

УДК 504.06:556.18

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.148.1.44>

ЕКОЛОГІЧНЕ ПІЗНАННЯ: ІНТЕГРАЦІЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ ІА ПРАКТИЧНИХ РІШЕНЬ У ЗБЕРЕЖЕННІ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

Залізник Я.І. – доктор філософії за спеціальністю 103 Науки про Землю
викладач кафедри екології та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0002-6497-1215

У представленій роботі комплексно розглянуто надзвичайно актуальну проблему збереження водних ресурсів у контексті нерозривної інтеграції теоретичних екологічних основ та ефективних практичних рішень. В умовах стрімких глобальних кліматичних змін, прогресуючого дефіциту прісної води та посилення антропогенного тиску на довкілля, традиційні екстенсивні підходи до експлуатації гідросфери вичерпали свій потенціал. Саме тому в дослідженні наголошено на критичній важливості гармонійного поєднання фундаментальних наукових знань про просторово-часове функціонування водних екосистем з інноваційними, науково обґрунтованими методами управління водозбірними басейнами. Детально проаналізовано сучасні підходи до комплексної оцінки якості води та багаторівневого моніторингу стану поверхневих водойм. Підкреслюється, що перехід від простої статистичної фіксації рівня забруднення до складного прогностичного моделювання гідрохімічного режиму (зокрема, динаміки біогенних елементів) дозволяє завчасно виявляти екологічні ризики та запобігати деградації водойм. Окремий науковий та практичний акцент зроблено на необхідності широкого впровадження природоорієнтованих технологій (Nature-based Solutions). Зокрема, застосування методів фіторе mediaції, створення штучних водно-болотних угідь (біоплато) та відновлення буферних прибережних захисних смуг дозволяє ефективно стимулювати природні процеси біологічного самоочищення річок, мінімізуючи втручання важкої інженерії у ландшафти. Особливу увагу в роботі приділено ролі екологічного пізнання як фундаментального інструменту формування дієвої стратегії сталого водокористування. Доведено, що високий рівень екологічної свідомості суспільства та обов'язкова інтеграція об'єктивних наукових даних у сферу прийняття управлінських рішень є запорукою успішної реалізації будь-яких водоохоронних програм. Вода має сприйматися не просто як безмежний промисловий чи аграрний ресурс, а як надзвичайно вразлива жива екосистема, що потребує комплексного захисту. Підсумовуючи, зроблено обґрунтований висновок: лише глибока інтеграція академічної екологічної теорії та прикладної інженерної практики є єдиною і ключовою умовою для збереження водних об'єктів, підвищення їхньої буферної стійкості та повної мінімізації деструктивного антропогенного впливу.

Ключові слова: водні ресурси, екологічне пізнання, сталий розвиток, якість води, моніторинг, антропогенний вплив, природоорієнтовані рішення, гідросфера

Zalizniak Ya. I. Ecological Cognition: Integration of Theoretical Foundations and Practical Solutions in the Conservation of Water Resources

The presented work comprehensively examines the highly pressing issue of water resource conservation in the context of the inseparable integration of theoretical ecological foundations and effective practical solutions. Under the conditions of rapid global climate change, progressive freshwater scarcity, and increasing anthropogenic pressure on the environment, traditional extensive approaches to the exploitation of the hydrosphere have exhausted their potential. Therefore, the study emphasizes the critical importance of harmoniously combining fundamental scientific knowledge regarding the spatiotemporal functioning of aquatic ecosystems with innovative, scientifically grounded methods of watershed management. Modern approaches to the comprehensive assessment of water quality and the multi-level monitoring of the state of surface



