

АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ВОДНИМИ РЕСУРСАМИ НА ОСНОВІ МАТРИЦІ ПІДХОДІВ ТА ІНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗНИКА СТАНУ

©2025 ХВЕСИК М. А., ЛЕВКОВСЬКА Л. В., МАНДЗИК В. М., ЧЕРЕДНІЧЕНКО Ю. Г.

УДК 556.18:005.21(477)
JEL Classification: Q25; Q53; C43

Хвесик М. А., Левковська Л. В., Мандзик В. М., Чередніченко Ю. Г.
Адаптивне управління водними ресурсами на основі матриці підходів та інтегрального показника стану

У статті обґрунтовано й апробовано методичну рамку адаптивного управління водними ресурсами України, що поєднує матрицю концептуальних підходів (секторальний, екосистемний, інтегрований, адаптивний) з індикаторною оцінкою стану водних ресурсів. Запропоновано інтегральний показник стану водних ресурсів (Ів.р.), побудований як середнє двох нормованих індикаторів: природної забезпеченості прісною водою (стимулятор) і частки забруднених / недостатньо очищених скидів у загальному обсязі (дестимулятор). Дані агрегуються, інтерпретуються за пороговою шкалою, а результати ув'язуються з управлінською матрицею для формування диференційованих рішень. Апробація на регіональних даних засвідчила адекватність розрахунків і придатність Ів.р. для міжрегіональних порівнянь та ранжування пріоритетів для прийняття управлінських рішень у водному господарстві України. Виявлено, що найшвидші прирости інтегральної оцінки забезпечує скорочення частки забруднених скидів; у низці територій зафіксовано диспропорції, коли висока забезпеченість водою нівелюється слабкими показниками очищення стічних вод. Рекомендовано поєднувати модернізацію очисних споруд і природоорієнтовані рішення з інструментами інтегрованого управління водними ресурсами та участю зацікавлених сторін. Методичні застереження стосуються можливих прогалів і викривлень даних у регіонах, які зазнали воєнного впливу, підкреслюючи необхідність верифікації і відновлення моніторингу стану водних ресурсів. Наукова новизна полягає у поєднанні індикаторної оцінки з матрицею управлінських підходів у контурі адаптивного циклу «моніторинг – оцінювання – корекція», практична значущість – у можливості інституціоналізації підходу в планах управління річковими басейнами і пріоритизації інвестицій у відновлення водної інфраструктури.

Ключові слова: адаптивне управління, інтегральний показник, водні ресурси, природоорієнтовані рішення, стічні води, басейнове планування.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2025-3-371-380>

Табл.: 1. **Формул.:** 2. **Бібл.:** 16.

Хвесик Михайло Артемович – доктор економічних наук, професор, заступник директора, Інститут демографії та досліджень якості життя імені Михайла Птухи НАН України (бульвар Шевченка, 60, Київ, 01032, Україна)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4306-4904>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=5719596409>

Левковська Людмила Володимирівна – доктор економічних наук, професор, завідувач відділу природних ресурсів та екологічної безпеки, Інститут демографії та досліджень якості життя імені Михайла Птухи НАН України (бульвар Шевченка, 60, Київ, 01032, Україна)

E-mail: levlv@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7823-7062>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57731836400>

Мандзик Валерій Миколайович – доктор економічних наук, старший науковий співробітник, головний науковий співробітник відділу природних ресурсів та екологічної безпеки, Інститут демографії та досліджень якості життя імені Михайла Птухи НАН України (бульвар Шевченка, 60, Київ, 01032, Україна)

E-mail: mandzykv@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6046-5163>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6504049749>

Чередніченко Юлія Григорівна – кандидат економічних наук, провідний науковий співробітник відділу природних ресурсів та екологічної безпеки, Інститут демографії та досліджень якості життя імені Михайла Птухи НАН України (бульвар Шевченка, 60, Київ, 01032, Україна)

E-mail: voda2025@i.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0232-8184>

UDC 556.18:005.21(477)

JEL Classification: Q25; Q53; C43

Khvesyk M. A., Levkovska L. V., Mandzyk V. M., Cherednichenko I. G. The Adaptive Water Resources Management Based on a Matrix of Approaches and an Integral Status Indicator

The article substantiates and validates a methodological framework for adaptive water resource management in Ukraine, integrating a matrix of conceptual approaches (sectoral, ecosystem, integrated, adaptive) with an indicator-based assessment of water resource status. An integrated water resource status indicator (IWR) is proposed, constructed as the average of two normalized indicators: natural freshwater availability (a positive indicator) and the proportion of polluted/insufficiently treated discharges in the total volume (a negative indicator). The data are aggregated, interpreted using a threshold scale, and the results are linked to the management matrix to support differentiated decision-making. Testing on regional data demonstrated the adequacy of the calculations and the suitability of the IWR for interregional comparisons and for ranking priorities in management decisions in Ukraine's water sector. It is found that the fastest improvements in the integrated assessment are achieved by reducing the share of polluted discharges; in several regions, disparities have been noted where high water availability is offset by poor wastewater treatment performance. It is recommended to combine the modernization of treatment facilities and nature-oriented solutions with integrated water resources management tools and stakeholder participation. Methodological warnings concern possible gaps and distortions in data in regions affected by military aggression impacts, highlighting the need for verification and restoration of water resource monitoring. The scientific novelty lies in combining indicator-based assessment with a management approach matrix within the adaptive cycle of «monitoring – assessment – correction», while the practical significance lies in the possibility of institutionalizing the approach in river basin management plans and prioritizing investments in water infrastructure restoration.

Keywords: adaptive management, integral indicator, water resources, nature-oriented solutions, wastewater, basin planning.

Tabl.: 2. **Formulae:** 2. **Bibl.:** 16.

