

**Прищеп А. М.** <sup>[1: ORCID ID: 0000-0001-5096-9088]</sup>,  
д.с.-г.н., професор,  
**Буднік З. М.** <sup>[1: ORCID ID: 0000-0002-0579-954X]</sup>,  
к.с.-г.н., доцент,  
**Полтавченко Т. В.** <sup>[1: ORCID ID: 0000-0001-8531-2924]</sup>,  
к.вет.н., доцент,  
**Ковальчук Н. С.** <sup>[1: ORCID ID: 0000-0003-2495-7731]</sup>,  
к.с.-г.н., доцент,  
**Рабешко О. В.** <sup>[1]</sup>,  
здобувач третього рівня вищої освіти

<sup>1</sup>Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

## СТРАТЕГІЯ ЗНИЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ДЛЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ РІВНЕНЬСЬКОГО РАЙОНУ ЗА УМОВ ЗМІНИ КЛІМАТУ

У статті здійснено комплексну оцінку екологічних ризиків погіршення стану водних об'єктів Рівненського району в умовах зростаючого антропогенного навантаження та кліматичних змін. Водні ресурси регіону відіграють важливу роль у забезпеченні потреб населення, функціонуванні аграрного сектору та промисловості, проте зазнають впливу дифузного сільськогосподарського забруднення, скидів недостатньо очищених стічних вод, трансформації гідроморфологічних характеристик і підвищення температури води. Оцінювання екологічного ризику здійснювалося з використанням нормативного підходу та інтегральних показників якості поверхневих вод із урахуванням органолептичних, гідрохімічних, токсикологічних і радіаційних складових. Сумарний екологічний ризик визначався за диференційованою системою показників із подальшим ранжуванням за класами якості води.

За результатами розрахунків встановлено істотну просторову диференціацію стану водних екосистем. Найбільш критична ситуація характерна для річки Устя (ER = 0,98), що відповідає V класу якості («поганий» стан), тоді як річка Стубла характеризується задовільним станом (ER = 0,39). Основними чинниками формування ризику є трофо-сапробіологічні показники та вміст токсичних неорганічних і органічних речовин. Доведено, що кліматичні зміни посилюють негативні тенденції через зменшення водності, зростання температури води та інтенсифікацію процесів евтрофікації.

**Запропоновано стратегію зниження екологічних ризиків, що базується на принципах інтегрованого управління водними ресурсами та передбачає поєднання інженерних, природоорієнтованих і управлінських заходів. Реалізація запропонованих підходів сприятиме підвищенню екологічної стійкості водних екосистем і забезпеченню раціонального використання водних ресурсів регіону.**

**Важливим елементом реалізації запропонованої стратегії є вдосконалення системи екологічного моніторингу на основі цифрових технологій, геоінформаційних систем та прогнозних моделей, що дозволить своєчасно ідентифікувати критичні зміни якості води та оперативно реагувати на них. Запровадження ризик-орієнтованого підходу до управління водними ресурсами сприятиме оптимізації фінансових витрат, концентрації ресурсів на найбільш проблемних ділянках басейнів і підвищенню ефективності природоохоронних заходів. Водночас активне залучення територіальних громад, водокористувачів і суб'єктів господарювання до процесів планування та реалізації водоохоронної політики створить передумови для формування відповідального ставлення до водних ресурсів і забезпечить довгострокову екологічну безпеку регіону.**

***Ключові слова:*** екологічний ризик; водні об'єкти; якість поверхневих вод; кліматичні зміни; інтегроване управління водними ресурсами; антропогенне навантаження; природоорієнтовані рішення.

**Водні ресурси є ключовим** компонентом екосистем і основою сталого розвитку регіонів, забезпечуючи життєдіяльність населення, сільськогосподарську діяльність та функціонування промисловості. У Рівненському районі, як і в багатьох інших регіонах України, якість і доступність водних ресурсів значною мірою залежать від впливу антропогенних факторів. Інтенсивне використання земель для сільського господарства, промислові викиди, несанкціоновані скиди стічних вод та зміни клімату створюють серйозні екологічні загрози для водних об'єктів району.