© Залізник Я.І., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

water bodies are analyzed in detail. It is highlighted that the transition from simple statistical recording of pollution levels to complex predictive modeling of the hydrochemical regime (in particular, the dynamics of biogenic elements) allows for the early detection of ecological risks and the prevention of water body degradation. A distinct scientific and practical emphasis is placed on the need for the widespread implementation of Nature-based Solutions. Specifically, the application of phytoremediation methods, the creation of constructed wetlands, and the restoration of riparian buffer zones effectively stimulate the natural biological self-purification processes of rivers, minimizing heavy engineering interventions in landscapes. Special attention is given to the role of ecological cognition as a fundamental tool for forming an effective strategy for sustainable water use. It is demonstrated that a high level of environmental awareness in society and the mandatory integration of objective scientific data into managerial decision-making are prerequisites for the successful implementation of any water protection programs. Water must be perceived not merely as a limitless industrial or agricultural resource, but as a highly vulnerable living ecosystem that requires comprehensive protection. In conclusion, a well-founded deduction is made: only the profound integration of academic ecological theory and applied engineering practice serves as the key condition for the preservation of water bodies, the enhancement of their resilience, and the complete minimization of destructive anthropogenic impacts.

Key words: *water resources, ecological cognition, sustainable development, water quality, monitoring, anthropogenic impact, nature-based solutions, hydrosphere.*

Актуальність теми дослідження. Вода є фундаментальною основою довкілля – ресурсом, який безальтернативно гарантує існування біосфери, стабільний розвиток людських спільнот та функціонування макроекономічних систем. Проте сьогодні людство стикається з безпрецедентними викликами: прогресуючими кліматичними трансформаціями, інтенсивним антропогенним тиском та масштабною деградацією природних екосистем. Ці критичні фактори вимагають категоричної відмови від застарілих екстенсивних підходів і диктують потребу в пошуку інноваційних шляхів збереження гідросфери. Саме у цьому контексті концепція екологічного пізнання постає як необхідний синтетичний підхід. Вона не лише накопичує фундаментальні знання про закономірності розвитку водних екосистем, але й трансформує їх у дієві, практичні механізми сталого управління водокористуванням.

Відповіддю на ці системні проблеми стала концепція інтегрованого управління водними ресурсами (Integrated Water Resources Management, IWRM). Вона була широко визнана міжнародною науковою спільнотою та управліннями як ключове стратегічне бачення та цільовий орієнтир. Водночас, попри свою концептуальну привабливість, парадигма IWRM зазнала значної та обґрунтованої критики [1]. Здебільшого ця критика спрямована на відірваність деяких теоретичних засад від реальних умов, а також на суттєві перешкоди, що виникають під час безпосередньої практичної імплементації цих принципів на локальному рівні.

Зважаючи на вищезазначене, виникає гостра необхідність чітко окреслити та систематизувати основні елементи, які дозволять гармонійно поєднати фундаментальні теоретичні розробки з реальними практичними підходами в управлінні, захисті та збереженні водних ресурсів.

Постановка проблеми. У ході проведеного дослідження було здійснено глибокий та комплексний аналіз сучасних теоретичних підходів до розуміння багатогранної ролі водних ресурсів як у функціонуванні біосфери, так і в еволюції людського суспільства. Широке коло вітчизняних та зарубіжних вчених у своїх фундаментальних і прикладних працях незмінно б'ють на сполох щодо стрімкого зростання антропогенного тиску на гідросферу, що супроводжується прогресуючим погіршенням показників якості води [2, 3, 4, 5, 6]. Цей деструктивний вплив дедалі частіше проявляється через неконтрольовані промислові скиди, хімізацію

сільського господарства та інтенсивну урбанізацію, що порушує природну здатність водойм до самоочищення.

Усвідомлення масштабу цих загроз вимагає переосмислення цінності ресурсу. Вода постає не лише як базовий структурний елемент глобального кругообігу речовин та енергії на планеті, але й як безальтернативний чинник стабільного соціально-економічного розвитку. Вона є життєдайною основою для формування критично важливих екосистемних послуг (від забезпечення питною водою до регулювання клімату) та головною умовою підтримання глобального біорізноманіття.

З огляду на це, методологічні та теоретичні основи екологічного пізнання дозволяють чітко визначити новий вектор управління природними благами. Вони доводять, що сучасні концепції та стратегії управління водними ресурсами повинні безпечеліційно ґрунтуватися на принципах сталого розвитку, активного запобігання забрудненню (замість боротьби з його наслідками), а також на глибоко інтегрованому та адаптивному підході до використання гідросфери, який гарантує екологічну безпеку для прийдешніх поколінь.