Khvesyk Mykhailo A. – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Deputy Director, M. Ptukha Institute of Demography and Quality of Life Research of the National Academy of Sciences of Ukraine (60 Shevchenko Blvd., Kyiv, 01032, Ukraine)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4306-4904>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=5719596409>

Levkovska Liudmyla V. – Doctor of Sciences (Economics), Professor, Head of Department of Natural Resources and Environmental Safety, M. Ptukha Institute of Demography and Quality of Life Research of the National Academy of Sciences of Ukraine (60 Shevchenko Blvd., Kyiv, 01032, Ukraine)

E-mail: levlv@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7823-7062>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57731836400>

Mandzyk Valerii M. – Doctor of Sciences (Economics), Senior Research Fellow, Chief Research Scientist of the Department of Natural Resources and Environmental Safety, M. Ptukha Institute of Demography and Quality of Life Research of the National Academy of Sciences of Ukraine (60 Shevchenko Blvd., Kyiv, 01032, Ukraine)

E-mail: mandzykv@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6046-5163>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6504049749>

Cherednichenko Iuliia G. – Candidate of Sciences (Economics), Leading Researcher of the Department of Natural Resources and Environmental Safety, M. Ptukha Institute of Demography and Quality of Life Research of the National Academy of Sciences of Ukraine (60 Shevchenko Blvd., Kyiv, 01032, Ukraine)

E-mail: voda2025@i.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0232-8184>

Вступ. Сучасна Україна переживає глибоку трансформацію під тиском війни та внутрішніх інституційних, соціальних і екологічних зрушень. Воєнні дії зруйнували екологічну інфраструктуру та спричинили забруднення вод, ґрунтів і повітря, особливо на півдні та сході, що порушило природні й техногенні системи та вимагає підходів, здатних оперативно реагувати на динаміку й невизначеність.

У цих умовах адаптивне управління є не просто концепцією, а необхідним інструментом підвищення життєстійкості, насамперед у водному секторі. Його сутність – гнучка реакція, безперервне навчання, опора на актуальні дані та зворотний зв'язок. З огляду на вразливість галузі й завдання воєнного та післявоєнного відновлення, пріоритетом стає інтегрована методологічна база: методики системної оцінки екологічних, соціальних і економічних

чинників, налагоджений моніторинг і зворотний зв'язок, адаптація стратегій до нових викликів і оцінювання ефективності рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасна концепція адаптивного управління (АУ) застосовується в різних галузях (сільське господарство, управління водними ресурсами, рибальство тощо) і соціально-політичних контекстах (Австралія, Канада, Європа, Південно-Східна Азія, Південна Африка, США). Потенціал адаптивного управління робить його привабливим у ситуаціях, де переважає високий рівень невизначеності.

Kelly E. Mott Lacroix, досліджуючи процес залучення зацікавлених сторін до управління водними ресурсами, пропонує виділяти чотири етапи АУ. Сформувавши колесо залучення зацікавлених сторін, що демонструє, як розуміння питань управління водними ресурсами може бути

сукупністю можливостей для навчання, де на кожному етапі (кроці) відбувається заохочення до різноманітної та інтерактивної участі [1]. Пройшовши цикл заходів, запропонованих у колесі залучення зацікавлених сторін, можливо створити спільноту фахівців-практиків, які володіють необхідними знаннями та спільним розумінням згуртованих дій та обґрунтованих рішень щодо викликів.

Фелтон А. доводить, що адаптивне управління (АУ) може бути науковим методом у менеджменті природних ресурсів, попри застереження про його «неефективність» для складних проблем і нібито непридатність експериментів. Достатньо правильно задати рамки угоди: звузити перелік/тип невизначеностей і/або збільшити управлінські ресурси, тоді АУ працює навіть у складних контекстах. Отже, нова парадигма визнає не заборони, а обмеження ресурсів і гнучкості, тому АУ залишається практично цінним інструментом для екологічних менеджерів [2].

Досвід Фінляндії та Польщі демонструють, що адаптивне управління водними ресурсами працює тоді, коли поєднуються постійний моніторинг вод, сценарне планування розвитку водного господарства, участь у прийнятті рішень всіх зацікавлених сторін і застосування гнучких управлінських циклів. У роботі [3] на прикладі басейну р. Кемі (Фінляндія) показано, як кліматичні зміни і трансформація паводкового режиму ставлять нові вимоги до гідроенергетики та протипаводкового захисту; відповіді на ці виклики формуються через адаптивні, участь-орієнтовані підходи до водного врядування, що інтегрують дані довгих рядів спостережень, моделювання та корекцію рішень у часі. У роботі [4] висвітлено проблему «перехресних масштабів» в управлінні ризиками повеней – невідповідності між локальним, регіональним і національним рівнями керування, які можуть гальмувати впровадження заходів захисту від паводків і загострювати конфлікти довкола інфраструктурних рішень.

У роботі [5] досліджено басейн р. Бялка (Польща), висвітлено ключові ризики – повені та погіршення якості води, які значною мірою пов'язані з інтенсивним туризмом, і показано роль опитувань, громадських консультацій та локальних ініціатив моніторингу як інструментів підвищення довіри й «низової» адаптивності. Такий підхід поєднує інтегроване планування з місцевими знаннями та сезонними потребами водокористування. У ширшому польському контексті підкреслено [6], що інтегроване управління водними ресурсами (IWRM) є необхідною рамкою для узгодження водних потреб енергетичного сектора зі збереженням водних екосистем, а також для легітимізації нових інвестицій через залучення користувачів і громадськості. Опитування мешканців південно-східної Польщі щодо режиму водокористування у річкових долинах доповнює цю картину: соціальна прийнятність заходів зі збереження води (retention) варіює залежно від типу місцевості, що вимагає точкової комунікації (безпосередньо в проблемному регіоні) та проєктування заходів з урахуванням локальних пріоритетів [7]. Сукупно наведені вище результати досліджень підтверджують: поєднання IWRM, участі стейкхолдерів і адаптивних механізмів прийняття рішень є критеріально важливим для стійкості водного сектора.