Сучасна екологічна ситуація вимагає розробки комплексної стратегії зниження ризиків для водних екосистем, яка включає моніторинг, впровадження природоохоронних заходів і залучення місцевих громад. Необхідність такої стратегії зумовлена не лише екологічними, а й соціально-економічними факторами, оскільки забруднення водних ресурсів безпосередньо впливає на здоров'я населення, продуктивність агросектору та загальну якість життя.

Рівненський район є важливим регіоном із розвинутою сільськогосподарською та промисловою інфраструктурою, що

зумовлює потребу у впровадженні ефективних стратегій управління водними ресурсами. Збереження якості водних об'єктів регіону потребує комплексного підходу, який передбачає оцінку потенційних загроз, розробку заходів щодо їх мінімізації та впровадження ефективних механізмів екологічного моніторингу.

**Метою цієї статті є** аналіз сучасного стану водних об'єктів Рівненського району, визначення основних джерел екологічних ризиків та розробка практичних рекомендацій для їх мінімізації. У дослідженні використані методи екологічного моніторингу, аналізу статистичних даних, а також підходи до оцінки ризиків, що базуються на принципах сталого управління природними ресурсами.

**Матеріали і методи.** У ході дослідження для оцінки екологічного стану водних об'єктів Рівненського району та розробки стратегії зниження екологічних ризиків були використані як теоретичні, так і практичні методи дослідження. Оцінку екологічного ризику здійснювали із використанням «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [1], яка була розроблена у 1998 р. Оцінка екологічного стану водних об'єктів здійснюється на основі екологічної класифікації якості поверхневих вод, яка включає перелік гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, бактеріологічних, токсикологічних та інших показників, що відображають особливості абіотичної та біотичної складових водних екосистем [2].

Ризик у науковому розумінні доцільно визначати як якісну та/або кількісну характеристику ситуації, що формується за умов невизначеності результатів розвитку подій та обов'язково супроводжується ймовірністю виникнення несприятливих наслідків [3]. Оцінювання екологічного ризику може здійснюватися з використанням системи інтегральних показників, які комплексно відображають стан навколишнього природного середовища. Зокрема, до таких показників належать інтегральні індекси, що узагальнюють кількісні параметри стану ґрунтів і земельних ресурсів [4], а також показники, які характеризують хімічний склад ґрунтів і донних відкладів у поєднанні з індикаторами інтенсивності антропогенного навантаження, зокрема площею сільськогосподарських угідь, рівнем їх розораності, залісеності та іншими показниками землекористування [5]. Формування інтегральних показників екологічного ризику ґрунтується на застосуванні спеціалізованих

математико-статистичних моделей, що передбачають використання значної кількості взаємопов'язаних і специфічних параметрів.

Розрахунок екологічних ризиків забруднення річок Рівненського району проводився для окремих груп гідрохімічних показників якості поверхневих вод України, а також із використанням матеріалів Департаменту екології та природних ресурсів Рівненської облдержадміністрації. Для розрахунку екологічних ризиків використовували нормативний метод ідентифікації, коли наявність ризику  $R$  визначається ймовірно у випадку виконання граничних умов наступної групи нерівностей [6, 7]:

$$R_i \cong C_i > C_{ГДК}, \quad (1)$$

$$R_i = \frac{C_i}{C_{ГДКі}} > 1, \quad (2)$$

$$R_i = \frac{C_{ГДКі}}{C_i} < 1, \quad (3)$$

де  $R$  – кількісний показник ризику;  $C_i$  – рівень концентрації  $i$ -ї забруднювальної речовини;  $C_{ГДКі}$  – гранично допустима концентрація для  $i$ -ї забруднювальної речовини.  $C_{ГДКі}$  призначається в залежності від виду водокористувача. З урахуванням ймовірності настання ризикової події показник ризику  $R$  набуває вигляду

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{ГДКі}} \cdot \frac{N_{ai}}{N_i} > 1, \quad (4)$$

де  $C_i$  – концентрація  $i$ -тої забруднювальної речовини;  $C_{ГДКі}$  – гранично допустима концентрація  $i$ -тої забруднювальної речовини;  $N_{ai}$  – кількість проб з хімічним показником, коли ГДК було перевищено;  $N_i$  – загальне число відібраних проб.