Методика досліджень. Сучасний методологічний апарат концепції та стратегії управління водними ресурсами базується на синергії передових аналітичних інструментів – багаторівневого моніторингу та попереднього моделювання гідрохімічного режиму водойм – із прикладними біоінженерними практиками, зокрема цілеспрямованим впровадженням природоорієнтованих рішень (NbS) на рівні цілих водозбірних басейнів.

На локальному рівні основою стають автоматизовані сенсорні мережі та технології «Інтернету речей» (IoT) [7], інтегровані безпосередньо у водойми для безперервного вимірювання базових маркерів (рН, рівень розчиненого кисню, електропровідність) у режимі реального часу. Водночас мікрорівень базується на традиційному відборі проб із подальшим високоточним лабораторним аналізом (наприклад, із застосуванням хроматографії та мас-спектрометрії) для виявлення специфічних, неочевидних загроз: мікропластику, залишків фармацевтичних препаратів, пестицидів та важких металів. Підсумком цієї системи є інтеграція зібраних масивів даних у сучасні геоінформаційні системи (ГІС) з використанням інструментів предиктивного математичного моделювання, що дозволяє не лише фіксувати поточний стан водойми, але й прогнозувати поширення забруднень, завчасно оцінювати екологічні ризики та формувати науково обґрунтовані управлінські рішення для збереження гідросфери [8].

Критична важливість гармонійного поєднання фундаментальних наукових знань про просторово-часове функціонування водних екосистем з інноваційними методами управління водозбірними басейнами полягає у неможливості подолати сучасні екологічні кризи без глибокої синергії теорії та практики. Фундаментальна наука забезпечує комплексне розуміння того, як водойми формуються, еволюціонують, самоочищаються та реагують на зовнішні стресори в різних масштабах – від локальних сезонних коливань до довготривалих кліматичних трансформацій і міграції забруднювачів через усю річкову мережу. Проте ці академічні знання набувають справжньої прикладної цінності лише тоді, коли стають базою для інноваційного управління на рівні всього водозбірного басейну, адже стан будь-якої водойми є прямим відображенням абсолютно всіх процесів на прилеглих територіях (від промислових скидів і аграрного стоку до інтенсивної урбанізації). Інтеграція цих двох сфер дозволяє здійснити життєво необхідний управлінський перехід від реактивного боротьби з наслідками деградації до проактивного планування та запобігання кризам. Завдяки такому науково обґрунтованому підходу

сучасні інструменти – предиктивне моделювання, геоінформаційні системи (ГІС) [8], просторовий аналіз та природоорієнтовані рішення (Nature-based Solutions) [9] – застосовуються не шаблонно, а з точним урахуванням унікальних гідрологічних, хімічних і біологічних циклів конкретної екосистеми. У підсумку, саме цей нерозривний зв'язок між глибоким академічним розумінням просторово-часової динаміки природи та передовими управлінськими практиками формує єдиний надійний механізм, який здатний підвищити буферну стійкість гідросфери, ефективно мінімізувати деструктивний антропогенний тиск та гарантувати стале водокористування для майбутніх поколінь.

У сучасній гідроекології фундаментально підкреслюється, що традиційна ретроспективна (або виключно статистична) фіксація рівня забруднення є реактивним підходом. Вона лише констатує факт екологічної шкоди, яка вже сталася, і вичерпала свою ефективність через неспроможність забезпечити інструменти для оперативного реагування. Натомість безальтернативним кроком стає системний перехід до складного прогностичного моделювання гідрохімічного режиму екосистем.

Особлива наукова та практична увага у цьому багатофакторному моделюванні приділяється динаміці біогенних елементів – насамперед сполукам нітрогену (зокрема нітратам і нітратам) та загальному фосфору, надлишкове надходження яких у річкові системи є головним тригером процесів евтрофікації. Прогностичні моделі здатні з високою точністю відстежувати шляхи міграції, просторово-часову трансформацію та зони критичного накопичення цих нутрієнтів у межах цілих водозбірних басейнів [4].