Зазначені підходи – сценарне планування та безперервний моніторинг (Фінляндія), поєднання IWRM з локальними знаннями та соціальною згодою на управлінські дії (Польща) – абсолютно адекватні для воєнних і післявоєнних умов. Вони задають методологічні орієнтири для побудови адаптивних циклів управління, інтеграції даних спостережень, участі громад і прозорого погодження інтересів у басейновому плануванні, що є базою для підвищення резильєнтності водного господарства України.

У довоєнний період водно-ресурсна сфера вже стикалась із проблемами – низькою водозабезпеченістю, забрудненням вод, фрагментарністю системи управління. Війна суттєво посилила ці виклики, спричинивши руйнування інфраструктури, забруднення, міграцію населення, збільшення ризиків, що робить традиційні, статичні підходи до управління неприйнятними. Саме тому актуалізується потреба у створенні динамічної, багаторівневої, науково підтвердженої системи адаптивного управління водними ресурсами.

В умовах війни, кліматичних змін і зростаючої невизначеності впровадження адаптивного управління у водному господарстві України постає як ключова умова збереження природно-ресурсного потенціалу країни. Це не лише технічне чи адміністративне завдання, а глибоке стратегічне перезавантаження всієї системи управління – від методів оцінки стану екосистем до формування державної політики сталого розвитку.

Метою статті є обґрунтування та апробація методичної рамки адаптивного управління водними ресурсами України, що поєднує матрицю концептуальних підходів до управління (традиційний секторальний, екосистемний, інтегрований, адаптивний) як інструменту вибору рішень та розрахунок інтегрованого показника стану водних ресурсів (Ів.р.) на основі нормованих індикаторів і порогової шкали оцінювання.

Методика дослідження поєднує матрицю концептуальних підходів до управління водними ресурсами (традиційний секторальний, екосистемний, інтегроване управління водними ресурсами, адаптивний) з індикаторною оцінкою стану водних ресурсів. Матриця слугує аналітичним каркасом для інтерпретації результатів і вибору управлінських рішень залежно від виявленого класу стану, тоді як індикаторна частина забезпечує ранжування регіонів. Для оцінювання використано два базові показники: природне забезпечення водними ресурсами (питомі місцеві ресурси / водозабезпеченість на особу – показник-стимулятор) та частка забруднених (без очищення та недостатньо очищених) скидів у загальному обсязі скидів (показник-дестимулятор). Первинні значення нормуються до інтервалу [0;1] за окремими формулами для стимуляторів та дестимуляторів (формули (1)–(2) із експертним визначенням референтів), після чого агрегуються в інтегральний показник стану водних ресурсів (Ів.р.). Інтерпретація Ів.р. здійснюється за пороговою шкалою категорій (критичний / напружений / задовільний / сприятливий / достатній), що створює прозору основу для подальшого управлінського вибору рішень в межах матриці підходів до керування водними ресурсами в Україні.

Послідовність процедур включає: 1) постановку цілей і визначення аналітичної рамки «індикаторна оцінка → управлінський вибір» шляхом використання матриці підходів; 2) вибір індикаторів (добір, правила нормування); 3) нормування показників за формулами (1)–(2) до безрозмірної шкали; 4) агрегування нормованих значень у Ів.р.; 5) класифікацію територій за пороговою шкалою; 6) зв'язування з матрицею управління – формування диференційованих пакетів рішень для кожного класу стану. Таким чином забезпечується відтворюваний зв'язок між станом водних ресурсів та управлінськими діями, що створює передумови для функціонування циклу адаптивного планування «моніторинг → оцінювання → корекція» у басейновому та регіональному вимірах.

Викладення основного матеріалу й отриманих наукових результатів. Водні ресурси є ключовим елементом сталого функціонування природних екосистем, необхідною умовою забезпечення якості життя людини, визначальним фактором розміщення продуктивних сил та ефективного соціально-економічного розвитку країн і регіонів.

Забруднення навколишнього природного середовища внаслідок військової агресії проти нашої країни та зміна клімату загрожують сталому функціонуванню як природних водних екосистем, так і систем водозабезпечення населення й економіки. Враховуючи зазначене, а також поліфункціональність залучення водних ресурсів у соціо-еколого-економічних системах, у науковому середовищі залишаються актуальними питання щодо трансформації системи управління водними ресурсами, яка враховуватиме широкий спектр суперечливих інтересів різноманітних суб'єктів, швидко та ефективно реагуватиме на відповідні ризики та загрози як глобального, так і локального характеру [8].

Отже, у контексті сучасних ризиків і загроз, пов'язаних із гарантуванням водної безпеки та стійкості водних екосистем, особливої актуальності набуває дослідження еволюції теоретичних підходів до управління водними ресурсами, що дозволяє простежити трансформацію парадигмальних засад від традиційних моделей до інноваційних адаптивних систем управління. Історична ретроспектива розвитку теоретичних концепцій управління водними ресурсами демонструє суттєву зміну методологічних підходів, що відображає поступовий перехід від секторального до інтегрованого управління, від реактивного до проактивного реагування на виклики, від статичних до адаптивних моделей ухвалення рішень.

Зосередження уваги передусім на вирішенні виробничих завдань різних галузей господарства, особливо в радянський період формування централізованої економіки, зумовило відповідні пріоритети у використанні водних ресурсів України — як джерела питного водопостачання та важливого чинника розвитку сільського господарства й промисловості. Концепції природокористування у цей період носили виражений галузевий характер, унаслідок чого сучасна система використання водних ресурсів побудована згідно із *секторальним, територіально-галузевим принципом* управління економікою. Це призвело до виникнення низки негативних наслідків, зокрема: поєднання в часі й просторі наслідків антропогенної діяльності, що

спричиняє конфлікти типу «користувач – користувач» та «користувач – навколишнє природне середовище»; відсутність адміністративної узгодженості між різними органами влади, відповідальними за здійснення водогосподарської діяльності з охорони та управління довкіллям у цілому; відсутність функціонального зв'язку між суб'єктами водогосподарської діяльності та місцевими територіальними громадами; обмеженість заходів щодо збереження біорізноманіття територіальних водогосподарських екосистем; низької інвестиційної привабливості багатьох видів водогосподарської діяльності тощо [9].