У випадках, передбачених чинними нормативно-методичними документами, ідентифікація екологічного ризику забруднення водних об'єктів здійснюється на основі нормування показників якості води, зокрема органолептичних та фізико-хімічних характеристик. До переліку таких показників віднесено інтенсивність запаху (у балах), смак і присмак, кольоровість води (у градусах Pt-Co), прозорість, водневий показник (рН), відсоток насичення води розчиненим киснем та інші регламентовані параметри якості водного середовища [8].

Відповідно до розрахункових залежностей (1–4), оцінювання екологічного ризику погіршення стану водних об'єктів Рівненського району здійснювалося за диференційованим підходом із виділенням окремих компонентів ризику залежно від груп показників якості води. Зокрема, було визначено екологічний ризик  $R_{op}$ , асоційований з

органолептичними властивостями води; екологічний ризик  $R_{ск}$ , зумовлений сольовим складом вод; екологічний ризик  $R_{Т_гх}$ , що характеризує трофо-сапробіологічний стан водних об'єктів (у розрахунках використано виключно гідрохімічні показники); екологічний ризик  $R_{нр_а}$ , пов'язаний із кількісною оцінкою вмісту неорганічних речовин токсичної дії; екологічний ризик  $R_{ор_а}$ , обумовлений токсичним впливом органічних забруднювальних речовин пріоритетної групи (нафтопродукти, пестициди); а також екологічний ризик  $R_p$ , що відображає рівень радіаційного забруднення поверхневих вод.

Під час розрахунку екологічних ризиків вихідним методологічним припущенням є положення про те, що переважна більшість наслідків господарської діяльності, у тому числі процесів, пов'язаних із забрудненням навколишнього природного середовища, зокрема водних об'єктів, має стохастичний характер. Такі наслідки розглядаються як випадкові величини, розподіл яких наближається до нормального (гаусівського) закону [4-6]. Результати перевірки рядів значень  $R$  із використанням критерію Гаусса підтвердили можливість їх інтерпретації як статистичних вибірок, що підпорядковуються нормальному закону розподілу.

Сумарний екологічний ризик погіршення стану водних об'єктів визначався з використанням правила множення ймовірностей, що передбачає незалежність окремих складових ризику. Підсумкове значення сумарного екологічного ризику погіршення стану водного об'єкта обчислювалося за формулою:

$$ER = \sum Ri, \quad (5)$$

де  $ER$  — сумарний екологічний ризик погіршення стану водних об'єктів;  $ER_1, ER_2, \dots, ER_i$  — екологічні ризики, пов'язані з окремими групами забруднювальних речовин;  $i=6$ .

Зокрема, екологічний ризик за показником забарвленості води  $P_{заб}$  визначався відповідно до рівняння:

$$P_{заб} = -33,3 + \frac{(67,0 \times (\Psi - \Phi))}{20}, \quad (6)$$

де  $\Phi$  — природна забарвленість води, встановлена за результатами багаторічних спостережень і характерна для відповідного сезону року або водного режиму водойми;  $\Psi$  — фактична забарвленість води (у градусах забарвленості).

Для розрахунку ризику за водневим показником використовувалися залежності:

$$PrH=4-pH \text{ при } pH \leq 7, \quad (7)$$

$$PrH=-11+pH \text{ при } pH > 7 \quad (8)$$

Оцінювання ризику за показником природного запаху та/або смаку здійснювалося за виразом:

$$P_{сз} = -32,3 + \frac{\lg(\text{бали})}{5,2}, \quad (9)$$

Ризик, пов'язаний із санітарно-токсикологічними властивостями води та гідрохімічними показниками забруднення, визначався на основі рівняння:

$$P_{ст/гх} = -32,3 + \lg\left(\frac{C_i}{C_N}\right), \quad (10)$$

де  $C_i$  — концентрація  $i$ -ї речовини у водному середовищі;  $C_N$  — екологічний норматив для водних об'єктів відповідної категорії [9].

