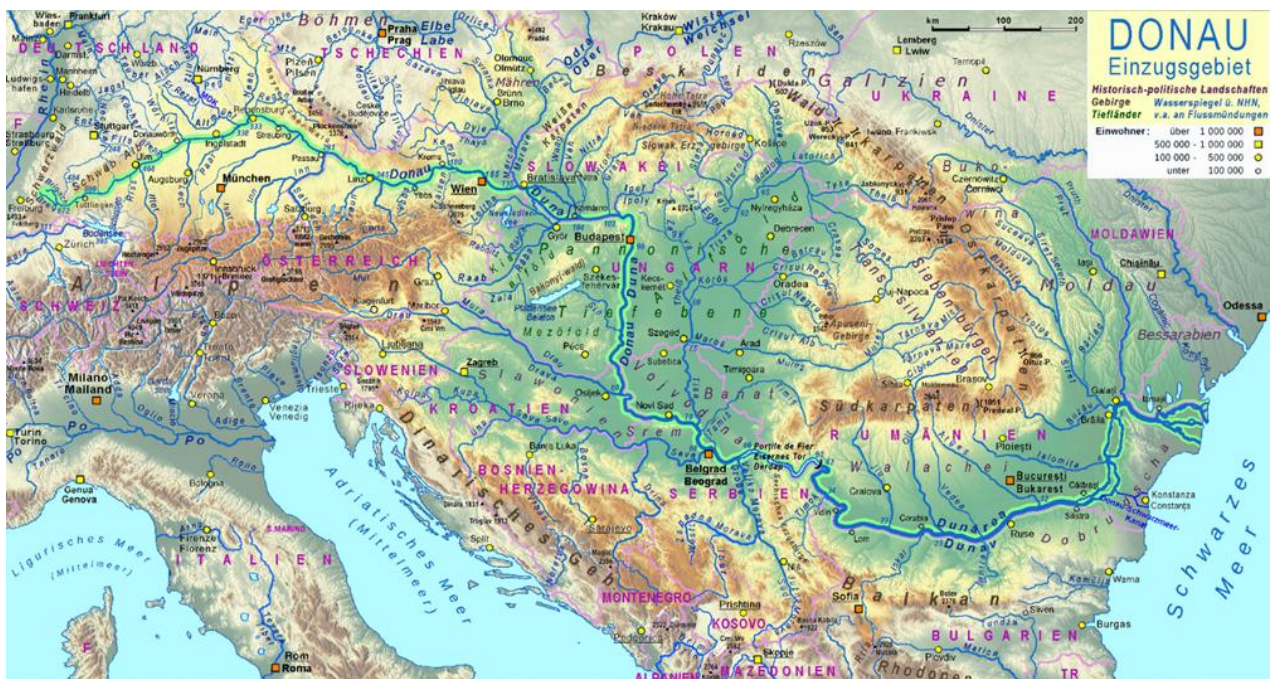


Рис. 2.1 Басейн річки Дунай [12].

Площа водозбору басейну в Україні складає 30 059 км², що становить 5% території країни. Район басейну річки Дунай охоплює чотири області: Закарпатську, Івано-Франківську, Чернівецьку та Одеську.

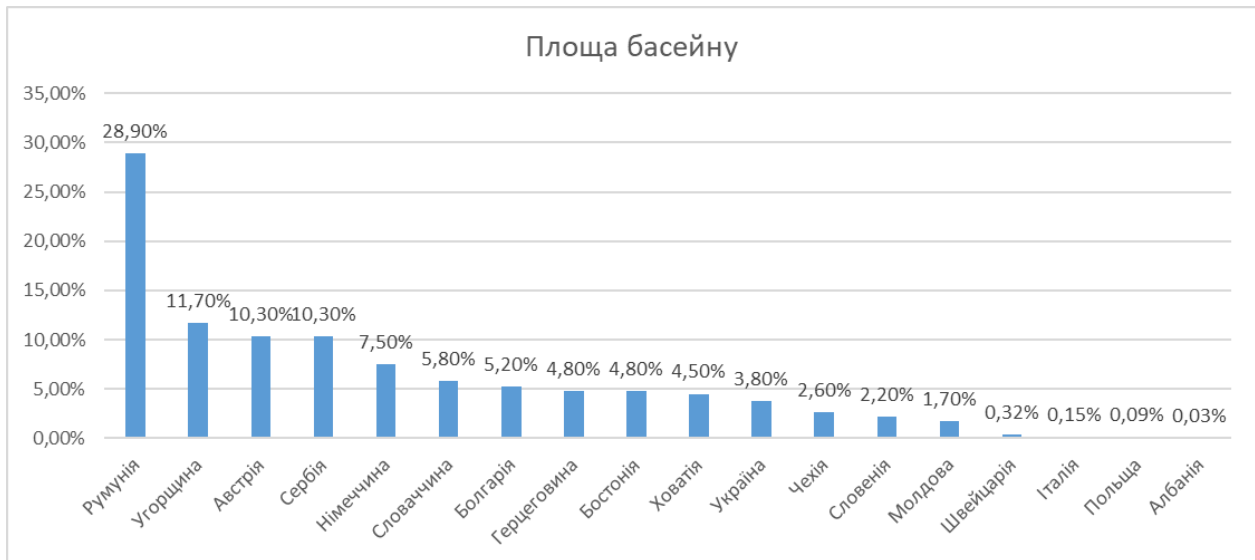


Рис. 2.2 Співвідношення площі басейну Дунаю в різних країнах [12].

Суббасейн річки Тиса повністю розташований у Закарпатті, тоді як суббасейни Прут і Сірет охоплюють частини Івано-Франківської та Чернівецької областей, а нижній Дунай – Одеську область [11].

Довжина Дунаю досягає 2857 км, площа басейну становить 817 тис. км², а загальне падіння – 678 м. Річка бере початок у Німеччині на східних схилах Шварцвальду двома витоками – Бреге і Брігах, впадає в Чорне море, утворюючи дельту (табл. 2.1).

За фізико-географічними умовами річку поділяють на три ділянки. Верхній Дунай (до Відня) – типова гірська ріка, Середній Дунай (Відень–Оршова, Румунія) перетинає Середньодунайську рівнину, Нижній Дунай – рівнинна ріка, тече Нижньодунайською рівниною між Пн. Карпатами та Балканськими горами. У дельті Дунай ділиться на Кілійське (у межах Одеської обл.), Сулінське (судохідне) та Георгіївське (обидва – Румунія) гирла [13].

Гідрографічна мережа включає 335 річок з площею водозбору понад 10 км² та 16 озер площею більше 0,5 км² [11, с. 15].

Гідрологічний режим характеризується трьома фазами: весняною повінню, літніми та осінніми паводками, а також меженнями восени та взимку.

Річна амплітуда коливань рівня води варіюється від 4,5-5,5 м поблизу міста Рені, Одеської області до 6-8 м біля міста Будапешта, а середні річні витрати води – 420 м³/с у верхній течії, 1900 м³/с у середній та 6430 м³/с у гирлі.

Характеристики басейну р. Дунай

Основні характеристики басейну річки Дунай	
Довжина річки	2857 км
Загальна площа басейну	817 000 км ²
Гирло	Чорне море (Румунія та Україна)
Басейн	Басейн Дунаю
Площа басейну в межах України	30 059 км ² ($\approx$ 5% території України)
Кількість країн, що охоплює басейн	19 країн: Австрія, Болгарія, Чехія, Німеччина, Угорщина, Словаччина, Словенія, Румунія, Хорватія, Боснія і Герцеговина, Молдова, Чорногорія, Сербія, Україна, Італія, Польща, Албанія, Північна Македонія, Швейцарія
Основні суббасейни в Україні	Тиса (Закарпаття), Прут, Сірет (Івано-Франківська, Чернівецька обл.), Нижній Дунай (Одеська обл.)
Поділ за гідрологічними зонами	Верхній Дунай (до Відня) – гірський. Середній Дунай (Відень–Оршова) – рівнинний. Нижній Дунай – низинний
Середній річний стік	203 км ³ на рік
Середні річні витрати води	Верхній Дунай – 420 м ³ /с. Середній – 1900 м ³ /с. Гирло – 6430 м ³ /с.
Середня температура повітря	Нижній Дунай – 10,5°C Тиса/Прут/Сірет – близько 4,0°C
Річна кількість опадів	Карпати – до 1200 мм (макс. 1650 мм). Закарпаття – 690–1100 мм. Нижній Дунай – 370–520 мм.
Гідрографічна мережа в Україні	335 річок >10 км ² площі басейну, 16 озер >0,5 км ²
Гідрологічний режим	Весняні повені, літньо-осінні паводки, межені восени та взимку

Максимальні витрати в пониззі досягають близько 20 000 м³/с, мінімальні – 1800 м³/с, а середній об'єм стоку становить близько 203 км³ на рік. Дунай замерзає лише в холодні зими на 1,5-2 місяці [14].

Район басейну річки Дунай розташований у помірних широтах з різними проявами помірного клімату. Значна частина суббасейнів річок Тиса, Прут та

Сірет розміщується в Українських Карпатах, середня кількість опадів досягає 1200 мм, а в окремі роки – до 1650 мм. У Закарпатті річна кількість опадів варіюється від 690 до 1100 мм, а для нижнього Дунаю – від 370 до 520 мм. Найбільша кількість опадів випадає в теплий період року з квітня по жовтень і приблизно становить 60-70%.

Тривалість снігового покриву в Карпатах коливається від 70 до 150 діб, у той час як у нижньому Дунаї рідко перевищує 40-50 діб.

Середня багаторічна температура повітря в суббасейну нижньому Дунаю є найбільшою по басейну і становить близько 10,5°C, тоді як у суббасейнах річок Тиса, Прут та Сірет в Українських Карпатах – близько 4,0°C [15, с.18].

У Верхньому Дунаї домінують західні та північно-західні вітри, на Середньому – східні та південно-східні, а на Нижньому – північні та північно-східні. У дельті Дунаю нагінні вітри можуть спричинити затоплення прибережних територій. Суббасейн річки Тиса має гірський рельєф, що змінюється від середньогір'я до низовини.

Суббасейн річки Тиса знаходиться на південь і південний захід від основного вододільного хребта Українських Карпат. Його рельєф переважно гірський, з різким переходом від середньогір'я на північному сході (з пересічними відмітками земної поверхні 1800-2000 метрів) до низовини на південному заході (з пересічними відмітками земної поверхні 100-200 метрів).

Суббасейни річок Прут і Сірет розташовані на сході від вододільного хребта Українських Карпат. Тут також переважає гірський рельєф. Середньогір'я річки Прут (з пересічними відмітками земної поверхні 1500-2000 метрів) переходить у височинний рельєф з висотою 290-550 метрів у східному напрямку.

У суббасейні річки Сірет середньогір'я висотою 900-1100 метрів знижується в східному напрямку до височини з відмітками 350-500 метрів.

Суббасейн Нижнього Дунаю розташований у низовинному рельєфі Причорноморської низовини. Максимальні висоти поверхні в цьому суббасейні не перевищують 210 метрів і проходять по вододілу між басейнами Дунаю та Причорномор'я. Середні висоти земної поверхні в Нижньому Дунаї коливаються від 10 до 180 метрів [16, с. 28].

2.2 Геоекологічна ситуація в басейні річки Дунай: стан природних екосистем, антропогенний вплив, забруднення водних ресурсів та зміни гідрологічного режиму

Стан природних екосистем басейну річки Дунай зазнає значних змін через антропогенний вплив (див. рис. 2.3).

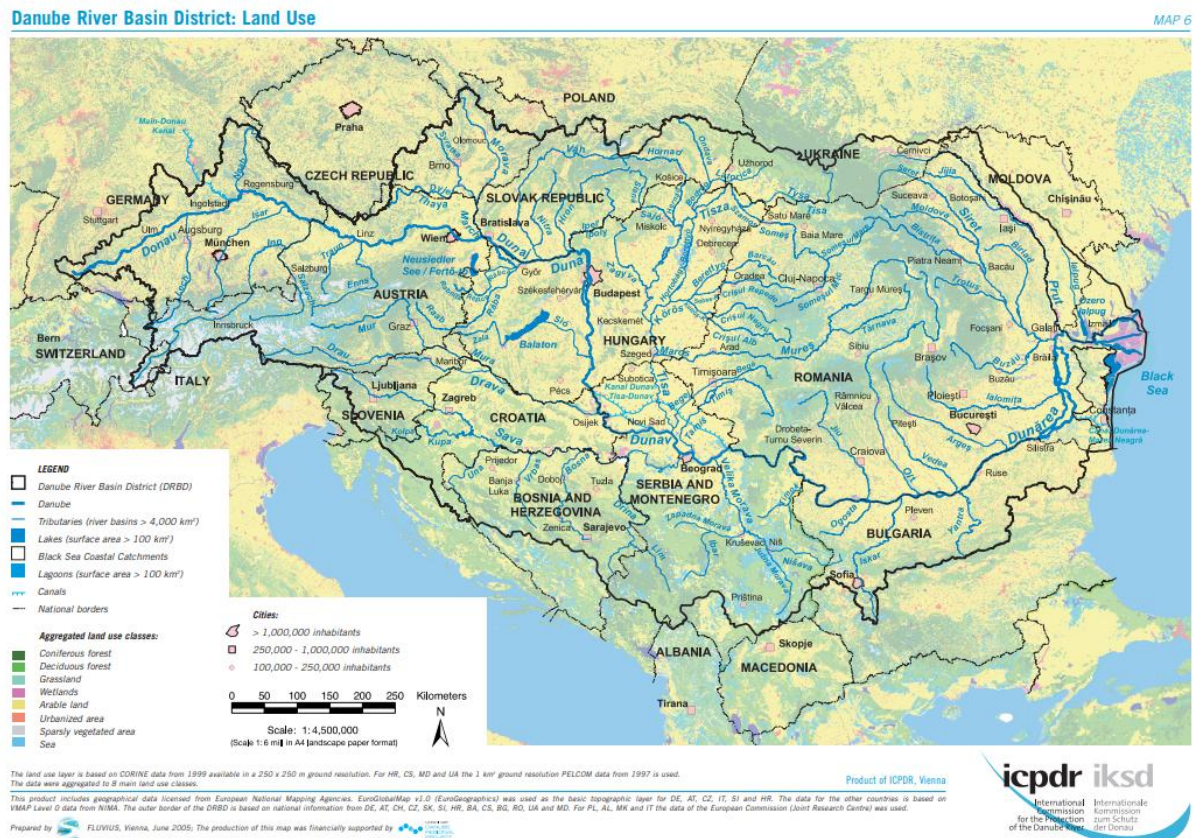


Рис. 2.3 Дунайський басейновий округ: Землекористування [17].

Основними чинниками антропогенного навантаження є чисельність населення, яка становить 3,532 млн осіб, діяльність підприємств різних галузей економіки, а також сільське господарство, що характеризується високим рівнем розвитку. Поперечні споруди на малих і середніх річках унеможливають вільне проходження води, наносів та міграцію гідробіонтів, змінюючи транзитний режим річок на акумуляційний. У 2020 році скиди зворотних (стічних) вод у поверхневі водні об'єкти басейну р. Дунай становили: сільське господарство (включаючи рибництво) – 65,733 млн м³, житлово-комунальне господарство –

52,720 млн м³, промисловість – 3,141 млн м³, інші – 2,096 млн м³ [11, с.35] (рис.2.4.).

