

DOI 10.31891/2307-5732-2025-347-84
УДК 504.064:502.58:628.1/.3:352

КІРЕЙЦЕВА ГАННА

Державний університет «Житомирська політехніка»

<https://orcid.org/0000-0002-1055-1784>

e-mail: gef_kv@ztu.edu.ua

ІДЕНТИФІКАЦІЯ РИЗИКІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ВОДНОЇ СТРАТЕГІЇ МІСЬКИХ ГРОМАД

У статті розроблено методичку ідентифікації та мінімізації ризиків реалізації водної стратегії міських громад. На основі аналізу стану водних ресурсів Житомирської міської територіальної громади встановлено погіршення якості води, недостатність водоохоронних зон та перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин. Запропоновано класифікацію ризиків реалізації водної стратегії на спеціальні (пов'язані з конкретними стратегічними цілями) та загальні (що впливають на реалізацію стратегії в цілому). Розроблено кількісний інструментарій оцінки ризиків, що включає інтегральний показник ризику та шкали для оцінки ймовірності, впливу та достовірності. Проведено апробацію методики на прикладі оцінки ризиків забруднення річки Тетерів, визначено пріоритетні ризики (зростання концентрації марганцю та забруднення від неочищених скидів) та запропоновано заходи з їх мінімізації. Запропоновано організаційно-управлінські механізми для сталої реалізації водної стратегії, зокрема: міжсекторальну координаційну раду, систему електронного моніторингу якості води, механізм залучення громадськості, спеціалізований структурний підрозділ для управління ризиками, інтегровану інформаційну платформу та програму екологічної освіти. Практична значущість результатів полягає в можливості їх використання міськими громадами для систематизації процесу управління ризиками реалізації водної стратегії, здійснення їх кількісної оцінки та обґрунтованого визначення пріоритетних заходів для мінімізації найбільш критичних ризиків.

Ключові слова: екологічна безпека, інтегроване управління, водні об'єкти, сталий розвиток, ризики, моніторинг.

KIREITSEVA HANNA

Zhytomyr Polytechnic State University, Ukraine

IDENTIFICATION OF RISKS IN IMPLEMENTING WATER STRATEGY FOR URBAN COMMUNITIES

The article develops a comprehensive methodology for identifying and minimizing risks in the implementation of water strategies for urban communities. This research is particularly relevant in the context of Ukraine's European integration processes and the need to align national water resource management systems with the requirements of the EU Water Framework Directive. Based on the analysis of the water resources of the Zhytomyr urban territorial community, the study identified systematic problems including water quality deterioration, insufficient water protection zones, and exceedance of maximum allowable concentrations of pollutants.

The developed methodology is based on the principles of integration, multi-criteria approach, adaptability, and stakeholder orientation. It aligns with international and national standards, including ISO 31000:2018 and relevant legislation. The research proposes a classification of water strategy implementation risks into two main categories: special risks (related to specific strategic goals) and general risks (affecting the implementation of the strategy as a whole), providing a structured approach to risk assessment and mitigation planning.

The quantitative risk assessment toolkit includes an integrated risk indicator and three-level scales for assessing probability, impact, and reliability. The proposed formula for calculating the integrated risk indicator ($IRI=P \times I \times R$) allows for a comprehensive quantitative risk assessment considering the reliability of available data.

The methodology was tested in assessing the pollution risks of the Teteriv River, identifying priority risks (increasing manganese concentration and pollution from untreated discharges) and proposing measures for their minimization, including online monitoring systems implementation, treatment facilities modernization, additional research, and sewage network reconstruction.

The practical significance of the results lies in enabling urban communities to systematize water strategy risk management, perform quantitative risk assessment, and reasonably determine priority measures to minimize the most critical risks. This approach contributes to more efficient use of limited community resources, ensuring sustainable water use and supporting European integration processes at the local level.

Keywords: environmental safety, integrated management, water bodies, sustainable development, risks, monitoring.

Постановка проблеми

Водні ресурси відіграють ключову роль у забезпеченні сталого розвитку територіальних громад, формуючи основу для екологічної безпеки та соціально-економічного добробуту населення. Впровадження принципів інтегрованого управління водними ресурсами стає стратегічним пріоритетом, особливо в контексті євроінтеграційних процесів України та необхідності відповідності національної системи управління водними ресурсами вимогам Водної рамкової директиви ЄС [1]. Проте ефективне управління водними ресурсами на рівні міських громад стає дедалі складнішим завданням через низку взаємопов'язаних факторів: кліматичні зміни, зростаюче антропогенне навантаження, технологічну застарілість інфраструктури та обмеженість фінансових ресурсів. В умовах децентралізації особливої актуальності набуває спроможність місцевих громад забезпечувати належне управління водними ресурсами з урахуванням басейнового принципу та місцевих особливостей..