У системі управління водними ресурсами секторальний підхід сформувався історично і закріплений у відповідних організаційних структурах. Кожному виду водокористування (промислове, житлово-комунальне, сільськогосподарське тощо) відповідає специфічна форма господарської діяльності зі своєю системою управління. Наведені форми господарської діяльності виділені у спеціалізовані підгалузі економіки (гідроенергетика, обслуговування систем зрошення та осушення, очищення стічних вод тощо), кожна з яких має власні історичні передумови розвитку та специфічні особливості. Такий підхід до використання й споживання водних ресурсів є достатньо ефективним, на відміну від сфери охорони водних екосистем.

Досвід зарубіжних країн свідчить, що ефективною альтернативою управлінню водокористуванням за секторальним, територіально-галузевим принципом може стати система *інтегрованого управління водними ресурсами*.

Остання позитивно сприймається державними та муніципальними водними інституціями, особливо щодо трансграничного співробітництва у ситуації, коли водокористування у верхній течії загрожуює якості води, зростання фізичного та екологічного вичерпання водних ресурсів.

Реалізація зазначеного підходу на практиці дає низку переваг для всіх учасників водогосподарської та водоохоронної діяльності, зокрема, сприяє розширенню податкової бази стягнення платежів; ідентифікації джерел забруднення водних об'єктів; формуванню прозорих механізмів орендних угод на водні об'єкти місцевого значення для органів місцевої влади.

Сьогодні принципи інтегрованого управління водними ресурсами активно впроваджуються в господарську практику. Зокрема, розпорядженням Кабінету Міністрів України від 9 грудня 2022 р. № 1134-р було затверджено Водну стратегію України на період до 2050 року [10].

Ухвалення зазначеного закону фактично наблизило українське законодавство до Водної рамкової директиви ЄС та відкрило шлях до розробки механізмів управління водними ресурсами за басейновим принципом. Документом передбачено участь громадян та їх об'єднань у підготовці планів управління річковими басейнами, підтримано гідрографічне й водогосподарське районування України, що розробляється й затверджується центральним органом виконавчої влади, а також екологічний норматив якості води.

Трансформація парадигми управління водними ресурсами відбувалася під впливом розвитку системного підходу, який дозволив розглядати водні ресурси як складну соціо-еколого-економічну систему з множинними

взаємозв'язками та зворотними зв'язками. Інтеграція екологічних принципів у теорію управління водними ресурсами привела до формування концепції екосистемного підходу, який наголошує на необхідності збереження цілісності водних екосистем та їх здатності до самовідновлення. Паралельно розвивалися соціально орієнтовані підходи, які акцентували увагу на питаннях справедливого розподілу водних ресурсів та забезпечення участі всіх зацікавлених сторін у процесах ухвалення рішень.

Саме тому, окрім розвитку інтегрованих систем управління водними ресурсами, активно також впроваджуються й *екосистемні підходи*. У контексті сучасного екологічного управління екосистемний підхід демонструє значну концептуальну спорідненість із принципами інтегрованого управління водними ресурсами. Методологічна основа обох підходів ґрунтується на всеосяжному розумінні взаємозв'язків між соціальними та екологічними системами, спрямованому на досягнення сталого природокористування й соціальної справедливості при розподілі ресурсів.

Концепція екосистемного управління набула широкого визнання завдяки діяльності Програми ООН з навко-

лишнього середовища та результатам Оцінки екосистем на порозі тисячоліття [11].

Враховуючи зазначене, сучасний етап розвитку теоретичних засад управління водними ресурсами характеризується також формуванням інтегрованого *адаптивного підходу*, який синтезує досягнення попередніх концепцій та враховує нові виклики глобального розвитку. Цей підхід базується на розумінні необхідності забезпечення динамічної рівноваги між задоволенням потреб суспільства у водних ресурсах та збереженням екологічної цілісності водних екосистем в умовах зростаючої невизначеності та ризиків.

Формування категоріального апарату дослідження адаптивного управління водними ресурсами вимагає системного аналізу та синтезу наявних теоретичних підходів, що дозволяє визначити ключові поняття та їх взаємозв'язки.

Адаптивне управління водними ресурсами слід розглядати як динамічний процес, спрямований на забезпечення сталого функціонування водогосподарських систем через їх постійну адаптацію до змінних умов зовнішнього середовища та внутрішніх трансформацій (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльна матриця концептуальних підходів до управління водними ресурсами

Підхід	Переваги	Недоліки	Характерні особливості
Традиційний секторальний командно-адміністративний підхід	- Чітка структура управління; - швидке прийняття рішень; - ефективна мобілізація ресурсів	- Ігнорування екологічних аспектів; - фрагментація управління; - низька адаптивність	- Ієрархічна вертикаль влади; - секторальний поділ; - централізоване управління
Екосистемний підхід	- Підтримка екологічної цілісності; - довгострокова сталість; - збереження біорізноманіття	- Складність імплементації; - тривалі цикли впровадження; - висока інформаційна потреба	- Басейновий принцип управління; - природоорієнтовані рішення; - екологічні пріоритети
Інтегроване управління водними ресурсами (IUBP)	- Комплексність підходу; - залучення всіх зацікавлених сторін; - міжсекторальна координація	- Складна координація між різними секторами; - тривалий процес узгодження рішень; - потреба у розвинутих інституційних структурах	- Водозбірний басейн як одиниця управління; - участь громадськості; - економічні інструменти
Адаптивне управління водними ресурсами	- Гнучкість при змінних умовах (зокрема кліматичних); - ефективність в умовах невизначеності; - швидке реагування на нові виклики	- Потреба постійного моніторингу; - ресурсоемність; - складність довгострокового планування	- Циклічний процес управління; - сценарне моделювання; - децентралізоване ухвалення рішень

Джерело: розроблено авторами за даними [9; 15]

Адаптивне управління водними ресурсами – це прогресивний підхід, що відрізняється від традиційних методів управління завдяки своїй гнучкості, здатності до навчання та інтеграції людського фактору, оскільки колишні моделі часто не враховували мінливість навколишнього середовища та соціально-економічних умов.