Разом з тим слід зазначити, що практична оцінка більшості екологічних ризиків, зокрема пов'язаних зі станом водних об'єктів, характеризується високим рівнем інформаційної невизначеності та відсутністю достовірних кількісних показників розвитку майбутніх ситуацій. В умовах такої невизначеності застосування класичних статистичних методів є істотно ускладненим, оскільки неможливо забезпечити надійну кількісно-часову оцінку ймовірності реалізації подій.

Сучасний апарат багатовимірного статистичного аналізу дозволяє здійснювати оцінювання лише з певною мірою ймовірності реалізації подій з урахуванням їх кількісних та якісних характеристик. У зв'язку з цим доцільним є формалізований підхід до визначення та оцінювання екологічних ризиків на основі методів експертного оцінювання.

З цієї позиції одним із достатньо обґрунтованих та аргументованих підходів до розв'язання завдань експертного оцінювання екологічних ризиків є метод побудови шкал якісного та кількісного оцінювання показників ризику, запропонований у роботі [9].

При трактуванні отриманих величин екологічного ризику пропонується користуватися наступною ранговою шкалою (табл. 1).

**Водна мережа Рівненського району** представлена річками басейнів Горині, Стиру та їх приток, численними меліоративними каналами, ставками та водосховищами. Значна частина водних об'єктів зазнає впливу сільськогосподарського використання

територій, скидів недостатньо очищених стічних вод, а також зарегулювання русел.

Проблеми погіршення якості води проявляються у підвищенні вмісту біогенних елементів, органічних сполук, важких металів, що негативно впливає на біорізноманіття та екологічний стан водних екосистем.

Таблиця 1

Залежність якості поверхневих вод від величини екологічного ризику [10]

| Клас якості води    | Характеристика водних ресурсів   | Значення екологічного ризику |
|---------------------|--|------------------------------|
| I<br>Відмінний      | Водні об'єкти в природному стані звичайно оліготрофні, вода прозора чи з невеликою кількістю гумусу. Водні об'єкти придатні для усіх видів використання  | <0,1                         |
| II<br>Гарний        | Водні об'єкти близькі до природного стану чи слабо евтрофовані. Вода придатна для усіх видів використання.   | 0,1 – 0,19                   |
| III<br>Задовільний  | Водні об'єкти знаходяться під слабким впливом стічних вод, площинних джерел забруднення чи інших видів впливу. Якість звичайно задовольняє вимогам більшості видів водокористування.   | 0,2 – 0,59                   |
| IV<br>Незадовільний | Вода водних об'єктів значно забруднена в результаті надходження стічних вод, поверхневого стоку, а також під впливом інших факторів. Водні об'єкти придатні тільки для тих видів використання, у яких менш жорсткі вимоги до якості води | 0,6 – 0,89                   |
| V<br>Поганий        | Водні об'єкти сильно забруднені стічними водами, поверхневим стоком чи у результаті впливу інших факторів  | 0,9 – 1,0                    |

До ключових екологічних ризиків для водних об'єктів Рівненського району належать: гідрологічні ризики – зменшення стоку, обміління малих річок, порушення природного водообміну; якісні ризики – зростання концентрації забруднюючих речовин через зменшення водності; біоекологічні ризики – евтрофікація, «цвітіння» води, зниження чисельності гідробіонтів; соціально-економічні ризики – дефіцит якісної питної води, зростання витрат на водопідготовку.

Кліматичні зміни посилюють ці ризики, знижуючи адаптаційний потенціал водних екосистем.

Територія Рівненського району розташована в межах басейнів річок Горинь та Стир, які є складовими великої транскордонної системи річки Прип'ять. У контексті кліматичних змін для регіону характерними є: зменшення весняного водопілля внаслідок скорочення снігового покриву; збільшення тривалості літньої межени; підвищення температури води у малих водотоках; зростання ризику локальних паводків після інтенсивних злив.

Підвищення температури води стимулює розвиток синьо-зелених водоростей, що призводить до евтрофікації та погіршення кисневого режиму. Водночас зниження стоку спричиняє накопичення забруднюючих речовин, особливо азотних та фосфорних сполук, які надходять із сільськогосподарських угідь.