Аналіз поточного стану водних об'єктів Житомирської міської територіальної громади виявив системні проблеми, що потребують комплексного вирішення [2, 3, 4, 5]. Дані моніторингу за 2018-2023 роки свідчать про погіршення якості води за показниками кольоровості та каламутності, а також

критичне підвищення вмісту марганцю з 0,3 до 4,0 мг/л у річці Тетерів - основного джерела питної води у Житомирській міській територіальній громаді [6]. Порівняльний аналіз показує перевищення ГДК по ряду показників та невідповідність вимогам Водної рамкової директиви ЄС щодо екологічного стану водних об'єктів, що ускладнює євроінтеграційні процеси на рівні громади. Хоча спостерігається зменшення загальної обсягу скидів з 18,898 до 14,129 млн.м³, проте відзначається збільшення концентрації забруднюючих речовин у скидах [7]. Просторовий аналіз виявив суттєві недоліки в організації водоохоронних зон – на території громади офіційно зареєстровано лише 12 ділянок водного фонду загальною площею 39,4394 га, що є вкрай недостатнім для ефективної охорони водних об'єктів [8]. Картографування джерел забруднення дозволило ідентифікувати 5 основних точкових джерел забруднення, які здійснюють найбільший негативний вплив на якість водних ресурсів, серед яких основним забруднювачем є КП «Житомирводоканал» [9]. Дані Держекоінспекції за 2023 рік демонструють значну кількість порушень природоохоронного законодавства – 1586 протоколів із загальною сумою розрахованих збитків 39385,256 тис. грн. Попри накладення штрафів на суму 437,459 тис. грн (з яких стягнуто 427,090 тис. грн), це не вирішує системних проблем, пов'язаних з якістю водних ресурсів [10]. Економічний аналіз свідчить про необхідність інвестицій у водну інфраструктуру громади у розмірі близько 120-150 млн. грн для модернізації очисних споруд та каналізаційної мережі, без яких неможливо досягти сталого покращення якості водних ресурсів.

Системний аналіз виявив суттєвий вплив кліматичних змін на водність річок, проте оцінка кумулятивного впливу різних факторів забруднення має низьку достовірність через обмеженість даних моніторингу [11]. На відміну від провідних європейських громад, де моніторинг водних ресурсів здійснюється в автоматичному режимі з високою періодичністю, у Житомирській громаді більшість показників вимірюються вручну з періодичністю 1-2 рази на квартал, що значно ускладнює оперативне реагування на погіршення якості води.

Впровадження стратегії інтегрованого управління водними ресурсами ускладнюється рядом ризиків: фінансових (недостатнє фінансування, перевищення бюджету); технічних (технологічні проблеми, аварійні ситуації, погіршення технічного стану гідроспоруд); організаційних (управлінські та кадрові проблеми, складність координації між різними водокористувачами); соціальних (спротив громади, відмова споживачів від підключення до централізованих мереж); екологічних (порушення екосистем при проведенні робіт, повторне замулення русел). Узгодження місцевої стратегії з вимогами Плану управління річковим басейном Середнього Дніпра потребує розробки механізмів ефективної координації між різними рівнями управління та стейкхолдерами, що ускладнюється в умовах адміністративної реформи та військового стану. Існуючі інструменти управління ризиками не враховують специфіку водогосподарського комплексу громади та часто базуються на застарілих підходах, що не відповідають вимогам сучасного адаптивного управління.

Проблема відсутності системного підходу до оцінки та управління ризиками реалізації водної стратегії громади залишається критичною, адже успішність впровадження інтегрованого управління водними ресурсами значною мірою залежить від здатності передбачити потенційні виклики та створити надійні механізми їх подолання. Аналіз міжнародного досвіду показує, що громади, які впровадили комплексні системи управління ризиками у водному секторі, досягли значно вищих показників ефективності водокористування та якості водних ресурсів порівняно з тими, де такі системи відсутні [12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблематика ідентифікації та мінімізації ризиків реалізації водної стратегії міських громад знаходиться у фокусі уваги багатьох сучасних дослідників, що обумовлено зростаючим дефіцитом водних ресурсів, кліматичними змінами та інтенсивною урбанізацією.

Вальчикевич і Дубель [13] у своєму дослідженні запропонували класифікацію ризиків у сфері управління водними ресурсами, поділяючи їх на дві основні категорії: фізичні ризики, пов'язані з кліматичними екстремумами, дефіцитом води та її якістю, та ризики управління, що охоплюють соціально-економічні, правові, фінансові та інституційні фактори. Автори наголошують на недостатності традиційного технократичного підходу та необхідності інтеграції ширшого контексту, включаючи участь громадськості, політичну підтримку та соціально-економічну адаптацію. Особливу увагу дослідники приділяють європейському досвіду використання математичних моделей (SWAT, MIKE BASIN, MODSIM) для оцінки ризиків і візуалізації результатів за допомогою ГІС.

Нанрукса і Дханасін [14] представили інноваційний інструмент оцінки ризиків, пов'язаних з водними ресурсами, який поєднує дані з глобальних баз даних (WWF Water Risk Filter та WRI Aqueduct) з локалізованою інформацією для створення комплексної картини потенційних ризиків та їх фінансових наслідків. Запропонований інструмент аналізує ймовірність виникнення ризиків та їх серйозність у трьох часових горизонтах – поточний рік, 2030 та 2050 роки – враховуючи фізичні, регуляторні, репутаційні, операційні та специфічні для басейну водні проблеми. Багатовимірною оцінкою дозволяє пріоритетувати ризики на основі потенційного фінансового впливу та визначити можливості для підвищення ефективності використання водних ресурсів, особливо в регіонах з високим рівнем водного стресу.

Бахтіарі та співавтори [15] розробили модель оптимізації на основі ризику та агентів, яка враховує одночасний вплив зменшення потужності водних ресурсів і збільшення потреби у воді. Модель

використовує умовну вартість ризику (CVaR) для мінімізації ризику водопостачання в довгостроковому горизонті та визначення річної ймовірності повного забезпечення попиту на воду. Автори застосовують складне моделювання, що включає генерацію синтетичних погодних даних за допомогою LARS-WG для різних кліматичних сценаріїв, моделювання ресурсів поверхневих і підземних вод за допомогою HMETs і MODFLOW, а також розробку моделі на основі агентів, яка враховує атрибути агентів, ролі дій та взаємодію для визначення найбільш сумісних стратегій інтегрованого управління міськими водними ресурсами (IUWM).