Відповідно до секторального підходу до управління водними ресурсами, який домінував протягом більшої частини XX століття, переважав принцип «командуй і контролюй», що базувався на впевненості у здатності контролювати та прогнозувати водні системи, проте такий підхід мав кілька суттєвих недоліків, а саме: не-

хтування людським фактором у водних питаннях та недостатня увага до навчання й адаптації, що призвело до ерозії стійкості та збільшення вразливості водних ресурсів.

На відміну від цього, адаптивне управління визнає невизначеність і складність водних ресурсів, наголошуючи на необхідності постійного навчання та вдосконалення стратегій управління на основі впроваджених заходів. Воно передбачає систематичний процес постійного вдосконалення політики та практики управління шляхом навчання на базі результатів реалізованих управлінських стратегій.

Попри те, що інтегроване управління водними ресурсами розширює цілі планування та управлінську сферу завдяки інтеграції й координації між масштабами та секторами, у ньому все ще недостатньо уваги приділяється здатності долати невизначеність. З іншого боку, адаптивне управління наголошує на необхідності пріоритетного навчання останньому в управлінні ресурсами шляхом моніторингу та експериментів, але менше уваги приділяє людському фактору, необхідному для його успішного впровадження.

Отже, адаптивне управління є більш комплексним та інтегрованим підходом, який враховує невизначеність, сприяє навчанню, адаптивності й залученню зацікавлених сторін, на відміну від традиційних підходів, які були більш лінійними, контрольованими та орієнтованими на технічні рішення.

Враховуючи, що управління водними ресурсами відбувається в умовах неповної інформації та непередбачуваних соціальних й екологічних взаємодій, адаптивне управління націлене на підвищення стійкості та гнучкості управлінських систем для ефективного реагування на невизначеність.

До основних принципів, які характеризують адаптивне управління водними ресурсами, варто віднести [12–15]:

- *прийняття невизначеності як даності.* Формування системи адаптивного управління водними ресурсами передбачає врахування обмеженості наших знань про складні екосистеми. Управління водними ресурсами завжди відбувається в умовах неповної інформації про наявні ресурси та їх стан. Природні системи характеризуються складними взаємодіями, які часто неможливо повністю передбачити, тому невизначеність розглядається не як перешкода, а як невід'ємна характеристика процесу управління, що вимагає гнучкості та готовності до змін;
- *моніторинг та оцінку.* Система постійного спостереження за ключовими індикаторами водних ресурсів забезпечує інформаційну базу для порівняльного аналізу ефективності впроваджених заходів. Цей принцип передбачає формування комплексної методології вимірювання та інтерпретації гідрологічних, екологічних, соціальних й економічних параметрів водокористування. Результати моніторингу трансформуються в аналітичні висновки щодо досягнення запланованих цілей політики, впливу зовнішніх факторів та сучасної ідентифікації ризиків;

- *циклічність процесу.* Адаптивне управління водними ресурсами організоване як повторюваний цикл взаємопов'язаних етапів: формування, впровадження, моніторингу, оцінки, зворотного зв'язку та коригування політики. Зворотний зв'язок від моніторингу та оцінки спрямовує коригування управлінських підходів. Таким чином, циклічна природа процесу дозволяє системі постійно еволюціонувати та адаптуватися до нових викликів;
- *навчання через практику.* Управління водними ресурсами здійснюється на основі активного навчання через практичну діяльність. Керівні органи впроваджують певні заходи, спостерігають за їхніми наслідками та навчаються на основі отриманого досвіду. Практичний підхід дозволяє виявляти ефективні стратегії навіть в умовах суттєвої невизначеності, а накопичений досвід систематизується та використовується для вдосконалення теоретичних моделей і практичних підходів;
- *сценарний аналіз та прогнозування.* Комплексне моделювання альтернативних траєкторій розвитку дозволяє ідентифікувати потенційні ризики та можливості для системи водокористування. Отже, цей принцип передбачає формування набору управлінських рішень для різних сценарних умов та створення механізмів раннього реагування на ідентифіковані ризики;
- *полісуб'єктне управління.* Цей принцип передбачає інтеграцію різноманітних зацікавлених сторін (державні інституції, місцеві громади, підприємницькі структури, науково-дослідні установи, громадські організації тощо) до процесу ухвалення рішень щодо водних ресурсів. Полісуб'єктне управління дає змогу враховувати множинні, часто конфліктні інтереси й цінності різних стейкхолдерів водних екосистем, забезпечуючи відповідність управлінських рішень соціально-економічним реаліям території.

Наявність і доступність водних ресурсів є одним з найважливіших факторів забезпечення високого рівня життя населення. Саме тому проблема збереження та раціонального використання водних ресурсів стає все гострішою для України та інших країн світу, що обрали шлях сталого розвитку. Забезпечення належного екологічного стану водно-ресурсного потенціалу є актуальним для всіх регіонів країни, у яких водогосподарські й гідроекологічні проблеми поглиблюються внаслідок природного дефіциту водних ресурсів, їх нерівномірного розподілу, кліматичних змін та неналежащо функціонуючої водогосподарської інфраструктури. Виснаження й антропогенно-техногенне забруднення значної частини поверхневих водних об'єктів та підземних вод протягом останніх років зумовлено також військовими діями Російської Федерації на території нашої країни.

З природних водних джерел води річок мають найбільше господарське значення. Постійна відновлюваність і легка доступність робить річкові води найбільш придатними та зручними для використання. На них базується сучасне водне господарство – водоспоживання населення,

промислове та сільськогосподарське водокористування тощо.

Об'єктивним показником природного забезпечення території водними ресурсами є величина річкового стоку місцевого формування на 1 км² площі, а також об'єм місцевих ресурсів у розрахунку на 1 особу (питома водозабезпеченість – стимулятор). Саме тому цей показник був використаний для оцінки екологічного стану, а також стійкості та адаптивності природно-ресурсної сфери в умовах ризиків і загроз. Аналіз цього показника (табл. 2) свідчить, що середня забезпеченість місцевими ресурсами річок 1 км² території країни становить 86,8 тис. м³.