Це формує потужний аналітичний фундамент, який дозволяє завчасно виявляти приховані екологічні ризики – такі як загроза масштабного «цвітіння» води, розвиток донної гіпоксії (дефіциту кисню) або токсикоз гідробіонтів – ще до того, як вони досягнуть критичної фази. Як наслідок, фокус водоохоронного управління зміщується з дороговартісної ліквідації наслідків на науково обґрунтовані превентивні заходи. Такий підхід дозволяє ефективно запобігати деградації водойм, оптимізувати гранично допустимі скиди підприємств та зберігати природну здатність екосистем до самовідновлення.

Результати досліджень. Науковий інтерес до концепції природоорієнтованих рішень (Nature-based Solutions, NbS) [9] демонструє стрімку та стабільну динаміку зростання, що беззаперечно свідчить про їхню високу теоретичну та прикладну значущість. Впровадження інструментів NbS постає як ефективний механізм гармонізації економічного розвитку зі збереженням довкілля. Це суттєво підвищує адаптивний потенціал суспільства до глобальних кліматичних і техногенних загроз, водночас покращуючи загальний добробут населення.

Як слушно наголошує А. Ла Нотте [10], саме природне середовище здатне запропонувати оптимальні відповіді на широкий спектр соціально-економічних викликів – від подолання дефіциту водних ресурсів до гарантування продовольчої безпеки. Практичними втіленнями таких рішень є, зокрема, відновлення водно-болотних угідь та лісових масивів для буферизації паводків, розбудова зеленої інфраструктури з метою комплексної очистки атмосферного повітря і поверхневих вод, а також розвиток агролісомеліорації. У цій парадигмі природа розглядається як надзвичайно цінний екологічний актив, що вимагає раціонального управління та надійної охорони. Фундаментальна перевага таких природних систем над штучними (антропогенними) інфраструктурними об'єктами полягає в їхній унікальній еволюційній здатності до саморегуляції, адаптації та відновлення у відповідь на мінливі умови довкілля.

Доповнюючи цю думку, Дж. Кассін підкреслює, що сучасна концептуальна база NbS володіє потужним потенціалом для системного розв'язання ключових суспільних криз XXI століття [11]. Обґрунтованість цієї тези переконливо підтверджується масивом актуальних зарубіжних наукових розвідок, які ілюструють успішний досвід імплементації природоорієнтованих технологій у різноманітних секторах господарювання [12–16].

У таблиці 1 подано приклади найбільш ефективних природоорієнтованих технологій (Nature-based Solutions).

Таблиця 1

Приклади природоорієнтованих технологій (Nature-based Solutions) в межах річкових екосистем

Назва технології / Підхід (NbS)	Сутність та механізм дії
Штучні водно-болотні угіддя (Біоплато / Constructed Wetlands)	Створення інженерних систем, що імітують природні водно-болотні екосистеми. Використовують симбіоз вищої водної рослинності (очерет, рогіз), ґрунту та мікроорганізмів для природної фільтрації, поглинання біогенних елементів та біологічного очищення стічних чи забруднених поверхневих вод.
ФітореMediaція (Phytoremediation)	Використання специфічних видів рослин (та асоційованих з ними мікроорганізмів) для вилучення, накопичення, іммобілізації або розщеплення забруднюючих речовин (важких металів, пестицидів, надлишку нітратів і фосфатів) із водного середовища або донних відкладень.
Прибережні захисні смуги / Буферні зони (Riparian Buffer Zones)	Створення або відновлення смуг лісової, чагарникової та лучної рослинності вздовж берегів річок і озер. Вони діють як фізичний та біологічний бар'єр: перехоплюють поверхневий стік із сільськогосподарських угідь, запобігають ерозії берегів та затіняють водойми, знижуючи ризик «цвітіння» води.
Ренатуралізація / Ревіталізація річок (River Restoration / Renaturalization)	Комплекс заходів із повернення річкам їхнього природного стану: демонтаж бетонних берегоукріплень, відновлення природних звивин (меандрів), ліквідація штучних бар'єрів (невеликих гребель) для відновлення вільної течії, кисневого режиму та міграції гідробіонтів.
Відновлення заплавл (Floodplain Restoration)	Повернення річкам простору їхніх історичних заплав (замість жорсткого дамбування). Це дозволяє річці природним шляхом розливатися під час паводків, акумулювати надлишок води, зменшувати руйнівну силу повеней та поповнювати запаси підземних вод.
Біодренажні системи / Біоканави (Bioswales / Rain Gardens)	Елементи міської зеленої інфраструктури – спеціальні ландшафтні заглиблення з дренажним шаром та вологолюбною рослинністю. Вони призначені для збору, затримки та очищення дощового (зливового) стоку з вулиць перед тим, як вода потрапить до основних водойм.
Агролісомеліорація (Agroforestry) у водозбірних басейнах	Інтеграція дерев і чагарників у ландшафти сільськогосподарських угідь. Кореневі системи дерев покращують інфільтрацію води в ґрунт, зменшують обсяги поверхневого стоку та суттєво знижують вимивання агрохімікатів у річкову мережу.