Додатковий аналіз наукової літератури з цієї проблематики показує, що питання оцінки ризиків реалізації водних стратегій міських громад розглядається також у працях інших дослідників. Так, Боргомео та співавтори [16] розширили можливості ризик-орієнтованого аналізу рішень для дослідження шляхів підвищення стійкості інженерних систем водних ресурсів при різних ставленнях до ризику. Автори запропонували методологію, що пов'язує ризик з надійністю, дозволяючи стейкхолдерам явно збалансувати поступове підвищення стійкості з інвестиційними витратами для заданого рівня ризику. У своєму дослідженні вони інтерпретують стійкість як здатність системи водних ресурсів підтримувати продуктивність – виражену як допустимий ризик обмежень водокористування – в широкому діапазоні можливих майбутніх умов. Це особливо актуально в контексті кліматичних змін, коли традиційний підхід «витрати-вигоди» може не гарантувати стійкості за невизначених майбутніх умов.

Ассмут та співавтори [17] розробили комплексні рамки для оцінки та управління ризиками для здоров'я на регіональному рівні, пов'язаними з хімічним та мікробіологічним забрудненням води, включаючи економічні аспекти цих ризиків. Дослідники пропонують структурувати аналіз уздовж ланцюга ризику: джерела – викиди – перенесення та доля у навколишньому середовищі – впливи – наслідки для здоров'я – соціально-економічні наслідки – управлінські заходи. Автори підкреслюють важливість врахування комплексного характеру ризиків, таких як забруднюючі речовини з інших джерел, та їх співвідношення з перевагами від покращення якості води. У дослідженні виявлено фундаментальні проблеми в оцінці, включаючи формулювання ризиків, сценаріїв та варіантів вибору; взаємодію моделей та емпіричної інформації; часовий вимір; розподіл ризиків та вигод; та невизначеності щодо ризиків та контролю.

Таким чином, аналіз останніх досліджень та публікацій свідчить про зростаюче визнання необхідності комплексного підходу до ідентифікації та мінімізації ризиків реалізації водної стратегії міських громад, який би враховував не лише технічні та екологічні аспекти, але й соціально-економічні фактори, поведінкові моделі та механізми управління. Сучасні дослідження демонструють тенденцію до розробки інтегрованих моделей оцінки ризиків, які поєднують фізичне моделювання водних ресурсів з аналізом соціальних взаємодій та інституційних механізмів, що є ключовим для забезпечення сталого управління водними ресурсами в умовах зростаючої невизначеності та комплексних викликів.

Отже, нагальною потребою є розробка методик для ідентифікації, оцінки та мінімізації ризиків при впровадженні водної стратегії міських громад з урахуванням місцевих особливостей, сучасних підходів до ризик-менеджменту та вимог європейського водного законодавства. Це дозволить підвищити ефективність використання обмежених ресурсів громади, забезпечити сталість водокористування та сприятиме євроінтеграційним процесам на місцевому рівні.

Метою даного дослідження є розробка та апробація методики ідентифікації та мінімізації ризиків реалізації водної стратегії міських громад з урахуванням місцевих особливостей, сучасних підходів до ризик-менеджменту та вимог європейського водного законодавства.

Виклад основного матеріалу

Впровадження стратегії інтегрованого управління водними ресурсами є складним процесом, що вимагає системного підходу до оцінки та управління ризиками, а також розробки ефективних механізмів реалізації. Успішність реалізації стратегії значною мірою залежить від здатності передбачити потенційні виклики та створити надійні механізми їх подолання. Важливо відзначити, що українське законодавство у сфері управління водними ресурсами зараз знаходиться у процесі гармонізації з вимогами Водної Рамкової Директиви ЄС (2000/60/ЄС), яка передбачає інтегрований підхід до управління водними ресурсами та розширює методику оцінки ризиків.

Запропонована в дослідженні методика ґрунтується на інтеграції системного та ризик-орієнтованого підходів до управління водними ресурсами. Теоретичним фундаментом методики є концепція адаптивного управління, яка розглядає управління водними ресурсами як динамічний процес, що потребує постійного коригування на основі нової інформації та зміни умов зовнішнього середовища. Методика спирається на чотири основні теоретичні принципи: інтегрованості, багатокритеріальності, адаптивності та орієнтовані на зацікавлених сторін. Ці принципи є вирішальними для розробки стійких і ефективних стратегій управління водними ресурсами.

Розроблена методика узгоджується з ключовими міжнародними та європейськими стандартами управління ризиками та водними ресурсами, зокрема з ДСТУ ISO 31000:2018 «Менеджмент ризиків. Принципи та настанови» [18], Водною рамковою директивою ЄС 2000/60/ЄС [1], Директивою ЄС про оцінку і управління ризиками затоплення 2007/60/ЄС [19], а також Методичними рекомендаціями щодо

встановлення екологічних цілей, розроблення програми заходів та виконання аналізу економічної ефективності програми заходів Плану управління річковим басейном, схваленими Науково-технічною радою Держводагентства (протокол від «12» липня 2023 року № 2) [20]. Це забезпечує відповідність розробленої методики як міжнародним вимогам, так і національному законодавству.

В рамках запропонованої методики всі ризики розділено на дві основні категорії.