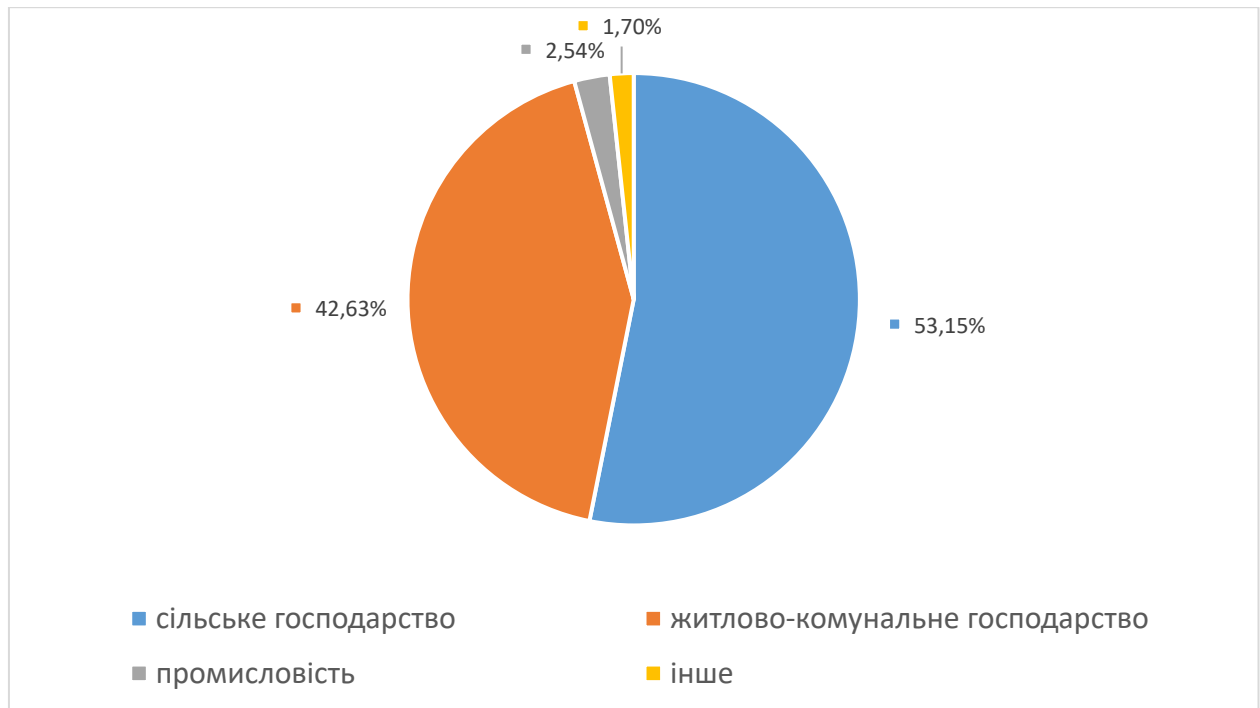


Рис. 2.4 Скиди зворотних (стічних) вод у поверхневі водні об'єкти басейну р. Дунай, дані за 2020 рік.

Якщо порівняти карти землекористування в суббасейнах річки Дунай за 1999 рік див. рис. 2.5. із круговою діаграмою скидів зворотних (стічних) вод за 2020 рік. див. рис. 2.4. то можна побачити певну динаміку в змінах впливу антропогенних факторів на водні ресурси в суббасейнах річки Дунай. У структурі землекористування в 1999 році сільськогосподарські угіддя (коричневий колір) переважали над лісами (зелений колір). У більшості країн, таких як Румунія, Болгарія, Угорщина, Сербія та Україна, рілля займала значну частину території, що вже тоді вказувало на значний вплив агросектору.

Діаграма скидів стічних вод показує, що сільське господарство було основним джерелом забруднення поверхневих вод Дунайського басейну у 2020 році, що становило 53,15% від загального обсягу забруднення. Це свідчить про те, що сільське господарство продовжує бути основним джерелом забруднення річкової системи.

Ще в 1999 році, було помічену тенденцію до зростання інтенсивності виробництва сільськогосподарських продуктів через потребу в продовольстві та економічного розвитку. Житлово-комунальне господарство становить 42,63%

скидів. Це пов'язано з великою чисельністю населення (понад 3,5 млн осіб) і концентрацією великих міст у басейні Дунай, які були на карті в 1999 році, включаючи Відень, Будапешт, Братиславу, Белград і Софію.

Промисловість та інші джерела займають невелику частку (2,54% і 1,70% відповідно), можливо, це пов'язано з модернізацією виробництва, очищенням стоків або переміщенням важкої промисловості за межі регіону. Також це могло відбутися за рахунок національної програми та екологічної політики ЄС, яка спрямована на зменшення техногенного тиску.

Отже, аналіз двох карт показав, що структура антропогенного навантаження в басейні Дунаю з 1999 по 2020 рік зазнала незначних змін. Сільське господарство продовжує відігравати важливу роль, і це пояснюється як сучасними соціально-економічними факторами, так і історичним землекористуванням. У містах також збільшилася роль житлово-комунального сектору в структурі скидів. Це вказує на те, що необхідно впровадити комплексне управління водними ресурсами, зосереджуючись на зменшенні дифузного забруднення з сільськогосподарських територій, покращенні інфраструктурі каналізації та відновлення природної річкової динаміки.

У майбутньому прогнозується, що антропогенний тиск на водні ресурси басейну Дунаю зберігатиметься та навіть зростатиме в деяких регіонах через розвиток агросектору, урбанізацію та зміни клімату. Якщо не будуть запроваджені ефективні агроекологічні практики, такі як буферні зони, зменшення використання добрив і інтегроване управління стоками, сільське господарство залишатиметься одним з основних факторів забруднення. Однак покращення систем водовідведення в містах і підприємствах може поступово зменшити вплив житлово-комунального господарства та промисловості на якість води. Для збереження екосистем і забезпечення водної безпеки в умовах зміни клімату, постає питання транснаціонального співробітництва у Дунайському регіоні щодо впровадження сталих підходів до управління басейном річки.

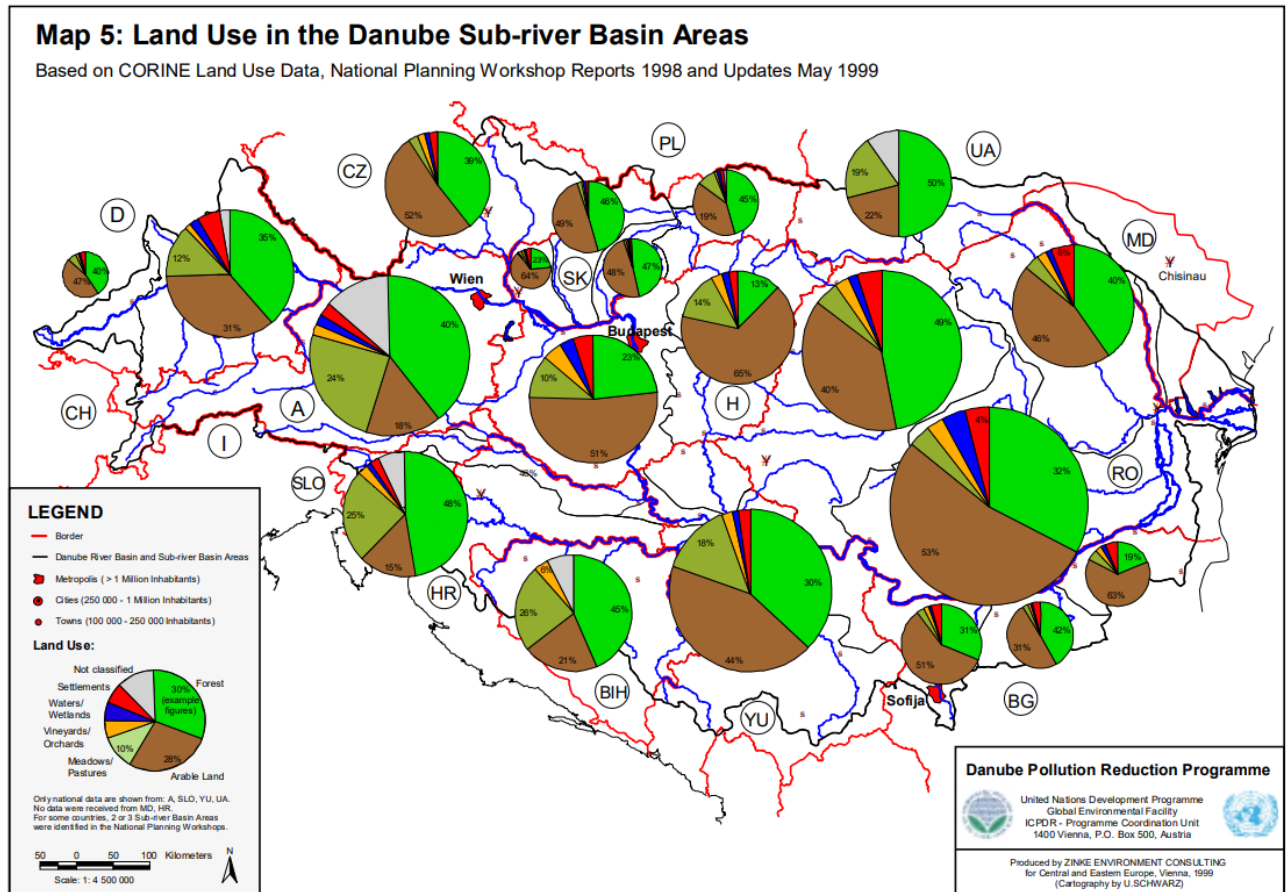


Рис. 2.5 Землекористування в районах підбасейну Дунаю[18].

Якщо порівняти зміни площі та співвідношення різних категорій землекористування протягом чотирьох століть у заплаві Дунаю див. рис. 2.6. То найпомітнішою зміною було збільшення частки сільського господарства з 9,7% до 63,7%, та зниженням водно-болотних угідь з 29,7% до 1,4%). Частка лісів також зменшилася (з 35,9% до 22,7%), хоча було незначне зростання з 1941 року (17,1%) до 2018 року (22,7%). Частка населених пунктів (наприклад, сіл і міських поселень) лише незначно зросла (з 1,0% до 4,1%) [19, с. 6].

Джерелами небезпечних забруднюючих речовин у суббасейні річки Тиса можуть бути промислові джерела, такі як машинобудування, лісохімічна промисловість, гірничовидобувні об'єкти, тваринництво та харчова промисловість.

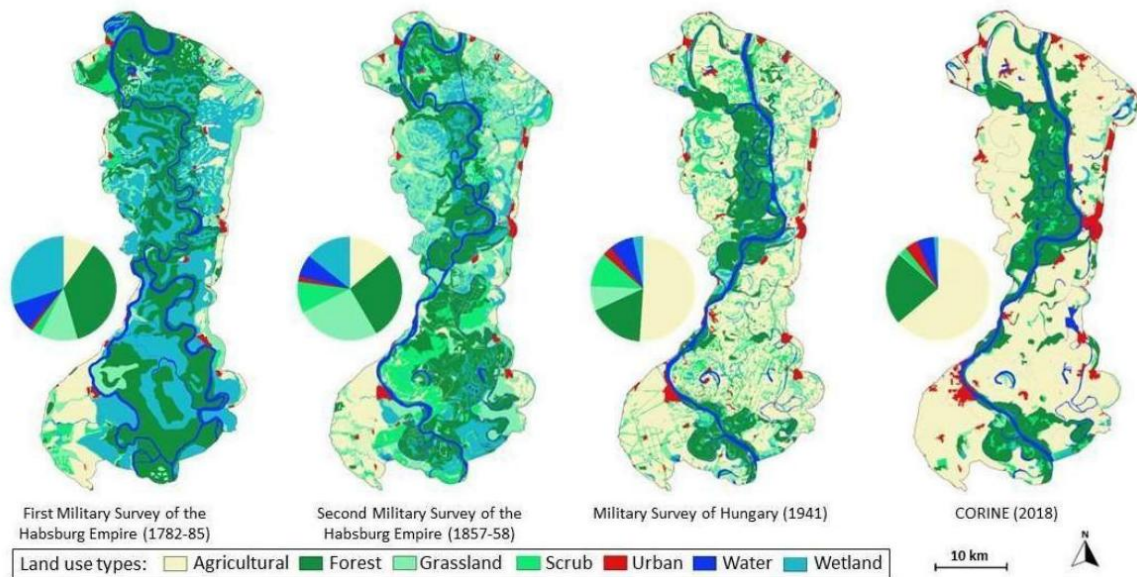


Рис. 2.6 Реконструйовані зміни площі та співвідношення категорій землекористування протягом чотирьох століть у досліджуваній заплаві Дунаю [19, с. 6].

Хоча в басейні Дунаю «небезпечна» промислова діяльність розвинена слабо, існують потенційні джерела аварійних забруднень, зокрема скиди стічних вод і змиви з територій, де накопичуються відходи виробництва. Гідроморфологічні зміни є однією з головних водно-екологічних проблем, які заважають досягненню встановлених та закріплених в ПУРБ екологічних цілей. Основними чинниками, що негативно впливають на природну морфологію русел, берегів та заплав, є урбанізація, протиаводковий захист, сільське господарство та судноплавство.

Техногенні фактори, які впливають на стан підземної гідросфери, включають відбір підземних вод для водопостачання, використання поверхневих вод для меліорації, застосування мінеральних добрив у сільському господарстві та скидання промислових і комунальних стоків. Урбанізація сільських територій супроводжується техногенним навантаженням, пов'язаним із сільськогосподарською діяльністю, зокрема рільництво і садівництво з інтенсивним використанням добрив, пестицидів і гербіцидів. Гірничо-промисловий тип техногенного навантаження також поширений, включаючи водозабори прісних та мінеральних підземних вод, відкриті та підземні розробки корисних копалин.

Кліматичні зміни призводять до істотного підвищення температури повітря, зміни термічного режиму та структури опадів, що, у свою чергу, збільшує кількість небезпечних метеорологічних явищ. Забруднення водних об'єктів твердими побутовими відходами, зокрема пластиком, погіршує екологічний та хімічний стан поверхневих вод. Засмічення річок суббасейну Тиси комунальними відходами викликає занепокоєння сусідніх країн, зокрема під час паводків, коли кількість пластикових пляшок у Тисі становлять 50-100 пляшок на хвилину, іноді навіть досягає 300 на хвилину.