Іншим показником, який був використаний для оцінки загального екологічного стану, а також стійкості та адаптивності природно-ресурсної сфери в умовах ризиків і загроз, є частка скидів забруднених (забруднених без очистки та недостатньо очищених – дестимулятор) стічних вод у водні об'єкти в загальному обсязі скидів. Аналіз цього показника свідчить про значний диспропорційний розподіл забруднених стічних вод у різних адміністративно-територіальних одиницях (табл. 2).

Інтегрований показник стану водних ресурсів (Ів.р.) було обчислено відповідно до формул (1) і (2), а отримані результати узагальнено у табл. 2.

1) Нормування показників-стимуляторів за формулою (1):

$$z_{ijr} = \frac{x_{ijr}}{x_{st\ ij}}, \quad (1)$$

а також показників-дестимуляторів:

$$z_{ijr} = \frac{x_{st\ ij}}{x_{ijr}}, \quad (2)$$

де z_{ijr} – нормоване значення j -го показника в i -му блоці показників за r -м адміністративним районом;

x_{ijr} – фактичне значення j -го показника в i -му блоці показників за r -м районом;

$x_{st\ ij}$ – стандартне значення j -го показника в i -му блоці показників (стандартні значення показників визначаються експертним шляхом);

i – номер блоку показників;

j – номер показника в i -му блоці показників ($j = 1, \dots, k_i$;

k_i – кількість показників в i -му блоці показників);

r – адміністративний район.

Найвищі значення Ів.р. зафіксовано у Київській (0,534), Закарпатській (0,521), Івано-Франківській (0,391), Запорізькій (0,363) та Чернігівській (0,356) областях; найнижчі – у Дніпропетровській (0,031), Донецькій (0,031), Одеській (0,049), Миколаївській (0,048) та Луганській (0,060).

Обидва індикатори визначають інтегральну оцінку, проте вплив зменшення частки забруднених скидів (кореляція з Ів.р. $\approx 0,65$ проти $\approx 0,62$ для забезпеченості) значно вищий. Це означає, що швидші прирости Ів.р. найчастіше забезпечуються модернізацією очищення стічних вод, контролем скидів і реалізацією природоохоронних проєктів.

Таблиця 2

Оцінка стану водних ресурсів на основі нормованих індикаторів і розрахунку інтегрального показника (Ів.р.)

Область	Забезпеченість населення України прісною водою		Частка скидів забруднених (забруднених без очистки та недостатньо очищених) стічних вод у водні об'єкти в загальному обсязі скидів		Ів.р.
	фактичне значення, тис. м ³ /рік на одну особу	z_{ijr}	фактичне значення, %	z_{ijr}	
1	2	3	4	5	6
Україна	1,24	0,197	12,6	0,032	0,114
Вінницька	1,58	0,251	2,0	0,200	0,225
Волинська	2,10	0,333	2,2	0,182	0,258
Дніпропетровська	0,27	0,043	20,6	0,019	0,031
Донецька	0,25	0,040	18,6	0,022	0,031
Житомирська	2,58	0,410	1,9	0,211	0,310
Закарпатська	6,30	1,000	9,5	0,042	0,521
Запорізька	0,37	0,059	0,6	0,667	0,363
Івано-Франківська	3,35	0,532	1,6	0,250	0,391
Київська	0,43	0,068	0,4	1,000	0,534
Кіровоградська	1,00	0,159	50	0,008	0,083
Луганська	0,69	0,110	40	0,010	0,060
Львівська	1,96	0,311	79,7	0,005	0,158
Миколаївська	0,51	0,081	27,1	0,015	0,048

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5	6
Одеська	0,15	0,024	5,4	0,074	0,049
Полтавська	1,39	0,221	34,3	0,012	0,116
Рівненська	2,02	0,321	7,8	0,051	0,186
Сумська	2,28	0,362	53,6	0,007	0,185
Тернопільська	1,74	0,276	7,1	0,056	0,166
Харківська	0,61	0,097	2,3	0,174	0,135
Херсонська	0,13	0,021	1,2	0,333	0,177
Хмельницька	1,70	0,270	2,2	0,182	0,226
Черкаська	0,85	0,135	5,8	0,069	0,102
Чернівецька	1,36	0,216	2,9	0,138	0,177
Чернігівська	3,44	0,546	2,4	0,167	0,356

Джерело: розраховано авторами за даними [16]

Окрему групу становлять регіони де спостерігається дисбаланс – Львівська, Сумська, Полтавська. В них відчувається високий рівень забезпеченості водою, проте інтегральний результат знижується через дуже низькі нормовані бали за скидами; відповідно, пріоритетом є інвестиції саме в очищення та моніторинг якості. Для Карпатського макрорегіону доцільно утримувати високу природну забезпеченість і підтягувати показники скидів; для промислових і посушливих територій – поєднувати водозбереження з поглибленим очищенням. Необхідно зазначити, що інтерпретація значень для Луганської, Донецької, Запорізької, Херсонської, Харківської та Сумської областей потребує обережності через воєнні викривлення обліку та можливі неточності в отриманих даних.

Виконана оцінка стану та використання водних ресурсів дає підстави для висновків та пропозицій з подальшого розвитку водогосподарського комплексу, а саме:

- важливим пріоритетом має стати підвищення цінності водних ресурсів у державній політиці, що недостатньо спрямована на ефективне регулювання питань водопостачання;
- необхідно вдосконалити систему управління водним господарством та забезпечити створення конкурентного середовища шляхом стимулювання розвитку публічно-приватного партнерства у цій сфері;
- активізувати розробку та впровадження новітніх технологій і обладнання, спрямованих на технічне переоснащення підприємств та скорочення питомих витрат енергетичних і матеріальних ресурсів, а на їх базі – оновлення основних засобів;
- стимулювати енергозбереження на підприємствах водогосподарського комплексу, що сприятиме скороченню втрат води та питомих витрат енергетичних і матеріальних ресурсів.