Перша категорія – спеціальні ризики, пов'язані з реалізацією конкретних стратегічних цілей та завдань водної стратегії, що включають ризики невідповідності місцевої програми вимогам басейнового підходу, відсутності достатньої інформації для прийняття рішень, складності координації між різними водокористувачами, порушення екосистем при розчищенні русел, погіршення технічного стану гідроспоруд, відмови споживачів від підключення до централізованих мереж, забруднення дощових вод та інші.

Друга категорія – загальні ризики, що можуть вплинути на впровадження стратегії в цілому, включаючи фінансові ризики (недостатнє фінансування, перевищення бюджету), технічні ризики (технологічні проблеми, аварійні ситуації), організаційні ризики (управлінські та кадрові проблеми), соціальні ризики (спротив громади) та екологічні ризики (порушення екосистем).

Методика передбачає покроковий алгоритм ідентифікації, оцінки та управління ризиками, що включає підготовчий етап, ідентифікацію ризиків, оцінку ризиків, розробку заходів з мінімізації ризиків, моніторинг та адаптацію. З метою всебічного аналізу ризиків застосовано комплексний підхід, що поєднує різні методи оцінки - від статистичного до системного аналізу. Результати цього дослідження представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати комплексної оцінки факторів ризику для водних об'єктів Житомирської міської територіальної громади та характеристика надійності їх оцінювання (розроблено автором)

Вид аналізу	Наявні дані	Метод оцінки	Результати оцінки	Рівень достовірності
1. Статистичний аналіз				
Якість води	дані моніторингу КП «Житомирводоканал» 2018-2023	аналіз трендів показників якості води	погіршення за показниками кольоровості та каламутності, підвищення вмісту марганцю з 0,3 до 4,0 мг/л	Високий
Скиди забруднень	дані звітності 2021-2023	порівняльний аналіз обсягів скидів	зменшення загального обсягу скидів з 18,898 до 14,129 млн.м ³ , але збільшення концентрації забруднень	Високий
Порушення законодавства	дані Держекоінспекції 2023	статистика порушень	1586 протоколів, сума збитків 39385,256 тис. грн	Високий
2. Просторовий аналіз				
Водоохоронні зони	кадастрові дані	ГІС-аналіз	виявлено лише 12 ділянок водного фонду загальною площею 39,4394 га	Середній
Джерела забруднення	дані моніторингу	картографування	визначено 5 основних точкових джерел забруднення	Високий
Урбанізовані території	картографічні дані	просторовий аналіз	значний вплив урбанізації на малі річки	Середній
3. Економічний аналіз				
Штрафи та збитки	дані Держекоінспекції	фінансовий аналіз	накладено штрафів на 437,459 тис. грн, стягнуто 427,090 тис. грн	Високий
Інвестиційні потреби	проектна документація	кошторисний аналіз	потреба в модернізації очисних споруд та каналізаційної мережі	Середній

Продовження таблиці 1

4. Системний аналіз				
Кліматичні фактори	гідрометеорологічні дані	кореляційний аналіз	вплив кліматичних змін на водність річок	Середній
Кумулятивний вплив	комплексні дані моніторингу	факторний аналіз	синергетичний ефект різних видів забруднення	Низький
5. Порівняльний аналіз				
Відповідність нормативам	дані моніторингу	нормативний аналіз	перевищення ГДК по ряду показників	Високий
Міжнародні стандарти	вимоги ВРД ЄС	порівняльний аналіз	невідповідність вимогам ВРД по екологічному стану	Середній

Примітка: Оцінка рівнів достовірності: висока достовірність (>80%): наявні повні кількісні дані, регулярний моніторинг; середня достовірність (50-80%): часткові дані, нерегулярний моніторинг; низька достовірність (<50%): обмежені дані, відсутність систематичного моніторингу.

Для оцінки спеціальних ризиків реалізації водної стратегії розроблено кількісний інструментарій, що включає інтегральний показник ризику, який розраховується за формулою (1) (розроблено автором):

$$ІПР = Й \times В \times Д, \quad (1)$$

де:

Й — кількісна оцінка ймовірності настання ризику (від 0,1 до 1,0)

В — кількісна оцінка впливу ризику (від 1 до 10)

Д — коефіцієнт достовірності оцінки (від 0,5 до 1,0)

Для оцінки ймовірності та впливу ризиків розроблено спеціальні шкали, адаптовані до специфіки водного господарства міських громад (таблиця 2).

Таблиця 2

Шкали для кількісної оцінки ймовірності та впливу ризиків (розроблено автором)

Параметр	Якісна оцінка	Кількісна оцінка	Критерії
Ймовірність настання ризику (Й)	висока	0,7-1,0	подія може статися у більшості випадків (понад 70% ймовірності)
	середня	0,3-0,6	подія може статися у багатьох випадках (30-70% ймовірності)
	низька	0,1-0,2	подія може статися лише у виняткових випадках (до 30% ймовірності)
Вплив ризику (В)	сильний	7-10	значний вплив на досягнення цілей, потребує суттєвих ресурсів на подолання
	помірний	4-6	середній вплив на досягнення цілей, потребує помірних ресурсів на подолання
	слабкий	1-3	незначний вплив на досягнення цілей, потребує мінімальних ресурсів на подолання
Достовірність оцінки (Д)	висока	0,8-1,0	наявні повні кількісні дані, регулярний моніторинг (>80% достовірності)
	середня	0,6-0,7	часткові дані, нерегулярний моніторинг (50-80% достовірності)
	низька	0,5	обмежені дані, відсутність систематичного моніторингу (<50% достовірності)

Проведений комплексний аналіз ризиків дозволив сформувати матрицю оцінки спеціальних ризиків реалізації водної стратегії, яка охоплює п'ять стратегічних цілей розвитку водного господарства та управління водними ресурсами на рівні громади. Для кожної стратегічної цілі ідентифіковано ключові ризики, оцінено ймовірність їх настання та потенційний вплив, а також розроблено конкретні заходи з мінімізації.