Основною причиною органічного забруднення є недостатній ступінь очищення стічних вод або їхня відсутність. Це призводить до значних змін кисневого балансу поверхневих вод, змінюючи видовий склад гідробіонтів або навіть викликаючи їх загибель. Забруднення поверхневих вод відбувається через точкові джерела, якими є комунальні підприємства, більшість з яких перебуває у зношеному стані. Надходження біогенних речовин у поверхневі води призводить до евтрофікації, що збільшує первинну продукцію та накопичення органічної речовини. Розвиток автотрофних гідробіонтів сприяє збагаченню води біогенними речовинами, що призводить до небажаного порушення балансу організмів у водному середовищі та зниження якості води. У суббасейні Тиси особливу небезпеку становить дифузне забруднення з території колишніх підприємств лісохімічної промисловості та місць видалення твердих побутових відходів.

Небезпечні речовини представлені пріоритетними забруднюючими речовинами, які підлягають контролю відповідно до наказу Мінприроди від 2017 року «Про затвердження Переліку забруднюючих речовин для визначення хімічного стану масивів поверхневих і підземних вод та екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод».

За даними державного обліку водокористування, за період 2016-2021 років жоден суб'єкт господарювання не зазначив наявність пріоритетних забруднюючих речовин у скидах стічних вод. Моніторинг показав, що у воді та донних відкладах виявлено органічні речовини, зокрема пестициди,

фармацевтичні препарати, поліароматичні вуглеводні, галогеновані вуглеводні, а також важкі метали, такі як кадмій, свинець і нікель.

Результати моніторингу вказують на перевищення концентрацій дифталатів, нафталену, кадмію, свинцю та нікелю, що перевищують екологічні стандарти якості. У кожній досліджуваній пробі поверхневих вод у суббасейні річки Тиса виявлено підвищені концентрації поліароматичних вуглеводнів, які є індикаторами нафтопродуктів.

При оцінці специфічних небезпечних речовин слід враховувати фонові концентрації важких металів для кожного масиву поверхневих вод (МПВ). Однією з найгостріших екологічних проблем залишається питання відходів: їх утворення, накопичення, утилізація та видалення. Сміттєзвалища є основним джерелом забруднення навколишнього середовища. Техногенне навантаження на геологічне середовище впливає на стан підземних вод. Заходи з меліорації земель порушують природний гідравлічний і гідрохімічний зв'язок між водоносними горизонтами, що погіршує якість підземних і поверхневих вод. Прокладання магістральних дренажних каналів призводить до знищення поверхневого шару слабопроникних порід, що погіршує захищеність масиву підземних вод.

В межах меліоративних систем збільшується інтенсивність забруднення поверхневих і підземних вод через сільськогосподарське виробництво. Побутове забруднення через відсутність централізованої каналізації також негативно впливає на масив підземних вод. У населених пунктах спостерігається точкове забруднення підземних вод сполуками азотної групи, а також присутність синтетичних поверхнево активних речовин і нафтопродуктів. Частина відходів потрапляє безпосередньо у річки, що призводить до хімічного забруднення води та отруєння живих організмів. Мікропластик, з часом роздібноючись потрапляє у водні організми, накопичуючи токсини.

Щодо аварійного забруднення, то до реєстру місць потенційного ризику увійшли об'єкти, для яких існують ризики аварійного забруднення, такі як каналізаційні очисні споруди, майданчики з відходами промисловості та шламонакопичувачі. Через гірський характер території, високу щільність

населення та сусідство з чотирма країнами ЄС, ряд населених пунктів Закарпатської області позбавлені можливості вибору земельних ділянок для сміттєзвалищ. На території області відсутнє зберігання непридатних пестицидів, хоча в Мукачівському районі є залізобетонні контейнери для зберігання хімічних засобів захисту рослин, а саме 41. У с. Рокосово Хустського району зберігається 225 тонн забрудненого ґрунту, який є токсичними відходами I, II класів небезпеки для здоров'я населення що потребує термінового вивезення.

Зміни гідрологічного режиму під впливом господарської діяльності також викликають занепокоєння, поперечні споруди на малих і середніх річках унеможлиблюють вільне проходження води та міграцію гідробіонтів. За результатами оцінки гідроморфологічних змін, 694 МПВ оцінюються як без ризику, 155 – під ризиком, а 36 – не визначено. Узагальнена оцінка ризику недосягнення «доброго» екологічного стану показує, що 394 МПВ – без ризику, 165 – можливо під ризиком, 326 – під ризиком. Гідроморфологічні зміни поділяються на порушення неперервності потоку води, гідравлічного зв'язку між руслами річок та їх заплавами, зміни в заборах води та морфологічні зміни [11, с.32].

У басейні Дунаю ідентифіковано 60 МПВ з порушенням неперервності потоку. Акумуляція води в ставках та водосховищах забезпечує протипаводковий захист, однак зменшення природного стоку в умовах глобального потепління та утворення застійних зон сприяє евтрофікації, погіршуючи біорізноманіття. У басейні 118 МПВ зазнали модифікації морфології річки. Фільтрація паводкових вод збагачує їх киснем, але також призводить до накопичення окисного заліза в ґрунтах і зростання мінералізації ґрунтових вод. Техногенез впливає на рівневий режим підземних вод, утворюючи депресійні воронки. За даними статистичної звітності № 2ТП-водгосп (річна) забір підземної води із природних об'єктів у басейні Дунаю у 2020 році забір підземної води складав 27,529 млн м³. Підвищення температури та зміна опадів впливають на гідрологічний режим річок і запаси водних ресурсів. Кліматичні зміни збільшують частоту повеней та посух, що робить

вразливими сільське господарство, енергетику та соціальну сферу, які безпосередньо залежать від водних ресурсів.

У період 2041-2070 років очікується коливання середнього річного стоку, що може призвести до катастрофічних паводків на гірських річках і значних економічних збитків. Гідроморфологічні зміни, як наслідок господарської діяльності, погіршують умови існування водних угруповань, зокрема порушують безперервність потоку води, що веде до зменшення популяцій риб. Гідравлічний зв'язок між руслом та заплавою є критично важливим для функціонування водних екосистем, а зміни в цій сфері призводять до зниження різноманіття водних організмів.

Зменшення різноманітності глибини і ширини русла, порушення природного балансу між ерозією та акумуляцією, звуження простору між дамбами та обмеження вільного меандрування призводять до зменшення складу та чисельності біологічних показників, таких як риба, донні безхребетні, вища водна рослинність і фітопланктон.

Щодо сучасного стану природних екосистем басейну, то режимна мережа спостереження державного моніторингу підземних вод складається з кількох пунктів спостереження, які досліджують зону впливу водозаборів, зокрема Ужгородський «Минай» та Хустський «Ріка». Державне науково-виробниче підприємство «Геоінформ України» щороку проводить аналіз режиму підземних вод у природних та змінених умовах.

2.3 Надзвичайні ситуації в басейні річки Дунай: історичні закономірності повеней, геоморфологічні та антропогенні чинники формування, економічні та соціальні наслідки

Басейн річки Дунай протягом останніх століть зазнав численних повеней, загалом 78 за 900 років, з яких 23 сталися в XVIII столітті, до створення значних протиповеневих споруд [20]. Рівень води встановлював рекордні рівні тричі з 2002 року, а п'ять найбільш значних повеней відбулися в останнє десятиліття. Останні роки вказують на збільшення частоти повеней та нові рекорди рівня

води. Занедбані дамби, разом із тривалими зимами та сильними опадами, сприяли даним проблемам. Середньорічна кількість опадів нещодавно перевищила норму в 1,5-2,0 рази, що є найвищим показником з початку систематичних метеорологічних спостережень.

Басейн річки Дунай відрізняється різноманітними географічними та кліматичними умовами. Тут панує континентальний клімат, який охоплює більшу частину території, тоді як менша частина підлягає впливу атлантичного та середземноморського кліматів. У басейні присутні кілька гірських хребтів: Альпи на північному заході, Карпатські гори на сході та Динарські гори на південно-західному кордоні. Це зазвичай найвологіші райони, з опадами в Альпах до 3200 мм на рік та від 750 до 2000 мм у Карпатах. Гірські масиви суттєво впливають на клімат басейну, створюючи зони дощової тіні.

У басейні також є кілька низинних територій. Низовини Моравії в Чехії та долина Тиси в Румунії характеризуються відносно сухим кліматом (до 750 мм опадів на рік), тоді як дельта Дунаю є найсухішою з показником 400 мм опадів на рік.

Дослідження виявили, що можна виділити помітні групи станцій на основі оптимального розподілу для аналізу частоти повеней. Найкращими розподілами для станцій у басейні річки Дунай є узагальнені екстремальні значення та розподіли типу 3 за Пірсоном (Pearson type 3 LP3). Серед 86 розглянутих гідрометричних станцій 76 мають один із цих двох розподілів серед своїх двох найкращих підходів. Аналіз сезонності показує, що великі повені в басейні річки Дунай переважно відбуваються навесні, а сезонність повеней має виражений кластерний характер [20].

Географічно сезон повеней у водозборі також демонструє виражене групування. Помітне скупчення весняних повеней спостерігається в нижніх районах водозбору Дунаю. Літні повені переважно відбуваються нижче за течією від північних схилів Альп. Зимові повені, як правило, кластеризуються по всьому водозбору, зокрема в притоках річки Дунай, за винятком кількох випадків у верхів'ях річки в Німеччині.

Управління заплавами та сільськогосподарська діяльність суттєво вплинули на динаміку повеней у басейні річки Дунай. Модифікації русел,

будівництво дамб та інтенсивне сільське господарство змінили природні запливи, зменшивши їхню здатність поглинати паводкові води та підвищивши ризики повеней нижче за течією. Внаслідок цього, значні площі природних заплів були втрачені через дренаж для сільського господарства, розвиток міст та протиповеневі дамби—загалом 80%.

Дунай має важливе значення для місцевої економіки, забезпечуючи водою промисловість, сільське господарство та муніципалітети, а в деяких країнах також використовується для транспортування. Однак це призводить до значного навантаження на річку, і забруднення стає все більшою проблемою.

Повені є стихійними лихами, які завдають значних економічних збитків і мають серйозний вплив на суспільство. Розуміння просторових і часових характеристик повеней є важливим аспектом ефективного управління. Річка Дунай та її басейн є ключовим регіоном у Європі, де повені мали місце протягом усієї історії.

Історично повені в басейні Дунаю призводили до серйозних економічних втрат, переміщення населення та довгострокових екологічних наслідків. Зусилля з прогнозування та пом'якшення наслідків таких катастроф є критично важливими для стійкості регіону. Найзначніші повені останніх десятиліть завдали збитків на мільярди євро, що має довгострокові наслідки для сільськогосподарської продуктивності, інфраструктури та регіональних економік. Відновлення та профілактичні заходи залишаються пріоритетом для багатьох країн басейну.

Зростаюча частота небезпечних гідрометеорологічних явищ викликає занепокоєння. Сценарії оцінки Європейського агентства з охорони навколишнього середовища прогнозують, що збитки від повеней та кількість постраждалих людей суттєво зростуть до 2100 року внаслідок зміни клімату, з одним сценарієм, який оцінює зростання збитків від повеней приблизно на 40% та збільшення кількості постраждалих на приблизно 242 000 осіб (близько 11%). Європейський Союз формалізував управління повенями у 2007 році через Директиву про повені, а Міжнародна комісія із захисту річки Дунай координує її впровадження в басейні [21, с. 22].

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ ПРАКТИКИ ТРАНСКОРДОННОГО УПРАВЛІННЯ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ДУНАЙ

3.1 Міжнародна комісія із захисту річки Дунай (ICPDR): структура, функції, основні досягнення

Міжнародна комісія з охорони річки Дунай (МКЗРД/ICPDR) є міжнародною організацією, що об'єднує держави-партнерів та Європейський Союз. Від свого заснування у 1998 році, МКЗРД стала одним з найбільших і найактивніших міжнародних органів, що займаються управлінням річковими басейнами в Європі.

Правова основа діяльності МКЗРД закладена в «Конвенції про співробітництво в галузі охорони та сталого використання річки Дунай», яка була підписана в Софії у 1994 році та почала діяти в жовтні 1998 року [22].

Щодо процесу прийняття рішення то МКЗРД проводить засідання двічі на рік: одне в грудні у Відні, а інше – в червні в країні, що головує. Кожна країна-учасниця має свого представника. Для прийняття рішень комісія прагне досягти консенсусу. Головування в організації щорічно переходить до наступної країни в алфавітному порядку.

Більшість роботи виконується експертними групами, яких на 2020 рік налічується сім: тиск і заходи, моніторинг та оцінка, захист від повеней, управління річковим басейном, управління інформацією та ГІС, участь громадськості та комунікація, запобігання нещасним випадкам і боротьба з ними.

Міжнародна комісія з охорони річки Дунай має постійний секретаріат, який підтримує її діяльність. З 2013 року секретаріат очолює виконавчий секретар Іван Завадський, а його штаб-квартира розташована у Відні.

Комісія працює над забезпеченням сталого та справедливого використання вод у басейні Дунаю. Ключові функції включають забезпечення сталого управління водними ресурсами, збереження та раціональне використання поверхневих і підземних вод, контроль за забрудненням і зменшення надходження небезпечних речовин, управління повенями та льодовиковими ризиками.

МКЗРД також координує розробку та реалізацію Плану управління басейном річки Дунай і сприяє співпраці між країнами регіону Дунаю та Чорного моря.

Основні напрямки роботи МКЗРД включають імплементацію Рамкової директиви ЄС з водних ресурсів, впровадження заходів захисту від повеней, проведення загальнодунайських оцінок у рамках «Спільного дослідження Дунаю» та через транснаціональну мережу моніторингу, координацію системи оповіщення про надзвичайні ситуації, моделювання забруднення, що потрапляє у Чорне море через Дунай, визначення обмежень щодо фосфатів у мийних засобах, обмін технологіями в будівництві та модернізації очисних споруд, захист водно-болотних угідь і розвиток рибних проходів, діалог із представниками секторів, що впливають на водні ресурси, проведення кампаній з підвищення обізнаності, таких як «Дунайська скринька», та організацію Дня Дунаю.

Основними установами в Україні, що відповідають за співпрацю з Міжнародною комісією, є Міністерство екології та природних ресурсів України та Міністерство закордонних справ України.

3.2 Дунайська стратегія ЄС та її роль у зниженні ризиків надзвичайних ситуацій

Стратегія ЄС для Дунайського регіону (ЄСДР) є однією з чотирьох макрорегіональних стратегій Європейського Союзу, яка має на меті зміцнення транснаціональної співпраці в регіоні для подолання соціально-економічних диспропорцій. Вона сприяє об'єднанню зусиль усіх учасників для реалізації

спільних проєктів. В рамках цієї стратегії особлива увага приділяється безпеці та екологічним ризикам, оскільки Дунайський регіон, як і інші частини світу, недостатньо підготовлений до наслідків зміни клімату, які стають все більш частими і інтенсивними через зростання викидів парникових газів.

Стратегія охоплює широкий спектр питань, які розподілені між чотирма напрямками та дванадцятьма пріоритетами. Шостий напрямок безпосередньо стосується екологічних ризиків і є критично важливим для зниження загроз надзвичайних ситуацій у регіоні. Адаптація до зміни клімату стала невід'ємною частиною Європейського зеленого курсу.