Екологічне пізнання постає не просто як сукупність розрізаних природничих знань, а як фундаментальний світоглядний та методологічний інструмент, здатний докорінно змінити підходи до управління гідросферою. Його ключове значення полягає насамперед у трансформації ціннісної парадигми суспільства та управлінських інституцій. Традиційний екстенсивний підхід століттями розглядав воду виключно як невичерпний економічний ресурс, призначений для задоволення промислових, енергетичних чи аграрних потреб. Натомість екологічне пізнання

стверджує системний екологічно-центричний підхід, за якого вода об'єктивно сприймається як надзвичайно складна, динамічна і вразлива життєдайна система. Таке усвідомлення є критично важливим для встановлення чітких екологічних меж водокористування, перетин яких неминуче призводить до незворотної деградації водойм.

Крім того, екологічне пізнання забезпечує необхідну наукову легітимізацію та обґрунтованість управлінських рішень. Дієва стратегія сталого водокористування априорі не може базуватися на інтуїтивних кроках або орієнтуватися на короткострокові економічні вигоди. Саме глибоке розуміння природних процесів формує базу наукових даних, отриманих завдяки багаторівневому моніторингу та прогностичному моделюванню. Ця об'єктивна інформаційна основа дозволяє системі водокористування еволюціонувати від неефективної моделі (дороговартійної боротьби з наслідками забруднень) до адаптивної стратегії, спрямованої на завчасне виявлення екологічних ризиків і запобігання кризам.

Не менш вагомою є роль екологічного пізнання у каталізації суспільної екологічної свідомості. Жодна інноваційна водоохоронна програма чи стратегія впровадження природоорієнтованих технологій не буде повноцінно реалізована без широкої підтримки населення. Екологічні знання, імплементовані в освітній та соціальний простір, формують високий рівень екологічної відповідальності. Це перетворює суспільство з пасивних споживачів води на свідомих стейкхолдерів, готових до раціонального використання ресурсів. У підсумку, екологічне пізнання виконує функцію невід'ємного мосту між академічною наукою та прикладною управлінською практикою, що є єдиною запорукою збереження гідросфери для майбутніх поколінь.

Збереження водних ресурсів в умовах сучасних глобальних викликів вимагає докорінного переосмислення статусу гідросфери. Вода повинна безапеляційно сприйматися не як безмежний промислово-аграрний ресурс, а як складна та надзвичайно вразлива жива екосистема, що потребує системного і комплексного захисту.