Для стратегічної цілі «Забезпечення ефективного та стійкого управління водними ресурсами» виявлено ризики невідповідності програми вимогам ПУРБ Середнього Дніпра (середня ймовірність, сильний вплив), відсутності достатньої інформації для прийняття рішень (висока ймовірність, сильний вплив) та складності координації між різними водокористувачами (висока ймовірність, помірний вплив). Для мінімізації цих ризиків запропоновано проведення попередніх консультацій з Держводагентством, створення системи моніторингу водних ресурсів та розробку чітких процедур узгодження інтересів.

В рамках стратегічної цілі «Охорона та відновлення водних екосистем» ідентифіковано ризики порушення екосистеми при розчистці русел (висока ймовірність, сильний вплив), неправильного вибору методів розчистки (середня ймовірність, сильний вплив) та повторного замулення русел (висока ймовірність, помірний вплив). Для мінімізації цих ризиків запропоновано проведення екологічного моніторингу, попередніх досліджень, пілотних проектів та регулярного моніторингу стану русел.

Для стратегічної цілі «Забезпечення доступу до якісної питної води та належної санітарії» визначено ризики технічних складнощів при будівництві (висока ймовірність, помірний вплив), пошкодження існуючих комунікацій (середня ймовірність, сильний вплив), невідповідності якості води нормативам (середня ймовірність, критичний вплив) та конкуренції за водні ресурси (висока ймовірність, помірний вплив). Для мінімізації цих ризиків запропоновано замовлення якісної проектно-кошторисної документації, забезпечення розробки актуальних планів наявних мереж, проведення досліджень якості води та розробку місцевих правил водокористування.

В рамках стратегічної цілі «Підвищення стійкості до зміни клімату та запобігання підтопленню територій» виявлено ризики забруднення дощових вод (висока ймовірність, сильний вплив), недостатньої потужності систем водовідведення (висока ймовірність, критичний вплив), конфліктів землекористування (висока ймовірність, сильний вплив) та недостатнього обслуговування об'єктів зелено-блакитної інфраструктури (середня ймовірність, помірний вплив). Для мінімізації цих ризиків запропоновано включення вимог щодо очистки дощових вод до місцевих правил благоустрою, замовлення розробки схеми дощової каналізації, врахування потреб зелено-блакитної інфраструктури при розробці містобудівної документації та створення системи обслуговування об'єктів.

Для стратегічної цілі «Стале та ефективне використання водних ресурсів» ідентифіковано ризики відмови споживачів від підключення до централізованого водовідведення (висока ймовірність, сильний вплив), перевантаження очисних споруд (середня ймовірність, критичний вплив), неефективної роботи локальних очисних споруд (висока ймовірність, сильний вплив) та недотримання умов експлуатації (висока ймовірність, сильний вплив). Для мінімізації цих ризиків запропоновано розробку місцевої програми підтримки підключення до централізованого водовідведення, модернізацію очисних споруд, включення вимог щодо очистки стоків до містобудівних умов та організацію періодичних перевірок.

Аналіз загальних ризиків реалізації водної стратегії виявив наступні ключові виклики. Фінансові ризики, пов'язані з недостатнім фінансуванням та перевищенням бюджету, мають високу ймовірність настання та сильний вплив. Для їх мінімізації запропоновано розробку гнучких фінансових моделей, створення резервного фонду, моніторинг грантових можливостей, детальну оцінку вартості проектів та ретельний відбір підрядників.

Технічні ризики, що включають технологічні проблеми та аварійні ситуації, мають середню ймовірність настання та сильний вплив. Для їх мінімізації запропоновано проведення технічного аудиту, тестування на пілотних ділянках, оновлення планів реагування та створення матеріального резерву.

Організаційні ризики, що охоплюють управлінські та кадрові проблеми, мають високу ймовірність настання та помірний або сильний вплив. Для їх мінімізації запропоновано створення чіткої структури управління, проведення координаційних нарад, навчання керівників та розвиток команди.

Соціальні ризики, пов'язані зі спротивом громади, мають високу ймовірність настання та сильний вплив. Для їх мінімізації запропоновано проведення інформаційних кампаній, громадських обговорень, регулярне звітування про прогрес та зустрічі з громадою.

Екологічні ризики, що стосуються порушення екосистем та забруднення водних об'єктів, мають середню ймовірність настання та сильний вплив. Для їх мінімізації запропоновано моніторинг впливу, оцінку впливу на довкілля, дотримання екологічних норм та відновлення порушених територій.

Для підвищення ефективності управління ризиками рекомендується впровадити комплекс заходів. Першочергово необхідно розширити мережу моніторингу стану водних об'єктів, особливо на малих річках та в зонах потенційного забруднення. Важливим кроком має стати впровадження автоматизованих систем контролю якості води, що дозволить оперативно реагувати на зміни стану водних об'єктів. Створення єдиної бази даних забезпечить інтеграцію інформації від різних суб'єктів моніторингу та підвищить ефективність прийняття управлінських рішень.

Особливу увагу слід приділити дослідженням кумулятивних впливів різних факторів забруднення, оскільки саме ця складова має найнижчу достовірність оцінки. Регулярне оновлення оцінки ризиків дозволить відслідковувати динаміку змін та вчасно корегувати природоохоронні заходи. Реалізація цих рекомендацій дозволить підвищити рівень достовірності оцінки ризиків та ефективність управління водними ресурсами в Житомирській міській територіальній громаді.