В головуванні ЄСДР Україна зосередила увагу на темах, де наслідки коронавірусної кризи були найзначнішими, а також на сферах, де необхідно посилити заходи відновлення та інтеграції для поліпшення добробуту населення Дунайського регіону. Це особливо важливо в умовах надзвичайних ситуацій, що підтверджується проведенням XI Щорічного Форуму ЄСДР під гаслом «Сталий і безпечний Дунайський регіон», спрямованого на посилення співпраці між усіма країнами-учасницями, стратегії у відповідь на нові виклики, такі як військова агресія, енергетична криза та пандемія COVID-19.

Сталий розвиток регіону, зокрема декарбонізація та економічна трансформація, став одним із ключових пріоритетів головування України в ЄСДР, що пов'язано зі зменшенням ризиків надзвичайних ситуацій. Процес декарбонізації можна прискорити шляхом переходу до низьковуглецевої енергетики, відмови від традиційних джерел енергії та впровадження відновлюваних джерел, а також інноваційних водневих технологій у виробництво, що знизить ризики екологічних катастроф.

У контексті екологічних викликів, що постають перед Дунайським регіоном, декарбонізація економіки набуває особливого значення, оскільки вона пов'язана з питаннями безпеки і майбутнього розвитку людства. Успішна модель переходу до вуглецевої нейтральності та впровадження принципів циркулярності у виробництві є запорукою збереження планети в стані, придатному для життя людини, що є важливим аспектом запобігання природним надзвичайним ситуаціям у регіоні.

Військова агресія росії проти України завдає ніщівного удару всім складовим системи, особливо це стосується водних ресурсів, було зруйновано два найбільші зрошувальні канали Європи, Головний Каховський і Північно-Кримський залишився Крим без води. Внаслідок підриву Каховської ГЕС 700 тисяч людей опинилися під загрозою та місто було залишене без доступу до питної води. Також внаслідок цих дій було забруднено річки Сейм і Десна утворивши мор риби та загрозу питному водопостачанню багатьох міст.

Більше 740 об'єктів водогосподарської інфраструктури було знищено або пошкоджено. Понад 23 000 тонн забруднювальних речовин та понад 37 000 тонн сторонніх предметів, матеріалів і відходів потрапили в українські води в результаті бойових дій. Внаслідок підрахунків було встановлено, що водним ресурсам України завдано понад 93 млрд грн збитків внаслідок цієї збройної агресії.

Вже під час повномасштабного вторгнення, плани управління річковими басейнами були доопрацьовані, з урахуванням воєнної обстановки. У листопаді 2024 року Кабінет міністрів України затвердив перші шестирічні плани управління річковими басейнами Дніпра, Дону, Дністра, Вісли, Південного Бугу, річок Приазов'я, Причорномор'я та Криму.

У грудні 2024 року в Україні було схвалено План управління річковим басейном Дунаю. Загалом 9 ПУРБів включають 1681 заходи, які містять будівництво, реконструкцію та модернізацію очисних споруд і каналізаційних мереж, заходи з відновлення водних об'єктів, пом'якшення наслідків і адаптацію до зміни клімату, зменшення засмічення та дослідження впливу та наслідків воєнних дій. Понад 50% заходів передбачено для басейнів Дніпра та Дунаю.

Для реалізації всіх заходів в Україні необхідно близько 8 млрд євро. Тим не менш, затверджені ПУРБи є важливими інструментами залучення інвестицій для досягнення цілей покращення стану вод. Вартість заходів щодо покращення якості води в Україні становить 1448 грн на рік у розрахунку на одну особу. Із детальним планом щодо управління річкових басейнів Дунаю можна ознайомитися на рис. 3.1.



Рис. 3.1 План управління річковим басейном Дунаю [23].

Для басейну Дунаю, окрім реконструкції та будівництва очисних споруд, передбачено покращення гідроморфологічного стану річок, ревіталізація водних об'єктів, розширення каналізаційних мереж та підвищення ефективності водопостачання. Заплановано будівництво 293 нових очисних об'єктів, реконструкція 351 існуючої споруди та впровадження 58 додаткових заходів.

Висока ефективність заходів дозволить скоротити забруднення на 24%, покращити якість води на 28% та забезпечити стійкість екосистем у межах басейну. Загальна вартість впровадження становить 20 725 млн грн, що у перерахунку на одну особу складає 978 грн на рік [23].

Роль України в Дунайській стратегії ЄС та її роль у зниженні ризиків надзвичайних ситуацій

Україна координує пріоритетний напрямок 9 «Інвестиції в освіту та перепідготовку» з 2020 року [24]. Логотип, який представляє собою силует корабля в синьо-жовтій гамі, символізує судноплавство та русло річки Дунай див. рис. 3.2.



Рис. 3.2 Логотип головування України у Дунайській стратегії [25].

Це надзвичайно важливо, оскільки країни Дунайського регіону демонструють значні диспропорції в економічному та соціальному розвитку. Відповідно, цей напрямок зосереджений на реалізації заходів у сферах освіти, перепідготовки, ринку праці та соціальної політики, щоб вирішити проблеми нерівності в освітніх можливостях, невідповідності навичок запитам ринку праці, безробіття та соціального відчуження вразливих груп населення.

Спільно з Україною, Австрією та Молдовою, цей напрямок координується за участю широкої мережі ключових учасників і зацікавлених сторін з усіма країнами Дунайського регіону. За реалізацію цього напрямку в Україні відповідають Міністерство освіти і науки та Ukrainian Institute for International Politics, що підкреслює здатність України координувати транснаціональні проєкти.

Основні завдання напрямку включають підвищення зайнятості в регіоні, боротьбу з безробіттям, покращення освітніх результатів та відповідності навичок потребам ринку, а також забезпечення інклюзивної освіти та навчання, що сприяє зниженню соціальних ризиків у надзвичайних ситуаціях.

Україна стала першою країною, яка не є членом ЄС, що головувала у Стратегії Євросоюзу для Дунайського регіону з листопада 2021 по листопад 2022 року. Завершення головування в статусі кандидата на членство в ЄС є символічним кроком. Незважаючи на повномасштабну війну, Україна

продовжила виконувати свої зобов'язання як головуюча країна, що свідчить про відданість спільній справі сталого розвитку регіону.

В Україні до реалізації ЄСДР залучено чотири області, які частково розташовані в басейні річки Дунай: Одеська, Івано-Франківська, Чернівецька та Закарпатська, див. рис. 3.2. Це дозволяє Україні активно брати участь у проєктах, спрямованих на зменшення екологічних ризиків у басейні Дунаю.

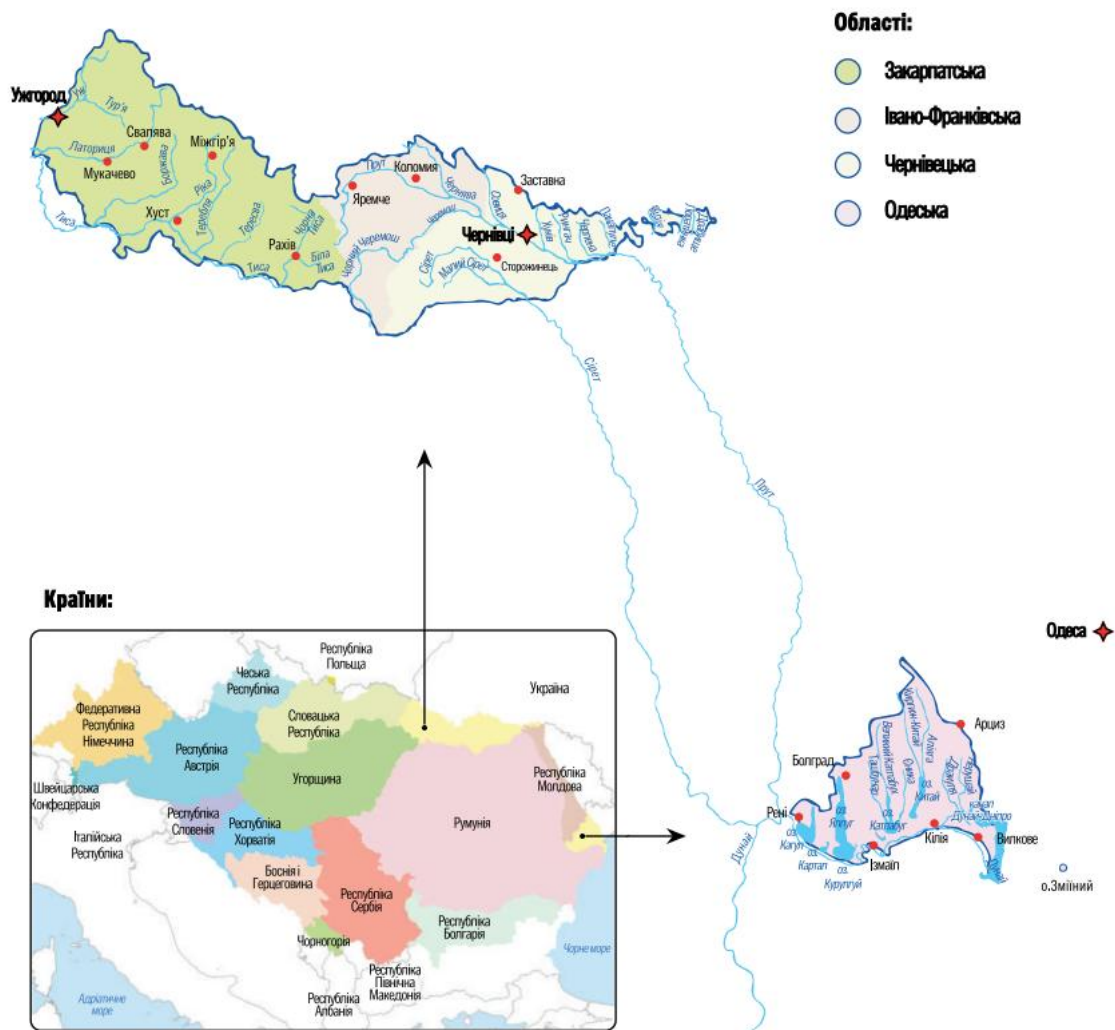


Рис. 3.2 Структура басейну Дунай в межах території України [23]

У рамках ЄСДР країни, що не є членами ЄС, співпрацюють на рівних умовах з країнами-членами за 12 пріоритетними напрямками, що сприяє згуртованості Дунайського макрорегіону та прискорює євроінтеграційні процеси. Це дає Україні можливість інтегруватися в європейську систему запобігання надзвичайним ситуаціям та реагування на них. Український інститут міжнародної політики спільно з Мінрегіоном за підтримки Фонду Ганнса

Зайделя розробили логотип та брендбук головування України в Дунайській стратегії.

3.3 Системи моніторингу та раннього оповіщення про надзвичайні ситуації в басейні Дунаю

Система раннього попередження про надзвичайні ситуації на Дунаї забезпечує швидке інформування про інциденти, пов'язані із забрудненням річок, для всіх країн, які можуть постраждати. Дана система активується у випадках, коли існує загроза транскордонного забруднення вод або коли рівні небезпеки забруднення небезпечними речовинами перевищують встановлені пороги. Попереджувальні повідомлення, які надходять до країн, що розташовані нижче за течією, допомагають національним органам влади вжити необхідних заходів для захисту навколишнього середовища та безпеки населення.

Система, попередження була запущена в 1997 році, та отримала оновлення у вигляді веб-системи в 2003 році. Однак після понад десяти років експлуатації вона стала застарілою та непридатною для подальшого використання. Нова версія, що стартувала 1 березня 2013 року, була розроблена на основі компонентів програмного забезпечення з відкритим кодом, що дозволило покращити систему за рахунок сучасних веб-технологій та спростити її використання.

Головні міжнародні центри оповіщення в кожній країні мають центральні пункти співпраці, що займаються раннім попередженням. Ці центри складаються з трьох основних підрозділів: групи зв'язку, яка працює цілодобово та відповідає за обмін попереджувальними повідомленнями, експертної групи, яка оцінює можливий транскордонний вплив аварій та групи прийняття рішень, яка вирішує, коли надсилати міжнародні попередження.

Нова версія має спрощену початкову сторінку для легшої навігації та виділяє важливу інформацію та дії для кожного міжнародного центру оповіщення. Звіти були спрощені, зосереджуючись на суттєвих даних. Також

нова система інтегрує базу даних небезпечних речовин та інтерактивні карти для відображення місць інцидентів.

Зважаючи на значний екологічний вплив забруднення внаслідок аварій, особливо в гірничодобувних районах, профілактичні заходи є більш актуальними в басейні Тиси, ніж у басейні Дунаю. Особливої уваги потребують об'єкти з високим ризиком аварій.

Транснаціональна мережа моніторингу включає 79 станцій, 52 з яких контролюють якість води, проводяться 12 вимірювань на рік, а також проводиться щорічна оцінка та публікація даних [26]. На рисунку 3.4 зображено розміщення систем попередження про надзвичайні ситуації на річці Дунай.



Рис 3.4 Розміщення систем попередження про надзвичайні ситуації на річці Дунай [26, с. 19].

24 червня 1994 року сторони, які були зацікавлені в захисті та сталому використанні Дунаю, підписали Угоду про співробітництво. Угода набула чинності 22 жовтня 1998 року, а 1 жовтня 1999 року розпочав роботу штатний секретаріат [26].

Основна мета ГІС- технологій в управлінні річковим басейном полягає в зборі даних, створенні баз даних, їх введенні в комп'ютерні системи, зберіганні,

обробці та перетворенні, а також у наданні інформації за запитом користувача. Найзручніше проводити аналіз інформації у вигляді карт або таблиць, графіків і діаграм.

Плани управління водними басейнами базуються на інформаційних, імітаційних та прогнозних моделях, а також екологічних картах, що дозволяє науково обґрунтувати заходи для захисту територій і населення від забруднень, затоплень та інших екологічних загроз.

ГІС надає можливість створювати та підтримувати актуальний реєстр водних і водогосподарських об'єктів разом із відповідною довідковою інформацією.

Завдяки ГІС здійснюється оперативний моніторинг якості поверхневих вод, включаючи дані про спеціальне водокористування, якість води та рівень забруднення. Також забезпечуючи ефективне управління під час надзвичайних ситуацій, дозволяючи моделювати та прогнозувати зони затоплення під час паводків і повеней.

Структура бази даних ГІС для управління річковим басейном включає базові геоінформаційні ресурси, тематичні та комплексні інформаційні ресурси.

Загалом моніторинг поверхневих вод передбачає вимірювання хімічних, фізико-хімічних, біологічних та гідроморфологічних параметрів на визначених пунктах спостереження. Дані технології дозволяють збирати дані про порушення у використанні водних ресурсів у польових умовах у реальному часі за допомогою синхронізованих мобільних додатків.

Використання ГІС сприяє визначенню пріоритетності захисних заходів та раціональному використанню наявних фінансових, матеріальних і трудових ресурсів.