Покращенню стану водних об'єктів та якості вод сприятиме:

- упровадження ефективних технологій очищення виробничих стічних вод та утилізації їх осадів;

- зниження рівня забруднення поверхневих, підземних та морських вод мінеральними, синтетичними мийними засобами, нафтопродуктами тощо;
- удосконалення технологічних процесів очищення питної води;
- забезпечення своєчасного вжиття відповідних заходів під час аварій на об'єктах водної інфраструктури;
- посилення контролю та спостереження за цілісністю розподільчої мережі, що забезпечуватиме зменшення втрат води й покращення її якості;
- збільшення об'єму збирання й очищення зворотних вод;
- зниження об'ємів втрат води при транспортуванні;
- запровадження системи відшкодування повної вартості послуг з водопостачання.

Для досягнення зазначених вище цілей необхідно, перш за все, адаптувати систему управління водними ресурсами відповідно до реалій сьогодення та враховуючи закордонний досвід. Зазначене потребує проведення комплексної оцінки водних ресурсів і розробки прозорих механізмів реалізації водогосподарських проєктів. Це дасть змогу отримати необхідні фінансові резерви для екологічних інвестицій, забезпечить належний рівень енергоефективності у сфері водокористування як на рівні держави загалом, так і територіальних громад зокрема.

У нинішніх умовах – коли Україна перебуває в стані війни, а система управління водними ресурсами проходить реформування – адаптивне управління постає як стратегічно необхідний підхід до забезпечення сталого функціонування водного господарства. Традиційні моделі управління виявилися недостатньо ефективними в ситуаціях високої динаміки, невизначеності та багатофакторності ризиків, включаючи руйнування водної інфраструктури, забруднення водних тіл, зміни клімату та соціально-економічну турбулентність.

Адаптивне управління не лише підвищує операційну ефективність, а й створює передумови для формування

нової системи водного врядування, сумісної з принципами Водної рамкової директиви ЄС. Їїго застосування дозволить забезпечити гнучкість політики у післявоєнний період, зміцнити водну безпеку населення та підвищити загальну стійкість державної водної політики до ризиків. Таким чином, адаптивне управління може стати важливим напрямом розвитку та модернізації водного господарства України, здатним підвищити його стійкість в умовах сучасних викликів.

Висновки. В результаті дослідження нами обґрунтовано принципи адаптивного управління водними ресурсами, серед яких пріоритетними є: гнучкість управлінських рішень, наукове обґрунтування змін, участь зацікавлених сторін, міжгалузева координація, інституційна відкритість та забезпечення зворотного зв'язку. Також запропоновано методичні підходи до оцінки стійкості й адаптивності водно-ресурсної сфери, які базуються на інтегральному аналізі екологічних, інфраструктурних, економічних і соціальних параметрів. Це дозволяє здійснювати багаторівневу оцінку ризиків і керувати трансформаціями в системі природокористування на основі даних, моніторингу та сценарного прогнозування.

Запропоновано методичну рамку, що інтегрує матрицю концептуальних підходів (секторальний, екосистемний, інтегроване управління водними ресурсами, адаптивний) з інтегральним показником стану водних ресурсів (Ів.р.), обчисленим як арифметичне середнє двох нормованих індикаторів – забезпеченості прісною водою та частки забруднених / недостатньо очищених скидів. Застосування цього підходу забезпечує можливість порівняння регіонів і прозоре ранжування управлінських пріоритетів в умовах невизначеності. Емпіричні результати засвідчують відставання зведеного національного значення Ів.р. від регіональної медіани та домінуючий вплив показника, який відображає зменшення частки забруднених скидів, порівняно із впливом водозабезпеченості. Виявлено групу територій із структурними диспропорціями (відносно висока забезпеченість водою в поєднанні з низькими балами за якістю скидів), де можливо отримати найбільший маржинальний ефект від інвестицій в очисну інфраструктуру, підсилений природоорієнтованими рішеннями. В умовах підвищеної невизначеності, зумовленої воєнними ризиками, найбільш керованими виявляються адаптивні цикли управління («моніторинг → оцінювання → корекція»), що дають змогу раціонально змінювати управлінську парадигму в межах матриці залежно від класу Ів.р. Водночас інтерпретація даних окремих прифронтових регіонів має здійснюватися з урахуванням можливих просторових прогалів у спостереженнях і викривлень обліку кількості та якості водних ресурсів країни.

Подальша робота доцільна у двох взаємопов'язаних напрямках: методичне поглиблення – розширення індикаторної бази Ів.р. за рахунок біологічних, гідроморфологічних і токсикологічних показників; інституційна імплементація – проектування керованих управлінських експериментів (pilot → scale-up) з чіткими гіпотезами, цифровізація моніторингу (дистанційне зондування, «громадська наука»), а також інтеграція отриманих інструментів у плани управління річковими басейнами відповідно до Водної