З метою перевірки практичної дієвості запропонованої методики проведено її апробацію на прикладі оцінки ризиків забруднення річки Тетерів. За результатами комплексної оцінки розраховано інтегральні показники ризиків для п'яти ключових ризиків (таблиця 3).

Таблиця 3

Результати оцінки ризиків забруднення річки Тетерів (розроблено автором)

Ризик	Ймовірність (Й)	Вплив (В)	Достовірність (Д)	ІПР
Зростання марганцю	0,8 (висока)	9 (сильний)	0,9 (висока)	6,48
Забруднення від КП	0,7 (висока)	8 (сильний)	0,8 (висока)	4,48
Забруднення від дощових стоків	0,6 (середня)	6 (помірний)	0,7 (середня)	2,52
Евтрофікація	0,8 (висока)	7 (сильний)	0,6 (середня)	3,36
Зниження водності	0,5 (середня)	8 (сильний)	0,5 (низька)	2,00

За результатами розрахунків, найвищий пріоритет мають ризики зростання концентрації марганцю та забруднення від неочищених скидів. Для цих ризиків розроблено комплекс заходів, що включає впровадження систем онлайн-моніторингу, модернізацію очисних споруд, проведення додаткових досліджень та реконструкцію каналізаційної мережі.

Ефективне управління виявленими ризиками вимагає системного підходу та постійної уваги з боку керівництва проекту. Проте, не менш важливим аспектом є формування комплексної системи впровадження стратегії, яка б враховувала не лише технічні та організаційні аспекти, але й соціально-екологічні фактори, включаючи розвиток екологічної свідомості та екологічної освіти громади. Саме тому розроблено цілісні організаційно-управлінські механізми, які забезпечать сталу реалізацію стратегії, зокрема: міжсекторальну координаційну раду з управління водними ресурсами при міській раді; систему електронного моніторингу та публічного звітування щодо якості води; механізм залучення громадськості до планування та контролю виконання заходів; спеціалізований структурний підрозділ для управління ризиками водної стратегії; інтегровану інформаційну платформу для всіх зацікавлених сторін; програму екологічної освіти для різних вікових груп населення.

Апробація розробленої методики на прикладі Житомирської міської територіальної громади показала її ефективність для практичного застосування в умовах України. Запропонована методика забезпечує системний підхід до ідентифікації, оцінки та управління ризиками реалізації водної стратегії, що дозволяє підвищити ефективність використання обмежених ресурсів громади та забезпечити стале управління водними ресурсами.

Висновки

Проведене дослідження з ідентифікації та мінімізації ризиків реалізації водної стратегії міських громад дозволило сформулювати наступні висновки:

1. Аналіз водних ресурсів Житомирської міської територіальної громади виявив значну кількість системних проблем, зокрема: погіршення якості води за показниками кольоровості та каламутності, критичне підвищення вмісту марганцю з 0,3 до 4,0 мг/л у річці Тетерів, недостатність площі водоохоронних зон та перевищення ГДК по ряду показників. Встановлено, що існуючі інструменти управління ризиками не враховують специфіку водогосподарського комплексу громади та часто ґрунтуються на застарілих підходах.

2. Розроблено та теоретично обґрунтовано методику ідентифікації та мінімізації ризиків реалізації водної стратегії міських громад, що базується на принципах інтегрованості, багатокритеріальності, адаптивності та стейкхолдер-орієнтованості. Методика узгоджена з міжнародними та національними стандартами, включаючи ISO 31000:2018, Водну рамкову директиву ЄС та національні нормативно-правові акти.

3. Запропоновано класифікацію ризиків реалізації водної стратегії на дві основні категорії: спеціальні (пов'язані з реалізацією конкретних стратегічних цілей та завдань) та загальні (такі, що впливають на впровадження стратегії в цілому). Ця класифікація дозволяє структурувати процес оцінки ризиків та підвищити ефективність планування заходів з їх мінімізації.

4. Розроблено кількісний інструментарій оцінки ризиків, що включає інтегральний показник ризику та три-рівневі шкали для оцінки ймовірності настання ризику, його впливу та достовірності оцінки. Запропонована формула для розрахунку інтегрального показника ризику дозволяє отримати комплексну кількісну оцінку ризику з урахуванням достовірності наявних даних.

5. Для кожної стратегічної цілі розвитку водного господарства громади ідентифіковано ключові ризики та запропоновано конкретні заходи з їх мінімізації. Зокрема, для стратегічної цілі «Забезпечення ефективного та стійкого управління водними ресурсами» запропоновано проведення попередніх консультацій з Держводагентством, створення системи моніторингу водних ресурсів та розробку процедур узгодження інтересів різних водокористувачів.

6. Проведено апробацію розробленої методики на прикладі оцінки ризиків забруднення річки Тетерів, що дозволило виявити найбільш пріоритетні ризики: зростання концентрації марганцю (ІПР=6,48) та забруднення від неочищених скидів КП (ІПР=4,48). Запропоновано комплекс заходів для мінімізації цих ризиків, включаючи впровадження систем онлайн-моніторингу та модернізацію очисних споруд.

7. Розроблено цілісні організаційно-управлінські механізми для сталої реалізації водної стратегії, зокрема: формування міжсекторальної координаційної ради з управління водними ресурсами при міській раді; систему електронного моніторингу та публічного звітування щодо якості води; механізм залучення громадськості до планування та контролю виконання заходів; спеціалізований структурний підрозділ для управління ризиками водної стратегії; інтегровану інформаційну платформу для всіх зацікавлених сторін; програму екологічної освіти для різних вікових груп населення.