3.4 Порівняльний аналіз підходів різних країн до управління своїми частинами басейну Дунаю

Хоч басейн річки Дунай охоплює території 19 країн, що робить його найбільш міжнародним річковим басейном у світі. Всеодно кожна країна

розробляє власні методи управління водними ресурсами, орієнтуючись на свої національні пріоритети, темпи економічного зростання та екологічні потреби. Це відбувається, незважаючи на те, що є зобов'язання в рамках Водної рамкової директиви ЄС (ВРД) та діяльності Міжнародної комісії з захисту річки Дунай (ICPDR). Вони мають багато спільного, наприклад, інтегроване управління водними ресурсами, співпраця з іншими країнами та широке залучення громадськості.

Австрія демонструє високотехнологічний підхід до управління водними ресурсами басейну Дунаю. В країні були реалізовані інженерні проєкти для захисту екосистем і запобігання паводкам. Створення Нового Дунаю та острова Донауінзель є частиною відомого проєкту регулювання Дунаю у Відні. Це дозволяє оптимізувати рівень води та зменшити ймовірність затоплення під час паводків. Крім того, країна активно займається охороною навколишнього середовища, зокрема відновленням водно-болотних угідь [27, 28] (рис. 3.5).



Рис. 3.5 Карта річки Дунай у Відні [28].

В Угорщині інтегроване управління водними ресурсами та транскордонна співпраця є на високому рівні. Прикладом цього є управління басейном річки

Кереш (Криш). Спільний з Румунією проєкт розробив план управління, який включав координацію даних, участь громадськості та готовність до надзвичайних ситуацій.

В Румунії пріоритетом є відновлення природних екосистем Нижнього Дунаю. У 2000 році країна зобов'язалася захистити понад 1 мільйон гектарів природних територій Декларацією про Зелений коридор Нижнього Дунаю разом із Болгарією, Молдовою та Україною [29]. На додаток до збереження біорізноманіття це сприяє покращенню якості води в регіоні.

Німеччина використовує систематичний підхід до управління водними ресурсами Дунаю, приділяючи особливу увагу моніторингу та участі громадськості. У країні діють комітети, які складаються з різних країн, щоб працювати разом, щоб зменшити забруднення та знизити вміст поживних речовин у воді. Особлива увага приділяється запобіганню промисловим скидам, які є основним джерелом забруднення річки.

У рамках Стратегії ЄС для Дунайського регіону Словенія поєднує національні програми з міжнародними ініціативами. Країна активно бере участь у заходах, спрямованих на відновлення водно-болотних угідь і покращення якості води. Щоб захистити себе від паводків і посух, особлива увага приділяється адаптації до зміни клімату.

Болгарія та Сербія поступово дотримуються європейських стандартів у сфері водного господарства, хоча їхні статуси відрізняються від ЄС. Болгарія приділяє велику увагу модернізації інфраструктури для очищення стічних вод і запобігання забруднення. З іншого боку, Сербія активно співпрацює з ICPDR, щоб переконатися, що її законодавство відповідає європейським стандартам.

Таким чином, порівняльний аналіз методів управління водними ресурсами басейну Дунаю показує, що існує багато стратегій для управління водними ресурсами, які залежать від економічних можливостей, міжнародних зобов'язань і пріоритетів екологічної політики. Тим не менш, всі країни мають спільну мету: забезпечити сталий розвиток Дунаю та збереження екосистем для наступних поколінь.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСКОРДОННОГО УПРАВЛІННЯ БАСЕЙНОМ РІЧКИ ДУНАЙ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

4.1 Методика оцінки ефективності транскордонного управління для зниження ризиків

Оцінка ефективності транскордонного управління для зниження ризиків у басейні річки Дунай, ґрунтується на використанні комплексного підходу, який враховує правові, інституційні, технічні та екологічні аспекти. План управління басейном річки Дунай (DRBMP) – який був оновлений в 2021, розроблений Міжнародною комісією з охорони річки Дунай (ICPDR), який служить основою для управління водними ресурсами. Цей документ визначає основні пріоритети спільного управління водними ресурсами в басейні Дунаю на 2022–2027 роки [30]. Він включає оцінку основних тисків на водні ресурси, стан вод і прогрес у досягненні екологічних цілей. У ньому виділяються наступні напрямки: забруднення органічними та поживними речовинами, забруднення небезпечними речовинами, зміни гідроморфології та вплив зміни клімату, такі як посухи, дефіцит води та екстремальні гідрологічні явища.

Для ефективної оцінки транскордонних річкових басейнів використовується методологія оцінки транскордонних річкових басейнів, яка базується на інституційних та правових індикаторах. Управління якістю води, розподіл водних ресурсів, управління ризиками, співпраця щодо запланованих проєктів є частиною цієї групи. Поєднання цих компонентів гарантує ефективне управління водними ресурсами в транскордонному контексті.

Проєкт Danube Risk Prevention, або Danube-Risk, спрямований на підвищення ефективності моніторингу поверхневих і підземних вод, що є влучним показником ефективності даної методології [31]. У рамках проєкту було розроблено програму моніторингу для оцінки ризиків, пов'язаних зі зміною

клімату, а також методологію оцінки цих ризиків. Одним із основних результатів було створення веб-карти ризиків зміни клімату в транскордонному регіоні та каталогу заходів з адаптації управління водними ресурсами.

До оцінки додається спільний звіт про результати міжнародного аудиту управління ризиками затоплень, який був розроблений вищими органами аудиту різних країн. У ньому аналізуються різні способи боротьби з ризиками затоплень у річкових басейнах і підкреслюється, наскільки важливо швидко приймати рішення щодо управління, отримувати достатнє фінансування та використовувати комплексний підхід до управління ризиками. Крім того, надаються рекомендації щодо того, як покращити систему управління протипаводковим захистом.

Для підвищення ефективності управління транскордонними водними ресурсами в басейні річки Дунай доцільно звернути увагу на такі елементи: інституційний аналіз, щоб оцінити роботу транскордонних органів, правова база через виконання міжнародних угод, сучасні технічні інструменти моніторингу, і належне фінансування заходів. Крім того, місцеві громади повинні бути залучені до процесу управління. Це дозволить підвищити рівень екологічної безпеки та ефективно знизити ризики надзвичайних ситуацій у регіоні.

Ще одним прикладом є проєкт DaWetRest мета якого полягає в тому, щоб відновити біорізноманіття річки Дунай та водно-болотних угідь, які її оточують, запроваджуючи заходи, спрямовані на відновлення зв'язків і залучення громади [32]. Суть проєкту, відновлення водно-болотних угідь і заплав Дунаю шляхом системних, залучених громадою та сталих інноваційних дій, DaWetRest націлена на покращенні зв'язків між Дунаєм і його притоками з сусідніми водно-болотними угіддями. Заплановане створення зелених інкубаторних комплексів сприяє покращенню біорізноманіття. Водно-болотні угіддя забезпечують кругообіг вуглецю, води та поживних речовин, виробляють їжу та клітковину, очищують воду, регулюють водні потоки, створюють середовище існування, забезпечують високий рівень біорізноманіття через харчовий ланцюг, утримують воду під час повеней, зменшують евтрофікацію та пом'якшують зміну клімату за умови належного догляду.

Було обрано десять локацій для інноваційних дій для пілотних робіт з відновлення та збереження, що використовують науково-природні рішення на Дунаї за активної участі місцевих жителів та інших зацікавлених сторін. Втрата меандрування річки, заплав та водно-болотних угідь призводить до зміни загального ландшафту, погіршення екологічного потенціалу та збільшення ризику повеней та пошкодження інфраструктури. Для зменшення природного дисбалансу та шкідливого впливу природних явищ, таких як повені, посухи, зменшення біорізноманіття та викиди парникових газів, необхідно негайно відновити та захистити території, що складаються з цих екосистем. DaWetRest розуміє, що прилеглі водно-болотні угіддя поблизу річки Дунай повинні бути відновлені одночасно з річкою Дунай та її притоками, оскільки всі вони представляють екологічну синергію.

Основною метою діяльності DaWetRest MD DEMO є створення умов, які дозволяють біологічним циклам нормально відбуватися в природних водно-болотних угідь. Ці цикли включають мешканців річок, таких як риби, безхребетні та водна флора та фауна, покращення гідроморфологічної якості, фізичних і хімічних параметрів, а також зменшення забруднення води. Гідравлічні моделі були розроблені для дослідження різних сценаріїв відновлення та для проведення гідрологічних робіт для відновлення озер, заплав, солончаків і прибережних територій. Інтелектуальні системи моніторингу та управління мають на меті допомогти відновити та підвищити кліматичну стійкість водно-болотних угідь, заплав, прибережних водно-болотних угідь і солончаків.

4.2 Аналіз інженерно-технічних заходів із запобігання надзвичайних ситуацій

До систем захисту від підтоплення відноситься локальний захист будинків, споруд, ґрунтів, забудованої території в цілому, водовідведення поверхневого стоку, очищення вод, що скидаються (дренажні, поверхневі та стічні), а також система моніторингу режиму підземних і поверхневих вод, витрат і напір у

водонесучих комунікаціях, деформація основ, будинків і споруд. Окремі будівлі та споруди захищаються за допомогою локальних систем інженерного захисту. У нього входять екрани, протифільтраційні завіси, відведення поверхневого стоку та різні види дренажів. Перехоплюючі дренажі, протифільтраційні завіси, вертикальне планування території, очищення відкритих водотоків, дощова каналізація та регулювання рівнів водних об'єктів є кількома способами, за допомогою яких територіальна система захищає забудовану територію.

Для значної частини річок України притаманні повені, зокрема у Карпатах і Криму, де вони мають сильний паводковий режим стоку. Повені на гірських річках (Дністер, Тиса, Прут) утворюються дуже швидко від кількох годин до двох-трьох діб. Основними характеристиками повеней, паводків або катастрофічних затоплень є кількість людей в зонах затоплення, кількість населених пунктів, які знаходяться в цих зонах, протяжність залізничних і автомобільних доріг, кількість підприємств економіки, кількість мостів і тунелів, які можуть бути затоплені, площа сільськогосподарських угідь, яка може бути затоплена, та кількість загиблих тварин. Кількість опадів, інтенсивність, тривалість, площа охоплення, водопропускна здатність ґрунту, рельєф басейну, величина уклону русел, наявність і глибина мерзлоти, всі ці фактори впливають на розмір повені.

У басейні річки Дунай було реалізовано низку проєктів інженерного захисту, які спрямовані на запобігання підтопленням і зменшення катастрофічних ризиків затоплень. Зокрема, для запобігання ерозії під час паводків у районі Ізмаїла (Україна) були побудовані захисні дамби та укріплені береги. Комплексне дренажне водовідведення міста Вилкове складається з системи дренажів і насосних станцій для регулювання рівня води в каналах міста. Дельта Дунаю має захисні дамби, які захищають сільськогосподарські угіддя та контролюють рівень води в сезон паводків. Крім того, використовуються сучасні системи моніторингу, які контролюють рівень води, стан дамб і шлюзів, щоб швидко реагувати на підвищення рівня води.

Проєкт «Зелений коридор нижнього Дунаю» – це спільний проєкт Болгарії, Румунії, України та Молдови. Його мета полягає в тому, щоб створити зелений

коридор вздовж усієї ділянки нижнього Дунаю довжиною понад 1000 км, щоб зменшити ризик великих повеней і зміцнити місцеву економіку. Зелений коридор нижньої течії Дунаю був створений як угода між урядами Болгарії, Румунії, України та Молдови щодо відновлення 224 000 гектарів заплави в рамках ширшого зеленого коридору, який включатиме заповідну територію площею 935 000 гектарів вздовж нижньої течії Дунаю. Станом на 2020 рік було відновлено понад 60 000 гектарів заплави [29].

Понад 750 гектарів землі були відновлені після видалення дамб вздовж річки, щоб повернути течії його природнього потоку. Крім того, ще однією проблемою були інвазійні рослини, які росли вздовж річки, тому було прийнято рішення щодо їх видалення. Десятки тисяч місцевих дерев були висаджені вздовж річки, а також було створено місця для природного відновлення лісів уздовж коридору.

Нижня течія Дунаю є важливою регіональною річкою, яка зазнала значного руйнування протягом останніх сто років. Будівництво дамб відрізало річку від трьох чвертей її природних заплав через будівництво дамб, що призвело до значних змін у її руслі. Завдяки проєкту громади вздовж річки стали менш уразливими до повеней, через усунення неефективних дамб та відновлюючи заплави. Відновлені ландшафти, є більш ефективним способом запобігання паводковим водам і дозволяють загалом знизити витрати на утримання інфраструктури. Вважається, що ландшафт також допомагає в управлінні посухою, утримуючи та повільно випускаючи більшу кількість води. Відновлення річкової рослинності та заплави також сприяє поповненню ресурсів ґрунтових вод і очищенню води в річці.

Внаслідок даних дій вдалося зменшити вартість екологічної шкоди для сусідніх мешканців завдяки посиленому захисту від повеней. Згідно з оцінками WWF, відновлення заплави та річки коштує 111,8 мільйона євро щорічно [29]. А завершення всієї реставрації обійдеться в 183 мільйони євро.

Проєкт DanubeSediment_Q2 має на меті досягти екологічних цілей шляхом покращення управління кількістю та якістю осаду в басейні річки Дунай [33].

Основною метою цього проєкту буде розробка першого Інтегрованого плану управління осадом для басейну річки Дунай. У рамках проєкту розробляються конкретні рішення та масштаби, які будуть включені до Плану управління басейном річки Дунай Міжнародної комісії із захисту річки Дунай (ICPDR) і Плану управління ризиками повеней.

Було також створено покращену та розширену комбіновану мережу моніторингу кількості та якості осаду, для досягнення даних цілей. Крім того, розробляються нові методи оцінки ризику осаду та гідроморфологічної оцінки.

Заходи з управління осадами, розроблені за допомогою інноваційного процесу співпроєктування, залучає всіх зацікавлених сторін з самого початку. Моніторинг, оцінка та створення комп'ютерних моделей на основі тематичних досліджень і фізичних модельних випробувань проводяться для розробки нових заходів.

Баланс осаду та гідроморфології басейну Дунаю повністю порушені, що робить цей проєкт особливо актуальним. Ризик повеней зростає, коли транспортування осаду та гідроморфологія порушуються, що призводить до зниження рівня ґрунтових вод і руйнування річкових екосистем. Крім того, через несбалансований режим осаду такі порушення впливають на внутрішню навігацію та роботу гідроелектростанцій.

Стратегія покращення осаду басейну річки Дунай стане основою для майбутнього плану, який включатиме конкретні дослідження з кожної країни-партнера, використовуючи найновіші методи моделювання та моніторингу.

Важливий проєкт, метою якого є відновлення великої річкової системи, яка захищає біорізноманіття від повеней і сприяє судноплавству є проєкт «MERLIN» [34]. Заходи з відновлення, адаптовані до місцевих умов, включають: відновлення заплав, відновлення русел річок, і відновлення сполученості (шляхом усунення перешкод для руху води, осаду та риби). Загальна мета полягає у створенні більш стійкої великої річкової системи, яка збалансує вимоги до збереження природи, захисту від повеней, постачання прісної води, навігації та відпочинку. Національний парк Донау-Ауен в Австрії покращує природні умови шляхом відновлення заплав з головною річкою, відновлення прибережних

зон і усунення штучних берегових споруд. Впроваджені заходи допоможуть у вирішенні багатьох проблем, таких як поглиблення русла річки, вплив судноплавства, захист від повеней і зміни у землекористуванні.