Висновки. Успішна реалізація будь-яких водоохоронних стратегій та програм базується на двох фундаментальних засадах: формуванні високого рівня екологічної свідомості в суспільстві та обов'язковій інтеграції об'єктивних наукових даних у процес прийняття управлінських рішень. Отже, головною і єдиною умовою забезпечення сталого водокористування є нерозривна, глибока інтеграція академічної екологічної теорії та передової прикладної інженерної практики. Саме такий синергетичний підхід здатен підвищити буферну стійкість водних об'єктів, гарантувати їхнє збереження для майбутніх поколінь та максимально знівелювати деструктивні наслідки прогресуючого антропогенного тиску на довкілля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Butterworth J., Warner J., Moriarty P., Smits S., Batchelor C. Finding practical approaches to Integrated Water Resources Management. *Water Alternatives*. 2010. Vol. 3, no. 1. P. 68–81.
2. Васенко О. Г., Рибалова О. В., Коробкова Г. В. Комплексна оцінка екологічного стану басейну річки Лопань у Харківській області. *Екологія та промисловість*. 2012. № 4 (33). С. 114–118.
3. Ганущак М. М., Тарасюк Н. А. Оцінка якості поверхневих вод басейну р. Стир. *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія : наук. збірник*. Київ, 2015. Т. 1 (36). С. 110–118.

4. Залізник Я. І. Оцінка якості вод за інтегральним показником забруднення у річках басейну Південного Бугу в межах Вінницької області. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2021. № 28. С. 37–48. <https://doi.org/10.31481/uhmj.28.2021.04>.
5. Ліхо О. А. Обґрунтування моніторингу антропогенних змін в басейнах малих річок : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.02. Київ, 1998. 17 с.
6. Дорофєєв О. В. Наслідки впливу інтенсифікації землеробства на екологічну рівновагу навколишнього середовища. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 4. С. 136–141.
7. Стервоєдов М. Г., Терьохін В. Л. Розробка мережевої інфраструктури IoT на базі сенсорної мережі розподілених датчиків для вимірювання радіаційного забруднення з використанням багаторівневої архітектури. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління»*. 2020. Вип. 48. С. 89–97.
8. Геоінформаційні дослідження водних екосистем України: моніторинг та прогнозування / за ред. В. П. Супруна. Івано-Франківськ, 2022. 212 с.
9. Пяньків Н. М. Природоорієнтовані рішення як інструмент вирішення еколого-економічних проблем. *Аграрні інновації*. 2025. № 32. С. 313–320. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.32.44>.
10. La Notte A. How to account for nature-based solutions as the ecological assets that support economy and society. *Nature-Based Solutions*. 2024. Vol. 6. 100164. <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2024.100164>.
11. Cassin J. History and development of nature-based solutions: concepts and practice. *Nature-Based Solutions and Water Security*. Elsevier, 2021. P. 19–34. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819871-1.00018-X>.
12. Desta H. S. Weaving the Green Thread: Forest and Landscape Restoration and Nature-based-solutions for Achieving the SDGs in Oromia and Former SNNP Regions of Ethiopia. *Nature-Based Solutions*. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2025.100270>.
13. Jonoski A., Ali M. H., Bertini C., Popescu I., van Andel S. J., Lansu A. Model-based design of droughtrelated climate adaptation strategies using nature-based solutions: case study of the Aa of Weerijis catchment in the Netherlands. *Nature-Based Solutions*. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2025.100264>.
14. Liu S., Cai F., Rangel-Buitrago N., Peng Y., Wagreich M., Zhang T., Wang P. Nature-based solutions for coastal restoration during urbanization: Implications of a case study along Chaoyang Port Coast, China. *Ocean & Coastal Management*. 2025. Vol. 266. 107691. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2025.107691>.
15. Mendonça R., Roebeling P., Fidélis T., Saraiva M. Can policy instruments enhance the benefits of naturebased solutions and curb green gentrification? The case of Genova, Italy. *Environmental Development*. 2024. Vol. 50. DOI:10.1016/j.envdev.2024.100995
16. Telwala Y. Unlocking the potential of agroforestry as a nature-based solution for localizing sustainable development goals: a case study from a droughtprone region in rural India. *Nature-Based Solutions*. 2023. Vol. 3. DOI:10.1016/j.nbsj.2022.100045.

Дата першого надходження статті до видання: 06.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 01.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.05.2026