8. Визначено основні напрями підвищення ефективності управління ризиками, серед яких: розширення мережі моніторингу стану водних об'єктів, впровадження автоматизованих систем контролю якості води, створення єдиної бази даних для інтеграції інформації від різних суб'єктів моніторингу та проведення досліджень кумулятивних впливів різних факторів забруднення.

Практична значущість отриманих результатів полягає в тому, що розроблена методика дозволяє міським громадам систематизувати процес управління ризиками реалізації водної стратегії, здійснювати

їх кількісну оцінку та обґрунтовано визначати пріоритетні заходи для мінімізації найбільш критичних ризиків. Впровадження запропонованих механізмів сприятиме підвищенню ефективності використання обмежених ресурсів громади, забезпеченню сталості водокористування та євроінтеграційним процесам на місцевому рівні.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробкою автоматизованої системи підтримки прийняття рішень для управління ризиками водної стратегії, удосконаленням методів оцінки кумулятивного впливу різних факторів забруднення та адаптацією запропонованої методики до умов інших типів територіальних громад, зокрема сільських і селищних. Важливим напрямом подальших досліджень також є розробка механізмів фінансування заходів з мінімізації ризиків, включаючи використання державно-приватного партнерства та міжнародних грантових програм.

Література

1. Європейський Парламент і Рада ЄС. Директива 2000/60/ЄС від 23 жовтня 2000 року про встановлення рамок заходів Співтовариства в галузі водної політики. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text (дата звернення: 28.12.2024).
2. Kapelista I., Kireitseva H., Tsyhanenko-Dziubenko I., Khomenko S., Vovk V. Review of Innovative Approaches for Sustainable Use of Ukraine's Natural Resources. *Grassroots Journal of Natural Resources*. 2024. Vol. 7, no. 3. P. s378-s395. DOI: 10.33002/nr2581.6853.0703ukr19
3. Kireitseva H., Šerevičienė V., Khrutba V., Zamula I. Internal and external factors of use and conservation of water resources in Zhytomyr region. *Environmental Problems*. 2024. Т. 9, № 1. С. 43-50. URL: <https://doi.org/10.23939/ep2024.01.043>
4. Циганенко-Дзюбенко І., Кірейцева Г., Герасимчук О., Скиба Г., Хоменко С. Особливості планування та реалізації моніторингу малих річок в умовах урбанізації та військових дій. *Науковий вісник ХДУ Серія Географічні науки*. 2024. № 21. DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu2413-7391/2024-21-4>
5. Кірейцева Г.В., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В., Хоменко С.В., Циганенко-Дзюбенко І.Ю. Біоіндикаційна оцінка екологічного стану р. Кам'янка в м.Житомирі за допомогою MIR-індексу. *Вісник Кременчуцького Національного університету імені Михайла Остроградського*. 2024. Випуск 3(146). С. 58-65.
6. Портал електронних послуг Державного агентства водних ресурсів України. URL: <https://e-services.davr.gov.ua/> (дата звернення: 10.05.2024).
7. Офіційний сайт Держкомстату в Житомирській області. URL: <http://www.zt.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 15.05.2024).
8. Генеральний план міста Житомира. URL: <https://zt-rada.gov.ua/?pages=6283> (дата звернення: 20.05.2024).
9. Офіційний сайт Державної екологічної інспекції Поліського округу. URL: <https://polissyareg.dei.gov.ua/post/302> (дата звернення: 25.05.2024).
10. Zamula I.V., Shavurska O.V., Kireitseva H.V. Sustainable Development of Ukraine as an Innovative Approach to Its Post-War Recovery. *Science and Innovation*. 2024. 20(3). P. 3-16. URL: <https://doi.org/10.15407/scine20.03.003>
11. Кірейцева Г.В. Значення екологічної інформації для стійкого розвитку України. *Екологічні науки*. 2024. Вип. № 2(53). С. 14-25. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.2-53.34>
12. Elmadani M., Kiptulon E., Klára S., Orsolya M. Systematic Review of the Impact of Natural Resource Management on Public Health Outcomes: Focus on Water Quality. *Resources*. 2024. Vol. 13, Is. 9. P. 122. <https://doi.org/10.3390/resources13090122>
13. Walczykiewicz T., Dubel A. Towards better risk estimation for the integrated water resources management. *Ekonomia i Środowisko*. 2019. № 2. P. 91-102. <https://doi.org/10.34659/2019/2/23>
14. Nanruksa S., Dhanasin P. Enhancing a Water Risk Assessment Tool with Integrated Management Strategy. *SPE Water Lifecycle Management Conference and Exhibition*. March 05, 2024. <https://doi.org/10.2118/218967-ms>
15. Bakhtiari P., Nikoo M., Izady A., Talebbeydokhti N. A coupled agent-based risk-based optimization model for integrated urban water management. *Sustainable Cities and Society*. 2020. Vol. 53. P. 101922. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101922>
16. Borgomeo E., Mortazavi-Naeini M., Hall J., Guillod B. Risk, Robustness and Water Resources Planning Under Uncertainty. *Earth's Future*. 2018. Vol. 6. P. 468-487. <https://doi.org/10.1002/2017EF000730>
17. Assmuth T., Simola A., Pitkänen T., Lyytimäki J., Huttula T. Integrated frameworks for assessing and managing health risks in the context of managed aquifer recharge with river water. *Integrated Environmental Assessment and Management*. 2016. Vol. 12. P. 160-173. <https://doi.org/10.1002/ieam.1660>
18. ДСТУ ISO 31000:2018 Менеджмент ризиків. Принципи та настанови. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 18 с.
19. Директива ЄС про оцінку і управління ризиками затоплення 2007/60/ЄС. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2007/60/oj/eng> (дата звернення: 15.04.2024).
20. Методичні рекомендації щодо встановлення екологічних цілей, розроблення програми заходів та виконання аналізу економічної ефективності програми заходів Плану управління річковим

басейном, схвалено Науково-технічною радою Держводагентства (протокол від 12.07.2023 № 2). URL: https://davr.gov.ua/fls18/_pzz.pdf (дата звернення: 20.04.2024).