В Угорщині навколо острова Свободи було з'єднано бічну гілку Дунаю з основною річкою, також було відновлено з'єднання заплави на острові Ліберті, див. рис. 4.1. Відновлювальні роботи призвели до видалення інвазивних і немісцевих видів дерев у прибережних районах, відновивши водні потоки в бічному рукаві річки, що дозволило лісам процвітати навіть під час посухи. На деяких територіях вздовж Нижнього Дунаю в Румунії відновлення заплав посилюється, див. рис. 4.2. Щоб покращити стан екосистеми та зменшити ризики повеней, відновлювальні роботи були спрямовані на відновлення зв'язку Нижнього Дунаю з його заплавами. Вони використовують природні рішення для відновлення частини колишньої заплави з річкою Дунай. Заплави річки Тиса, головної притоки Дунаю, будуть підключені до річки та використовуватимуть системи сталого землеробства. Дві заплави в середній течії річки Тиса будуть відновлені за допомогою низки водосховищ і водовідводів, щоб зменшити ризик повеней.



Рис. 4.1 Відновлення з'єднання заплави на острові Ліберті, Угорщина [34].



Рис. 4.2 Відновлення з'єднання заплав вздовж Нижнього Дунаю в Румунії [34].

Відновлення заплав не лише збільшить біорізноманіття та створить буферну зону для паводкових вод, але й допоможе розвитку систем землекористування, які будуть економічно вигідними.

4.3 Оцінка ефективності природоорієнтованих рішень у басейні Дунаю

Асамблея ООН із навколишнього середовища характеризує природоорієнтовані рішення як дії щодо захисту, збереження, відновлення, сталого використання й управління природними або зміненими наземними, прісноводними, прибережними й морськими екосистемами, які ефективно та адаптивно долають соціальні, економічні й екологічні виклики, одночасно забезпечуючи добробут населення, екосистемні послуги, стійкість і переваги біорізноманіття.

Природоорієнтовані рішення можуть значно вплинути на водний цикл, зменшуючи потік води та збільшуючи природне утримання води в басейнах, див рис. 4.3. Впровадження природоорієнтованих рішень надасть значні переваги для управління водними ресурсами в басейні. До них можна віднести покращення доступності та якості води, а також зменшення ймовірності паводків і інших стихійних лих, пов'язаних із водою. Крім того, ці рішення матимуть

позитивний вплив на економіку, навколишнє середовище та суспільство. Вони підтримують продовольчу безпеку, забезпечують сировиною, збільшують потужності для зберігання вуглецю, підтримують біорізноманіття та створюють місця для відпочинку. За правильного впровадження природні рішення є ідеальним варіантом для будь-якого бізнесу, оскільки вони пропонують безліч переваг.

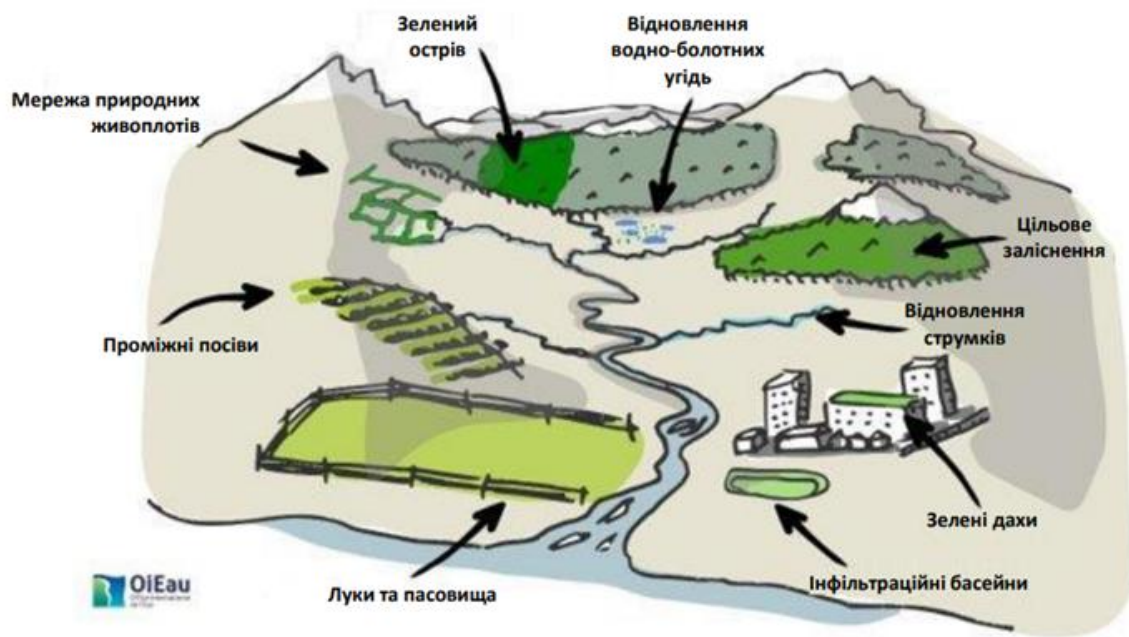


Рис. 4.3 Приклади природоорієнтовних рішень на рівні водозабору [35, с. 15]

Їх впровадження сприяє виконанню європейських директив, таких як Паводкової Директиви, Оселищної та Пташиної Директиви, Нітратної Директиви та Директиви про очищення міських стічних вод. Крім того, вони відповідають європейським стратегіям, таким як Стратегія біорізноманіття, Стратегія лісового господарства та Стратегія ґрунтів до 2030 року.

У басейні Дунаю природоорієнтовані рішення можуть застосовуватися кількома способами. Це можуть бути як структурні заходи (цілеспрямоване заліснення), так і управлінські заходи (збереження наявних живоплотів). Серед різних типів таких рішень для управління водними ресурсами виділяють: сільськогосподарські практики (пересівання), лісгосподарські практики, особливості управління дощовими водами в міських районах (озеленення міст), перепрофілювання землекористування (відновлення пасовищ з орних земель),

відновлення водних екосистем (відновлення водно-болотних угідь або струмків) та поповнення підземних вод (кероване поповнення водоносного горизонту через інфільтраційні ставки).

Для реалізації даних дій важливо розуміти, природу впливу, яка може виникнути внаслідок цих навантажень і визначити відповідні методи для моніторингу взаємозв'язку між впливом і навантаженням. Навантаження можуть бути від дифузних і точкових джерел забруднення, кількісного навантаження на ресурси, гідроморфологічних та біологічних навантажень.

На практиці одним із найефективніших природоорієнтованих методів сповільнення, регулювання та уловлювання стоку з малих гірських струмків є будівництво дамб із колод і хмизу. Це чудова альтернатива якщо ви працюєте над зменшенням падіння водотоків, сповільненням потоку води та часткового або тимчасового утримання води. Залежно від конструкції, вони навіть можуть утримувати транспортовані наноси.

Для досягнення вищезазначених цілей можна використовувати елементи зеленої та природної інфраструктури разом із традиційними інфраструктурними об'єктами захисту від повеней та управління водними ресурсами.

Стратегія ЄС для Дунайського регіону Пріоритетний напрямок 5 (EUSDR PA5) раніше підтримувала реалізацію проєктів «FRAMWAT», «LIFE-MICACC» і «LIFE LOGOS 4 WATERS», а також проєкти «LIFE Sandboil», які зараз працюють над природоорієнтованими рішеннями [36]. Природоорієнтовані рішення для зменшення ризику повеней стали головною ініціативою Дунайської стратегії EUSDR PA5 на один рік у 2022 році.

Для впровадження природоорієнтованих рішень у басейні Дунаю було реалізовано багато проєктів, включаючи: Природоорієнтовані рішення, розроблені на національному та регіональному рівнях у рамках проєктів Danube floodplain та ROfloods (Румунія), для покращення водного балансу та пом'якшення впливу поживних речовин шляхом застосування заходів малого водозатримання, проєкт «FRAMWAT» (Словаччина, Словенія, Польща та Угорщина), та проєкт «MERLIN». Включення екологічного відновлення екосистем, пов'язаних з прісною водою, в ландшафтний контекст: інновації,

розширення та трансформація (Данія, Іспанія, Швеція, Нідерланди, Польща, Боснія і Герцеговина, Австрія, Угорщина, Румунія, Німеччина, Португалія, Фінляндія, Ізраїль, Бельгія та Шотландія, Велика Британія) та оптимальні стратегії утримання води та поживних речовин «Optain» та проєкт «Danube4All» [36].

Дельта Дунаю є прикладом успішного застосування природоорієнтованих рішень. З 2019 року команда Rewilding Ukraine співпрацює з місцевими партнерами, щоб відновити зв'язок заплав у дельті Дунаю [37]. Їхні останні спроби з'єднати озеро Катлабух з річкою Дунай є частиною відновлення цілого ланцюга водойм, який буде корисним для природи, місцевих громад і суспільств, див. рис. 4.4.



Рис. 4.4 Карта відновлювальних робіт, що проводяться на озерній системі в українській дельті Дунаю [37].

У XX столітті були проведені значні гідротехнічні заходи, які включають створення великої кількості каналів, дамб і сільськогосподарських польдерів. Ці заходи мали значний негативний вплив, змінюючи природний потік води та

схеми седиментації, роз'єднуючи заплави та зменшуючи здатність дельти переробляти поживні речовини. Наразі відновлення зв'язків і потоку води вносить нове життя в дельту Дунаю та її громади.

Загальне бачення відродження дикої природи для дельти включає покращення природних процесів, таких як природний потік води, а також надання їм можливості змінювати ландшафт. У результаті останніх відновлювальних заходів у Старонекрасівці водно-болотні угіддя та частина озера Катлабух знову можуть відповідати динамічним водним законам Дунаю. Внаслідок чого зволоження великих боліт збільшує накопичення вуглецю, що сприяє пом'якшенню зміни клімату, тоді як популяції риби та інших диких тварин зростають і диверсифікуються.

Водно-болотні угіддя Старонекрасівки можуть працювати як динамічна система біофільтрації, очищуючи воду до того, як вона потрапить в озеро. Потік води через усю озерну систему зараз набагато природніший, але все ще можна контролювати його. Вражаюча кількість води надходить в озеро Катлабух через відкриття шлюзу, який з'єднує водно-болотні угіддя Старонекрасівки з озером Катлабух.

У місці, де могутня річка Дунай зустрічається з Чорним морем, утворилася величезна дельта, найбільша водно-болотна зона Європи. Дельта площею 580 000 гектарів є домом для великої кількості водоплавних птахів різних видів, зокрема пеліканів двох видів: чапель, лелек, бакланів і крячків. Дельта є домом для найбільшої кількості видів риб у Європі, завдяки величезній продуктивності її різноманітних водних середовищ [38].

Цей регіон має унікальний потенціал для відновлення водно-болотних угідь і відродження дикої природи. Зокрема, можна затопити озера та колишні польдери, щоб відновити зв'язок з динамікою річки Дунай. Екосистема дельти Дунаю зазнала значного відновлення на території України, Румунії та Молдови, головним чином завдяки відновленню зв'язку великих озерних систем з динамікою річки Дунай.

Знесення застарілих дамб є ще одним прикладом ефективного природоохоронного рішення в басейні Дунаю. Знесення десяти застарілих дамб,

див. рис. 4.5. на річках Когільник і Сарата, яке фінансується за допомогою громадськості, допоможе відновити дику природу та має принести економічну вигоду місцевим громадам [39].



Рис. 4.5 Розташування дамб, які зносяться в дельті Дунаю [39].

Знесення дамб має швидко відродити річки, відновивши природні процеси, підтримуючи повернення дикої природи та підтримуючи розвиток місцевої економіки.

Група з десяти невеликих дамб, побудованих у радянський час, тривалий час обмежувала потік поблизу берегів обох річок, що негативно вплинуло на русла річок і місцеве біорізноманіття. Загалом, дамби шкодять навколишньому середовищу, перешкоджаючи міграційним шляхам риб, перешкоджаючи перенесенню осаду та розриваючи їхнє середовище існування. Зняття цих бар'єрів створить нове середовище існування вздовж двадцяти кілометрів річок Когільник і Сарата, включаючи заплавні луки.

Цей проєкт принесе користь багатьом диким тваринам, але особливо рибі. Зняття дамб покращить річковий стік, відроджуючи місцеву рослинність, яка служить нерестовищем. Покращення річкового стоку також збільшить площу прибережних лук, що має сприяти випасу худоби в місцевих районах. Краще природне русло зменшить затоплення сільськогосподарських угідь і автомагістралі в місцевій громаді.

4.4 Економічна ефективність превентивних заходів порівняно з ліквідацією наслідків

Забруднення навколишнього середовища відбувається швидко і «недорого», тоді як відновлення є тривалим, складним і дорогим процесом. Деградація природного середовища шкодить соціально-економічному розвитку та інвестиційній привабливості регіону.

Превентивні заходи в майбутньому можуть бути як поточними, так і капітальними. Заходи з ліквідації, у свою чергу, повинні спрямовані на подолання або зменшення наслідків надзвичайних ситуацій, а також запобігання їх поширенню. Враховуючи порівняння цих двох стратегій, очевидно, що профілактика є більш економічно вигідною, ніж ліквідація. Це пов'язано з тим, що витрати на ліквідацію впливу, спричиненого використанням неекологічного обладнання, будуть вразі більшими, ніж просто вжиття превентивних заходів.

У сучасному підприємницькому середовищі поширена думка, що прибутковість є поняттям, яке майже не співвідноситься з екологічною відповідальністю. До цього моменту основним критерієм для інвесторів була фінансова ефективність, а не прагнення вкладати свій капітал в екологію.

З точки зору інвестування: кошти, які будуть інвестовані раніше, зможуть принести і ефективність раніше. Впровадження екологічних інвестицій призведе до зменшення негативних екологічних наслідків, а не до прибутку. Отже, важливо розуміти, що краще інвестувати гроші прямо зараз, ніж чекати завтра.

Витрати, необхідні для ліквідації впливу, спричиненого використанням неекологічного обладнання, будуть приблизно в тридцять-тридцять п'ять разів більшими. Ідея впровадження технології замкнутого циклу може бути дуже привабливою для інвестицій, оскільки вона дозволяє економити енергію та ресурси, одночасно зменшуючи негативний вплив на навколишнє середовище.

Необхідно встановити певний баланс між задоволенням сучасних потреб людства, комерційними цілями підприємств і захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їхню потребу в безпечному, здоровому довкіллі.

4.5 Проблеми та виклики сучасної системи транскордонного управління

Сучасна система транскордонного управління басейном річки Дунай стикається з багатьма серйозними проблемами та викликами, і для вирішення цих проблем і зниження ризиків надзвичайних ситуацій необхідний комплексний підхід.

Розглянемо загальні виклики транскордонного управління водними ресурсами. Якщо метою управління водними ресурсами є узгодження конкуруючих видів використання та користувачів води з соціальними, екологічними та економічними цілями, на шляху є низка викликів: зростаючий тиск на управління з боку конкуруючих видів використання та користувачів води, методи управління та політика, які не встигають за еволюцією управління, вплив кліматичної мінливості та змін, а також політика узгодження міжнародних політичних кордонів та меж басейнів.