рамкової директиви ЄС із закріпленням процедур участі зацікавлених сторін та механізмів фінансування. Така траєкторія забезпечить інституційну сталість і підвищить резильєнтність водного сектора в умовах воєнного та післявоєнного відновлення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Mott Lacroix K. E., Megdal S. B. *Explore, Synthesize, and Repeat: Unraveling Complex Water Management Issues through the Stakeholder Engagement Wheel*. *Water*. 2016. Vol. 8. No. 4. Article 118.
DOI: <http://doi.org/10.3390/w8040118>
2. Rist L., Felton A., Samuelsson L., Sandström C., Rosvall O. A New paradigm for adaptive management. *Ecology and Society*. 2013. Vol. 18 (4). 63.
DOI: <https://doi.org/10.5751/ES-06183-180463>
3. Albrecht E. Changing Winters and Adaptive Water Governance: A Case Study on the Kemi River Basin, Finland *Water*. 2023. Vol. 15 (11). 2024.
DOI: <http://doi.org/10.3390/w15112024>
4. Räsänen A. Cross-scale interactions in flood risk management: A case study from Rovaniemi, Finland. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2021. Vol. 57. 102185.
DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102185>
5. Bryła M., Walczykiewicz T., Skonieczna M., Żelazny M. Selected Issues of Adaptive Water Management on the Example of the Białka River Basin. *Water*. 2021. Vol. 13 (24). 3540.
DOI: <http://doi.org/10.3390/w13243540>
6. Bryła M., Zdralewicz I., Lejcuś I., Kraj K., Dumieński G., Tokarczyk T., Walczykiewicz T. Integrated Water Resources Management for Implementing Sustainable Energy Development. Challenges and Perspectives in Poland. *Sustainability*. 2025. Vol. 17 (3). 1169.
DOI: <http://doi.org/10.3390/su17031169>
7. Kud K., Badora A., Woźniak M. Sustainable Management in River Valleys, Promoting Water Retention – The Opinion of Residents of South-Eastern Poland. *Sustainability*. 2024. Vol. 16 (11). 4648.
DOI: <http://doi.org/10.3390/su16114648>
8. The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk (Vol. 1), Knowledge Base (Vol. 2) and Facing the Challenges (Vol. 3). United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 2012. 407 p.
9. Інтегроване управління водними ресурсами України: монографія / за ред. М. А. Хвесика. Київ : ДУ ІЕПСР НАН України, 2019. 419 с.
10. Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text>
11. Haines-Young R., Potschin M. B. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. URL: <http://www.cices.eu>
12. Pahl-Wostl C. Transitions towards adaptive management of water facing climate and global change. *Water Resources Management*. 2006.
DOI: <http://doi.org/10.1007/S11269-006-9040-4>
13. Shi Y.L. Water Resources Adaptive Management to Cope with Uncertainty. *Advanced Materials Research*. 2014.
DOI: <http://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/AMR.955-959.3166>

14. Akamani K. Adaptive Water Governance: Integrating the Human Dimensions into Water Resource Governance. *Journal of Contemporary Water Research & Education*. 2016.

DOI: <http://doi.org/10.1111/J.1936-704X.2016.03215.X>

15. Jess Schoeman, Catherine Allan, C. Max Finlayson. A new paradigm for water? A comparative review of integrated, adaptive and ecosystem-based water management in the Anthropocene. *International Journal of Water Resources Development*. 2014. Vol. 30 (3). P. 377–390.

DOI: <http://doi.org/10.1080/07900627.2014.907087>

16. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>

REFERENCES

Akamani, K. (2016). Adaptive Water Governance: Integrating the Human Dimensions into Water Resource Governance. *Journal of Contemporary Water Research & Education*. <http://doi.org/10.1111/J.1936-704X.2016.03215.X>

Albrecht, E. (2023). Changing Winters and Adaptive Water Governance: A Case Study on the Kemi River Basin, Finland. *Water*, 15(11), 2024. <http://doi.org/10.3390/w15112024>

Bryła, M., Walczykiewicz, T., Skonieczna, M., & Żelazny, M. (2021). Selected Issues of Adaptive Water Management on the Example of the Białka River Basin. *Water*, 13(24), 3540. <http://doi.org/10.3390/w13243540>

Bryła, M., Zdralewicz, I., Lejcuś, I., Kraj, K., Dumieński, G., Tokarczyk, T., & Walczykiewicz, T. (2025). Integrated Water Resources Management for Implementing Sustainable Energy Development. Challenges and Perspectives in Poland. *Sustainability*, 17(3), 1169. <http://doi.org/10.3390/su17031169>

Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. (n.d.). <https://www.ukrstat.gov.ua/>

Haines-Young, R., & Potschin, M. B. (n.d.). *Common international classification of ecosystem services (CICES) V5.1 and guidance on the application of the revised structure*. <http://www.cices.eu>

Kabinet Ministriv Ukrainy. (2022). *Pro skhvalennia Vodnoi stratehii Ukrainy na period do 2050 roku* [On approval of the Water Strategy of Ukraine for the period up to 2050]. <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text>

Khvesyuk, M. A. (Red.). (2019). *Intehrovane upravlinnia vodnymi resursamy Ukrainy* [Integrated Water Resources Management of Ukraine]. DU IEP SR NAN Ukrainy. Kyiv.

Kud, K., Badora, A., & Woźniak, M. (2024). Sustainable Management in River Valleys, Promoting Water Retention – The Opinion of Residents of South-Eastern Poland. *Sustainability*, 16(11), 4648. <http://doi.org/10.3390/su16114648>

Mott Lacroix, K. E., & Megdal, S. B. (2016). *Explore, Synthesize, and Repeat: Unraveling Complex Water Management Issues through the Stakeholder Engagement Wheel*. *Water*, 8(4), Article 118. <http://doi.org/10.3390/w8040118>

Pahl-Wostl, C. (2006). Transitions towards adaptive management of water facing climate and global change. *Water Resources Management*. <http://doi.org/10.1007/S11269-006-9040-4>

Rist, L., Felton, A., Samuelsson, L., Sandström, C., & Rosvall, O. (2013). A new paradigm for adaptive management. *Ecology and Society*, 18(4), 63. <https://doi.org/10.5751/ES-06183-180463>

Räsänen, A. (2021). Cross-scale interactions in flood risk management: A case study from Rovaniemi, Finland. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 57, 102185. <http://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102185>

Schoeman, J., Allan, C., & Finlayson, C. M. (2014). A new paradigm for water? A comparative review of integrated, adaptive and ecosystem-based water management in the Anthropocene. *International Journal of Water Resources Development*, 30(3), 377–390. <http://doi.org/10.1080/07900627.2014.907087>

Shi, Y. L. (2014). Water Resources Adaptive Management to Cope with Uncertainty. *Advanced Materials Research*. <http://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/AMR.955-959.3166>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2012). *The United Nations world water development report 4: Managing water under uncertainty and risk (Vol. 1), knowledge base (Vol. 2) and facing the challenges (Vol. 3)*.

Стаття надійшла до редакції 25.08.2025 р.
Статтю прийнято до публікації 10.09.2025 р.