References

1. European Parliament and Council of the EU. Directive 2000/60/EC of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text (accessed: 28.12.2024).
2. Kapelista I., Kireitseva H., Tsyhanenko-Dziubenko I., Khomenko S., Vovk V. Review of Innovative Approaches for Sustainable Use of Ukraine's Natural Resources. *Grassroots Journal of Natural Resources*. 2024. Vol. 7, no. 3. P. s378-s395. DOI: 10.33002/mr2581.6853.0703ukr19
3. Kireitseva H., Šerevičienė V., Khrutba V., Zamula I. Internal and external factors of use and conservation of water resources in Zhytomyr region. *Environmental Problems*. 2024. Vol. 9, no. 1. P. 43-50. URL: <https://doi.org/10.23939/ep2024.01.043>
4. Tsyhanenko-Dziubenko I., Kireitseva H., Herasymchuk O., Skyba H., Khomenko S. Features of planning and implementation of small rivers monitoring in conditions of urbanization and military actions. *Scientific Bulletin of KhSU Series Geographical Sciences*. 2024. no. 21. DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu2413-7391/2024-21-4>
5. Kireitseva H.V., Herasymchuk O.L., Skyba H.V., Khomenko S.V., Tsyhanenko-Dziubenko I.Yu. Bioindication assessment of the ecological state of the Kamyanka River in Zhytomyr city using the MIR index. *Bulletin of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyy National University*. 2024. Issue 3(146). P. 58-65.
6. Portal of electronic services of the State Water Resources Agency of Ukraine. URL: <https://e-services.davr.gov.ua/> (accessed: 10.05.2024).
7. Official website of the State Statistics Committee in Zhytomyr region. URL: <http://www.zt.ukrstat.gov.ua/> (accessed: 15.05.2024).
8. Master plan of Zhytomyr city. URL: <https://zt-rada.gov.ua/?pages=6283> (accessed: 20.05.2024).
9. Official website of the State Environmental Inspectorate of the Polissia District. URL: <https://polissyareg.dei.gov.ua/post/302> (accessed: 25.05.2024).
10. Zamula I.V., Shavurska O.V., Kireitseva H.V. Sustainable Development of Ukraine as an Innovative Approach to Its Post-War Recovery. *Science and Innovation*. 2024. 20(3). P. 3-16. URL: <https://doi.org/10.15407/scine20.03.003>
11. Kireitseva H.V. The importance of environmental information for sustainable development of Ukraine. *Environmental Sciences*. 2024. Issue no. 2(53). P. 14-25. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.2-53.34>
12. Elmadani M., Kiptulon E., Klára S., Orsolya M. Systematic Review of the Impact of Natural Resource Management on Public Health Outcomes: Focus on Water Quality. *Resources*. 2024. Vol. 13, Is. 9. P. 122. <https://doi.org/10.3390/resources13090122>
13. Walczykiewicz T., Dubel A. Towards better risk estimation for the integrated water resources management. *Economics and Environment*. 2019. no. 2. P. 91-102. <https://doi.org/10.34659/2019/2/23>
14. Nanruksa S., Dhanasin P. Enhancing a Water Risk Assessment Tool with Integrated Management Strategy. *SPE Water Lifecycle Management Conference and Exhibition*. March 05, 2024. <https://doi.org/10.2118/218967-ms>
15. Bakhtiari P., Nikoo M., Izady A., Talebbeydokhti N. A coupled agent-based risk-based optimization model for integrated urban water management. *Sustainable Cities and Society*. 2020. Vol. 53. P. 101922. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101922>
16. Borgomeo E., Mortazavi-Naeini M., Hall J., Guillod B. Risk, Robustness and Water Resources Planning Under Uncertainty. *Earth's Future*. 2018. Vol. 6. P. 468-487. <https://doi.org/10.1002/2017EF000730>
17. Assmuth T., Simola A., Pitkänen T., Lyytimäki J., Huttula T. Integrated frameworks for assessing and managing health risks in the context of managed aquifer recharge with river water. *Integrated Environmental Assessment and Management*. 2016. Vol. 12. P. 160-173. <https://doi.org/10.1002/ieam.1660>
18. DSTU ISO 31000:2018 Risk management. Principles and guidelines. Kyiv: SE "UkrNDNC", 2018. 18 p.
19. EU Directive on the assessment and management of flood risks 2007/60/EC. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2007/60/oj/eng> (accessed: 15.04.2024).
20. Methodological recommendations for establishing environmental goals, developing an action program and performing an analysis of the economic efficiency of the action program of the River Basin Management Plan, approved by the Scientific and Technical Council of the State Water Agency (protocol of 12.07.2023 no. 2). URL: https://davr.gov.ua/fls18/_pzz.pdf (accessed: 20.04.2024).