Світові річки та озера стикаються з постійним навантаженням через потребу людей у воді для сільського господарства, промисловості та побутового використання. І як наслідок постають проблеми пов'язані з надмірним відбору води, забрудненні, фрагментації та колапсі екосистем.

У результаті тиску зросла обговорюваність, а в свою чергу й обізнаність про важливість проблем, що призвело до розширення як традиційної сфери управління басейном, так і кількості залучених суб'єктів

Не тільки перед річковим басейном Дунаю постають виклики у сфері стану водних екосистем, держави міжнародних річкових басейнів (МРБ) Європи, таких, як Рейн та озеро Констант стикаються з схожими проблемами.

Софійська конвенція має такі недоліки, як виділення лише принципів «забруднювач платить» як окремих принципів і перестороги щодо відсутності чітких положень щодо змісту останнього, відсутність положень про особливості охорони МРБ Дунаю, зумовлені конкретними видами його використання, елементи правової невизначеності в конвенційних нормах про проведення консультацій стосовно запланованої діяльності, відсутність правових наслідків у

разі невиконання державами їхніх зобов'язань із запобігання, контролю та зменшення транскордонного впливу.

Основні проблеми міжнародно-правового регулювання та практики міждержавних відносин у сфері несудноплавного використання та охорони вод у басейні Дунаю є: відсутність комплексних договірно-правових механізмів у сфері використання МРБ Дунаю з несудноплавними цілями чи окремих багатосторонніх договорів басейнового характеру щодо окремих видів господарської діяльності, таких як виробництво електроенергії, наявність у чинних міжнародних договорах у сфері рибальства та охорони МРБ Дунаю суттєвих недоліків і, відповідно, неефективність у досягненні проголошених ними цілей, необхідність створення міжнародно-правових механізмів реагування на проблему поганого екологічного стану басейну Дунаю, оскільки більшість його держав віддавала перевагу розвитку господарства замість захисту вод від забруднення, стан басейну Дунаю не відповідає вимогам Водної Рамкової Директиви ЄС 2000 р, особливо через високий рівень забруднення.

Також варто зазначити Конвенцію 1994 р. Цей багатосторонній договір має на меті досягнення сталого збалансованого управління водними ресурсами, контроль над потенційними небезпеками, пов'язаними з аваріями, потраплянням шкідливих речовин в воду, повеннями та утворенням криги, і зменшення забруднення Чорного моря від джерел водозбірної площі басейну Дунаю.

План управління басейном Дунаю (ПУБД I) був затверджений у 2009–2015 роках, а впровадження положення ПУБД II у 2015–2021 рр. Обидва документи поклали на держави басейну обов'язки вжити заходів, щоб вирішити основні проблемні сфери. Відсутність у Конвенції 1994 року механізмів відповідальності за заподіяння значної шкоди водам басейну Дунаю та невиконання державами своїх зобов'язань щодо транскордонного впливу.

Однак варто зазначити і недоліки, які передбачені даною конвенцією, до них належать: відсутність механізмів узгодження прав і інтересів держав у сфері несудноплавного використання вод та відсутність механізмів співпраці, які забезпечили б раціональне використання вод МРБ Дунаю під час реалізації інфраструктурних проєктів.

Одним з прикладів кліматичних викликів та проблем повеней є Угорщина, яка стикається з все більшою кількістю екстремальних кліматичних подій, і однією з найбільших проблем є раптові повені. Ці швидкоплинні паводкові хвилі стають все більш поширеними та непередбачуваними, а їхні форми стають все більш екстремальними. Русло річки, яке не було оброблено, прискорює швидке накопичення води та високоенергетичний стік, а також ерозію поверхневих шарів ґрунту, що призводить до утворення великої кількості осаду. Цей процес може завдати значної внутрішньої та зовнішньої шкоди поселенню в деяких випадках, дана сума сягає кількох мільйонів угорських форинтів.

У сучасному світі сильні опади призводять до того, що велика кількість води витікає з території через дренажні канали і потрапляє до приймального водотоку за короткий час. Якщо гідравлічні споруди та приймаючий водотік не мають достатньої пропускної здатності або не підтримуються регулярно, цей метод не перспективний і навіть може бути шкідливим. Інша проблема полягає в тому, що швидке вичерпання води на певній території призводить до більшої нестачі води протягом більш тривалих періодів посухи.

Якщо муніципалітет або фермер стикається зі шкодою, завданою раптовими повенями, і хоче вжити ефективних заходів, але інформації про те, як утримувати воду недостатньо, а використання природних рішень виникає ще більше запитань то нажаль йому доведеться зіштовхнутися з наступними проблемами, бо інвестори часто не контактують з проєктувальниками, підрядниками чи державними органами через що виникає ще більше розбіжностей. Наступною перешкодою є те, що в нинішньому регуляторному середовищі різні об'єкти повинні пройти досить складну, дорогу та складну процедуру екологічного та водного дозволу перед початком будівництва.

Міжнародно-правовому регулюванню притаманні такі основні недоліки: міжнародні договори регулюють лише певні аспекти несудноплавного використання та охорони транскордонних прісних вод, загальний характер, декларативність, елементи правової невизначеності в договірних нормах, немає вказівок або окремих норм, які б відображали основні принципи міжнародного права транскордонних прісних вод, або відсутність норм, які б пристосовували

ці принципи до конкретних МРБ, поширення положень про охорону МРБ не на всі види господарської діяльності, що можуть мати негативний вплив на прісні води, відсутність механізмів впливу на держави, які порушують принципи міжнародного права транскордонних прісних вод, відсутність механізмів реалізації договірних принципів та ефективних засобів врегулювання спорів.

Управління постачанням, тобто прагнення забезпечити достатню кількість якості води з дуже мінливих річкових потоків, є домінуючим керівним політичним підходом до збалансування конкуруючих видів використання води та користувачів води у всьому світі. Менеджери басейнів протягом багатьох років докладали зусиль, щоб вижити або подолати зміни якості річок і потоків проте очікується, що ці зусилля будуть ускладнені в наступні десятиліття через вплив зміни клімату. Коли річки перетинають державні кордони, то управління басейном стає набагато складнішим. Коли держави вгору за течією утримують або випускають значні кількості води, особливо коли це стосується забруднення потоків, то це тільки ускладнює геополітичні ставки.

4.6 Адаптація системи управління басейном до кліматичних змін

Кліматичні проблеми, пов'язані з посухою, стають дедалі частішими та інтенсивнішими для басейну річки Дунай. Це шкодить водним ресурсам, загрожує екосистемам і ускладнює життя людей, які живуть на цій річці. Водночас регіон все частіше потерпає від сильних повеней. Потрібно адаптуватися до змін, оскільки прогнози зміни клімату показують, що ситуація може погіршитися з часом. Країни басейну Дунаю повинні співпрацювати, щоб мінімізувати ризики посух і повеней через поєднання двох екстремальних явищ: надлишкової кількості води або її дефіциту, що ускладнює життя тих, хто безпосередньо залежить від цієї річки.

З метою створення основи для управління водними ресурсами в умовах кліматичних змін Всесвітній фонд природи (WWF-Україна) представив план управління посухами (ПУП). Для суббасейнів річок Прут і Серет і для суббасейну Тиси було розроблено два проєкти ПУП на основі європейських

стандартів і рекомендацій [40]. Хоча документ наразі не має юридичної основи, він є життєво важливим для подальшої розробки комплексного плану.

План управління посухами передбачає впровадження конкретних заходів, щоб змінити управління водними ресурсами відповідно до зміни клімату. Зокрема, ПУП повинний розроблятися відповідно до чинного законодавства та міжнародних стандартів, таких як «Керівництво з підготовки планів управління посухами». Використання даних Європейської обсерваторії посух є важливим компонентом плану. Це включає статистичну звітність, тренди, прогнози, впливи та оцінку ризиків за різними секторами. Це надасть стійке управління водними ресурсами та зменшить негативний вплив кліматичних змін на регіон басейну Дунаю.

4.7 Інноваційні технології у прогнозуванні та запобіганні надзвичайним ситуаціям

Ключовими методами пом'якшення наслідків кліматичних змін у басейні річки Дунай є технології прогнозування та запобігання надзвичайним ситуаціям. Розвиток «зеленої інфраструктури» є одним із таких рішень. Це заходи, спрямовані на відновлення заплав і водно-болотних угідь. Ці угіддя можуть зберігати воду під час надмірних опадів і служити природними бар'єрами під час повеней.

Крім того, повторне використання води для зрошення або промислових потреб зменшує навантаження на природні водні ресурси під час посух. Впровадження технологій збору дощової води в громадах сприятиме її економічному використанню. Крім того, поширення практики збору «сірої» води, тобто води, яка використовується в ванних кімнатах, окрім туалетної, дозволить раціонально використовувати водні ресурси, зменшуючи залежність від традиційних джерел.

Планується розробка методів визначення екологічного стоку, необхідних для підтримки та розвитку біорізноманіття, щоб забезпечити стале водокористування під час змін клімату. Під час посух неправильне планування

водокористування може призвести до надмірної експлуатації річок і водосховищ, що загрожує існуванню водних екосистем.

Крім того, інноваційні підходи включають розробку рекомендацій щодо відновлення лісового ландшафту долини річки, зокрема відновлення заплавних лісів і використання технологій, які є економічними з точки зору охорони вод під час лісозаготівлі. Це допоможе зберегти баланс води та запобігти руйнуванню екосистем. З іншого боку, дуже важливо створити освітні матеріали для водоспоживачів і громадськості, щоб підвищити обізнаність населення щодо свідомого використання водних ресурсів.

4.8 Рекомендації щодо вдосконалення геоекологічних аспектів транскордонного управління басейном Дунаю

Провідним підходом транскордонного управління басейном Дунаю слід вважати комплексний підхід який спрямований на покращення геологічних аспектів, законодавчої бази, заходів з управління водними ресурсами й підтримки сучасних практик та стимулювати інноваційні підходи. Систематичне впровадження заходів із затримання води є найефективнішим способом подолання дефіциту водних ресурсів. Для підвищення продуктивності слід проводити оцінку технічної ефективності таких втручань на рівні всього річкового басейну як єдиного цілого, враховуючи екологічні фактори та те, як заплановані заходи із регулювання стоку води пов'язані один з одним. Таким чином, необхідно розробити плани збереження водних ресурсів на рівні суббасейнів, які розглядають різні варіанти захисту та визначають найкращі методи, дії та типи об'єктів, які будуть використані в межах водозбору.

Для успішного контролю стоку води потрібні рішення, які відрізняються від сучасних практик, включаючи внесення змін до законодавства. Першим кроком має бути покращення законодавчих механізмів, щоб зробити процес реалізації технічних рішень для затримання води більш прозорим і простішим. Існуючі нормативно-правові акти з управління водними ресурсами повинні включити поняття утримання води та контролю стоку на рівні, що відповідає

захисту від протипаводків і охороні внутрішніх вод. Плани суббасейнів, розроблені відповідно до рекомендацій, повинні бути затверджені за новою процедурою, щоб гарантувати їх ефективну реалізацію та постійний нагляд.

Поширення найкращих практик у сфері водокористування на національному та міжнародному рівнях є важливим кроком до покращення транскордонного управління. Можна створити одну базу даних для водогосподарських проєктів, який буде містити інформацію про нові продукти, послуги та розробки, які сприятимуть екологічно безпечному вирішенню проблем паводків. Доступність до даної інформації, зробить цей крок більш прозором та доступним для громад, що сприятиме поширенню природоорієнтованих рішень та в подальшому їхньому застосуванню.

Також важливо поширювати інформацію про екологічно орієнтовані рішення щодо затримання води та стимулювати фінансування, розробку правових, регуляторних та політичних рамок, що підтримуватимуть реалізацію таких підходів. Важливо забезпечити надання технічної допомоги у плануванні та впровадженні цих рішень, а також організація заходів, конференцій, семінарів, тренінгів і створення мереж для обміну досвідом між зацікавленими сторонами та виконавцями.

Стратегія управління басейном Дунаю має пріоритетувати інтеграцію як у межах Європейського Союзу (Німеччина, Австрія, Словаччина, Чехія, Угорщина, Словенія, Румунія, Болгарія), так і за його межами (Хорватія, Сербія, Боснія і Герцеговина, Чорногорія, Молдова, Україна). Це пов'язано з тим, що басейн Дунаю є транскордонним. Враховуючи те, що Дунай впадає в Чорне море, стратегія розвитку басейну повинна бути пов'язана з перспективами розвитку Чорного моря.

4.9 Можливості застосування успішного досвіду басейну Дунаю для інших транскордонних річкових басейнів України

Управління басейном Дунаю в Україні здійснюється за допомогою інтегрованого підходу, який враховує соціальні, економічні та екологічні

фактори. Такий підхід відповідає основним принципам Водної рамкової директиви ЄС, яка передбачає перехід до басейнового управління з пріоритетом якості води, екологічного стану річок і сталого водокористування див. рис. 4.6.



Рис. 4.6 Проблеми транскордонного управління водними ресурсами.

Цей метод був застосований для створення планів управління для інших річкових басейнів в Україні, включаючи Дніпро, Дністер, Донець, Південний Буг, Вісла, річки Причорномор'я, Приазов'я та Крим. Держводагентство України зазначає, що програма заходів Дунайського басейну включає 293 основних та 58 додаткових заходів, спрямованих на покращення стану екосистем і водних ресурсів [41]. Зокрема, у цьому відношенні велика увага приділяється відновленню природних водойм разом із подальшим покращенням якості води та зменшенням антропогенного впливу. Це потребує активної співпраці, оскільки це транскордонний річковий басейн. Таким чином стає можливим ефективно координувати різноманітні дії щодо контролю забруднення, запобігання повеням та загального покращення стану водних ресурсів. Спільний досвід транскордонного співробітництва Дунайської комісії дозволив створити

безпечний форум для обміну інформацією та спільної діяльності між усіма країнами басейну.

Даний метод був також використаний в розробленні планів управління для інших транскордонних басейнів, таких як Дністер і Вісла, які також проводять транскордонні консультації та спільні проєкти з суміжними державами. Наприклад, у басейні Дністра існує система спільного моніторингу якості води та реагування на аварії.

У процесі розробки плану управління басейном Дунаю беруть участь представники громадськості, науковців, місцевих громад та інші зацікавлені сторони. Це робить процес ухвалення рішень прозорим і дозволяє врахувати інтереси різних верст населення.

Цей підхід був використаний і в інших басейнах особливо це стосувалося процесу розробки плану управління басейном Вісли, під час якого було проведено публічне обговорення, щоб врахувати думки громадськості. Це не тільки підвищує довіру до процесу управління водними ресурсами, але й дозволяє краще реагувати на локальні проблеми.

Управління басейном Дунаю активно використовує сучасні геоінформаційні системи (ГІС) для планування заходів і моніторингу стану водних ресурсів. ГІС дозволяє швидко відстежувати зміни в екосистемах, проводити аналіз якості води та визначати важливі місця забруднення.

Ця стратегія була адаптована для інших басейнів, особливо для плану управління басейном Вісли, де також використовувалися ГІС-технології для аналізу та візуалізації даних.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного геосистемного аналізу транскордонного управління річковими басейнами на прикладі басейну Дунаю з метою мінімізації георизиків надзвичайних ситуацій отримано наступні результати:

1. Обґрунтовано, що геосистемний підхід є найефективнішим методом для комплексного аналізу транскордонного управління річковими басейнами. Встановлено, що басейновий принцип управління водними ресурсами, закріплений у Водному кодексі України, забезпечує інтеграцію екологічних, гідрологічних і господарських факторів у межах цілісної просторової одиниці з чіткими межами.

Визначено, що геоекологічні аспекти річкових басейнів включають взаємодію природних і соціоекономічних елементів, що вимагає врахування кліматичних змін, землекористування, урбанізації та забруднення для ефективного управління водними ресурсами.

2. Проаналізовано фізико-географічні особливості басейну Дунаю: загальна площа 817 000 км², довжина 2857 км, охоплення 19 країн, з яких площа басейну в Україні становить 30 059 км² (5% території країни).

Встановлено основні проблеми геоекологічної ситуації:

- Скиди зворотних вод становлять 123,69 млн м³ на рік, з яких 53,15% припадає на сільське господарство
- Ідентифіковано 694 масиви поверхневих вод без ризику, 155 – під ризиком недосягнення доброго екологічного стану
- Зафіксовано перевищення концентрацій дифталатів, нафталену, кадмію, свинцю та нікелю понад екологічні стандарти

Визначено основні типи надзвичайних ситуацій: весняні повені (найпоширеніші), літньо-осінні паводки, заторні та техногенні повені. За останні 900 років зареєстровано 78 значних повеней, з яких 5 найбільших відбулися в останнє десятиліття.

3. Оцінено ефективність діяльності ICPDR як ключової інституції транскордонного управління, яка координує роботу 14 країн та ЄС через систему експертних груп і забезпечує реалізацію Плану управління басейном Дунаю.

Проаналізовано роль Дунайської стратегії ЄС у зниженні ризиків надзвичайних ситуацій. Встановлено, що Україна як координатор Пріоритетного напрямку 9 успішно інтегрується в європейську систему управління водними ресурсами.

Досліджено функціонування систем моніторингу та раннього оповіщення, включаючи транснаціональну мережу з 79 станцій (52 з яких контролюють якість води) та веб-систему попередження про надзвичайні ситуації.

4. Розроблено методiku оцінки ефективності транскордонного управління на основі інституційних, правових, технічних та екологічних індикаторів. Встановлено, що комплексна оцінка повинна включати аналіз виконання міжнародних угод, ефективність технічних інструментів моніторингу та рівень залучення місцевих громад.

Проаналізовано інженерно-технічні заходи запобігання НС:

- Проєкт "Зелений коридор нижнього Дунаю" відновив понад 60 000 га заплав
- Проєкт MERLIN забезпечив відновлення зв'язку заплав з головною річкою
- Економічна ефективність відновлення заплави становить 111,8 млн євро щорічно

Оцінено ефективність природоорієнтованих рішень:

- Відновлення зв'язку озера Катлабух з Дунаєм покращило біофільтрацію води
- Знесення 10 застарілих дамб на річках Когільник і Сарата відновило 20 км природного стоку
- Впровадження природоорієнтованих рішень забезпечує покращення якості води на 28% та скорочення забруднення на 24%

Встановлено, що превентивні заходи в 30-35 разів економічно ефективніші порівняно з ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій.

5. Розроблено рекомендації щодо вдосконалення транскордонного управління:

- Впровадження планів збереження водних ресурсів на рівні суббасейнів
- Покращення законодавчих механізмів для спрощення реалізації технічних рішень
- Створення єдиної бази даних водогосподарських проєктів
- Поширення найкращих практик природоорієнтованих рішень

Обґрунтовано можливості застосування досвіду басейну Дунаю для інших транскордонних басейнів України (Дністер, Вісла, Донець), зокрема щодо інтегрованого підходу, залучення громадськості та використання ГІС-технологій.

6. Вперше проведено комплексний геосистемний аналіз транскордонного управління басейном Дунаю з позицій мінімізації георизиків надзвичайних ситуацій в українському контексті.

Розроблено адаптовану для українських умов методику оцінки ефективності транскордонного управління водними ресурсами.

Обґрунтовано геоекологічні принципи адаптації системи управління басейном до кліматичних змін через впровадження природоорієнтованих рішень.

Таким чином геосистемний аналіз підтвердив, що транскордонне управління басейном Дунаю є успішним прикладом міжнародної співпраці у сфері управління водними ресурсами та мінімізації георизиків. План управління басейном Дунаю на 2025-2030 роки з 293 основними та 58 додатковими заходами створює основу для покращення екологічного стану вод та зменшення ризиків надзвичайних ситуацій. Досвід Дунайського басейну може бути успішно адаптований для інших транскордонних річкових басейнів України при врахуванні специфічних геоекологічних умов та соціально-економічних особливостей регіонів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Данилюк, Л. Р. "Басейновий принцип управління водними ресурсами: поняття, зміст і стан впровадження в Україні." (2018).
2. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Уряд затвердив план управління річковим басейном Дунаю. URL: <https://mepr.gov.ua/uryad-zatverdyyv-plan-upravlinnya-richkovym-basejnom-dunayu/> (дата звернення: 16.02.2025).
3. Державне агентство водних ресурсів України. Урядом затверджено план управління річковим басейном Дунаю. URL: <https://www.davr.gov.ua/news/uryadom-zatverdzheno-plan-upravlinnya-richkovim-basejnom-dunayu> (дата звернення: 25.02.2025).
4. Ukraine. Vulnerability. World Bank Climate Change Knowledge Portal. URL: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/ukraine/vulnerability> (дата звернення: 15.02.2025).
5. European Flood Awareness System. Wikipedia : вільна енциклопедія. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/European_Flood_Awareness_System (дата звернення: 15.02.2025).
6. Flood Risk Management. ICPDR : International Commission for the Protection of the Danube River. URL: <https://www.icpdr.org/tasks-topics/tasks/flood-risk-management> (дата звернення: 15.02.2025).
7. River Basin Management | ICPDR - International Commission for the Protection of the Danube River. URL: <https://www.icpdr.org/tasks-topics/tasks/river-basin-management> (дата звернення: 15.02.2025).
8. Danube River Protection Convention | ICPDR - International Commission for the Protection of the Danube River. URL: <https://www.icpdr.org/about-icpdr/framework/convention> (дата звернення: 25.02.2025).
9. Danube Commission URL: <https://www.danubecommission.org/dc/en/danube-commission/> (дата звернення: 26.02.2025).

10. Hattermann, F. F., Wortmann, M., Liersch, S., Toumi, R., Sparks, N., Genillard, C., Schröter, K., Steinhausen, M., Gyalai-Korpos, M., Máté, K., Hayes, B., del Rocío Rivas López, M., Rácz, T., Nielsen, M. R., Kaspersen, P. S., & Drews, M. Simulation of flood hazard and risk in the Danube basin with the Future Danube Model. Climate Services, 2018. Vol. 12. P. 14–26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2018.07.001>
11. План управління річковим басейном Дунаю (2025-2030) 2023. URL: https://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/plan_dunay_2023/purb_d.pdf (дата звернення: 15.03.2025).
12. Дунай. Вікіпедія. 2025. URL: <https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%94%D1%83%D0%BD%D0%B0%D0%B9&oldid=44589779> (дата звернення: 15.03.2025).
13. Хільчевський, В. К., Самойленко, В. М. Дунай. Енциклопедія Сучасної України. 2008. URL: <https://esu.com.ua/article-19549> (дата звернення: 12.12.2025).
14. Дунай. Велика українська енциклопедія. URL: <http://vue.gov.ua/%D0%94%D1%83%D0%BD%D0%B0%D0%B9> (дата звернення: 26.03.2025).
15. Попередня оцінка ризиків затоплення району басейну річки Дунай ДСНС України. URL: <https://dsns.gov.ua/upload/1/2/9/0/2/prognoz-weekly-directivazatoplenya-baseini-dunai.pdf> (дата звернення: 15.03.2025).
16. Білоус Я. С., Вербова А. С., Созонтова Н. В., Булгак А. В., Атаєв С. В., Білушенко А. А., Болбат Д. В. Звіт про стратегічну екологічну оцінку проекту Плану управління річковим басейну Дунаю. ТОВ "НВП "УКРУКОПРОЕКТ". 2024. URL: https://davr.gov.ua/fls18/pl24/Dunay_SEO.pdf (дата звернення: 15.03.2025).
17. Danube River Basin District: Land Use: Map 6. – Vienna : ICPDR. URL: https://www.icpdr.org/sites/default/files/Map06_Land_Use.pdf (дата звернення: 15.03.2025).

18. Land Use in the Danube Sub-river Basin Areas: Map 5. – Vienna : ICPDR, 1999.
URL: <https://www.icpdr.org/sites/default/files/MAP5.pdf> (дата звернення: 15.03.2025).
19. Gruber, Tamás. Scaling Up - From Vision to Large-Scale Change: The future's Danube : Danube sidearm reconnect HU regional scalability plan. Tamás Gruber, Andrea Samu, Tibor Erős ; WWF Hungary, HUN-REN Balaton Limnological Research Institute. 2024. – 23 с. URL: https://project-merlin.eu/files/merlin/rsp/CS07b_Danube_HU_RSP.pdf (дата звернення: 15.03.2025).
20. Morlot M., Brilly M., Šraj M. Characterisation of the floods in the Danube River basin through flood frequency and seasonality analysis. Acta hydrotechnica. 2019. Vol. 32, № 57. P. 73–89.
21. The Danube River Basin. International Commission for the Protection of the Danube River. URL: https://www.icpdr.org/sites/default/files/nodes/documents/icpdr_facts_figures.pdf (дата звернення: 15.03.2025).
22. Міжнародна комісія з охорони річки Дунай. Вікіпедія. 2023. URL: https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9C%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%96%D1%8F_%D0%B7_%D0%BE%D1%85%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8_%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%B8_%D0%94%D1%83%D0%BD%D0%B0%D0%B9&oldid=39438246 (дата звернення: 15.03.2025).
23. План управління річковим басейном Дунаю 2025-2030. Нульовий кілометр Дунаю EU4WaterData. 2025. URL: https://www.eu4waterdata.eu/images/pdf/Summary%20factsheets/ukrainian/Danube_UKR_January%202025_final_compressed.pdf (дата звернення: 15.03.2025).
24. Український інститут міжнародної політики—Дунайська стратегія. URL: <https://www.uiip.org.ua/uk/napriamy/strategiia-yes-dlia-dunaiskoho-rehionu> (дата звернення: 05.03.2025).

25. Головування України в Стратегії ЄС для Дунайського регіону. Facebook UAPresidency. URL: <https://www.facebook.com/UAPresidency> (дата звернення: 05.03.2025).
26. Water quality early warning system. Environmental Institute. 2014 Chapter 1-4 URL: https://waterquality.danube-region.eu/wp-content/uploads/sites/13/sites/13/2019/09/WQM-EWS_part-1-4_EN_v2.0_.pdf (дата звернення: 15.03.2025).
27. Der Donauinsel, Erhebung der Libellenfauna. Climate change adaption of the ecosystem Danube Island. 2023.
28. Дунаю, Відень – Карта Дунаю Відень (Австрія). URL: <http://uk.maps-vienna.com/Дунаю,-Відень-карта> (дата звернення: 07.03.2025).
29. Floodplain restoration for flood protection along the lower Danube river. Nature-Based Solutions Case Studies. URL: <https://casestudies.naturebasedsolutionsinitiative.org/casestudy/floodplain-restoration-for-flood-protection-along-the-lower-danube-river/> (дата звернення: 17.02.2025).
30. Danube River Basin Management Plan (DRBMP) Update 2021. ICPDR - International Commission for the Protection of the Danube River. URL: <https://www.icpdr.org/tasks-topics/tasks/river-basin-management/danube-river-basin-management-plan-2021> (дата звернення: 28.02.2025).
31. Project of Strategic Importance. Danube Risk Prevention (Danube RISK). Danube Region Strategy. 2022. URL: https://danube-region.eu/wp-content/uploads/2022/07/D4_P3_Danube-Risk-Project_RINDASU.pdf (дата звернення: 15.03.2025).
32. Traviss M. Restoring and reconnecting the wetlands. Innovation News Network. 2024. URL: <https://www.innovationnewsnetwork.com/restoring-and-reconnecting-the-danube-wetlands/50478/> (дата звернення: 15.03.2025).
33. DanubeSediment_Q2. Interreg Danube. URL: <https://interreg-danube.eu/projects/danubesediment-q2%C2%A0> (дата звернення: 12.03.2025).

34. MERLIN restoration case studies: Large transboundary rivers. The Freshwater Blog. 2022. URL: <https://freshwaterblog.net/2022/08/18/merlin-restoration-case-studies-large-transboundary-rivers/> (дата звернення: 15.03.2025).
35. Кларіс М., Максим. Каталог природоохоронних рішень в управлінні водними ресурсами в країнах східного партнерства. Програма «Європейський Союз для довкілля» в країнах Східного партнерства. Управління водними ресурсами та екологічні дані. 2021. URL: https://eu4waterdata.eu/images/pdf/Translation/EU4ENVWaterData_NbSCatalogue-water-EaP_UKR_final.pdf (дата звернення: 15.03.2025).
36. EU Strategy for the Danube Region Priority Area 5. European Union fund (ERDF) and Hungary. Danube Region Strategy. 2023. URL: https://environmentalrisks.danube-region.eu/wp-content/uploads/sites/7/sites/7/2023/04/EUSDR_PA5_policy_recom-2.pdf (дата звернення: 15.03.2025).
37. Water flow restored to entire lake system in Ukrainian Danube Delta. Rewilding Europe. 2023. URL: <https://rewildingEurope.com/news/water-flow-restored-to-entire-lake-system-in-ukrainian-danube-delta/> (дата звернення: 15.03.2025).
38. Danube Delta. Rewilding Europe. URL: <https://rewildingEurope.com/landscapes/danube-delta/> (дата звернення: 16.03.2025).
39. Річки Когильник, Кагач та Сарата відтепер вільні і природні. Danube Delta. URL: <https://rewilding-danube-delta.com/uk/news/dam-removal-on-kogilnik> (дата звернення: 16.03.2025).
40. WWF розробив план управління посухами для суббасейнів Тиси, Прута й Серету. zahid.espreso.tv. URL: <https://zahid.espreso.tv/ekologiya-wwf-rozrobiv-plan-upravlinnya-posukhami-dlya-subbaseyniv-tisi-pruta-y-seretu-shcho-vin-peredbachae> (дата звернення: 28.03.2025).
41. Урядом затверджено план управління річковим басейном Дунаю. Державне агентство водних ресурсів України. URL: <https://www.davr.gov.ua/news/uryadom-zatverdzheno-plan-upravlinnya-richkovim-basejnom-dunayu> (дата звернення: 12.03.2025).