В ході проведення розрахунків сумарного екологічного ризику погіршення якості води у водоймах Рівненського району були використані матеріали гідрохімічного та гідродинамічного моніторингу Департаменту екології та природних ресурсів Рівненської облдержадміністрації, Рівненського обласного центру з гідрометеорології та власних наукових досліджень Національного університету водного господарства та природокористування (табл. 2).

Таблиця 2

Розрахунок сумарного екологічного ризику погіршення стану водних ресурсів Рівненського району

| Річка     | Середнє значення індексу екологічних показників |          |              |               |            |       | Сумарний екологічний | Якісна характеристика зон ризику | Загальна оцінка якості води |
|-----------|---|----------|--------------|---------------|------------|-------|----------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|           | $R_{op}$  | $R_{ck}$ | $R_{T_{rx}}$ | $R_{H_{f.A}}$ | $R_{Op_A}$ | $R_p$ |                      |                                  |                             |
| 1         | 2   | 3        | 4            | 5             | 6          | 7     | 8                    | 9                                | 10                          |
| Горинь    | 0,39  | 0,85     | 0,78         | 0,92          | 0,74       | 0,15  | 0,62                 | незадовільний                    | забруднена                  |
| Устя      | 0,41  | 1,45     | 1,62         | 1,38          | 1,71       | 0,15  | 0,98                 | поганий                          | сильно забруднена           |
| Стубла    | 0,29  | 0,76     | 0,69         | 0,82          | 0,73       | 0,15  | 0,39                 | задовільний                      | відносно чиста              |
| Путилівка | 0,35  | 1,12     | 1,05         | 1,18          | 1,09       | 0,15  | 0,74                 | незадовільний                    | забруднена                  |

Результати розрахунку сумарного екологічного ризику свідчать про істотну диференціацію стану водних об'єктів Рівненського району залежно від рівня антропогенного навантаження та гідрологічних



особливостей водотоків. Найвищі значення сумарного ризику ( $ER = 0,98$ ) встановлено для річки Устя, що відповідає V класу якості води («поганий» стан). Такий показник зумовлений значним впливом урбанізованої території м. Рівне, зокрема скидами недостатньо очищених стічних вод, поверхневим стоком з транспортної інфраструктури та високою концентрацією біогенних речовин.

Для річки Горинь сумарний екологічний ризик становить  $0,62$ , що відповідає IV класу якості («незадовільний» стан). Незважаючи на відносно високий потенціал самоочищення як транзитної річки, негативний вплив формують дифузні джерела забруднення аграрного походження, зокрема надходження азотних і фосфорних сполук із сільськогосподарських угідь.

Річка Путилівка характеризується значенням  $ER = 0,74$ , що також відповідає незадовільному стану. Враховуючи малу водність і низьку буферну здатність екосистеми, навіть незначні локальні скиди призводять до суттєвого погіршення гідрохімічних показників.

Найменший сумарний ризик зафіксовано для річки Стубла ( $ER = 0,39$ ), що відповідає III класу якості води («задовільний» стан). Це свідчить про відносно помірний рівень антропогенного навантаження та кращу екологічну стійкість водної екосистеми.

Отримані результати підтверджують, що основними чинниками формування ризику є трофо-сапробіологічні показники ( $RT_{гх}$ ), а також показники токсичної дії неорганічних і органічних речовин ( $RHr_A$ ,  $ROp_A$ ). Радіаційна складова ризику ( $Rp$ ) у структурі сумарного показника є мінімальною.

Кліматичні зміни посилюють виявлені негативні тенденції. Підвищення температури води активізує біохімічні процеси розкладу органічних речовин, що спричиняє зростання показників БСК<sub>5</sub> та ХСК. Зменшення водності річок у літній період знижує розбавлювальну здатність водотоків, унаслідок чого концентрації забруднювальних речовин зростають навіть без збільшення їх фактичного надходження.

Особливо вразливими є малі річки, для яких характерні короткі гідрологічні цикли та швидка реакція на зміну кліматичних параметрів. У таких умовах навіть помірні антропогенні впливи можуть трансформуватися у критичні екологічні ризики.

Ефективна стратегія зниження екологічних ризиків повинна базуватися на принципах інтегрованого управління водними ресурсами (ІУВР), що передбачає координацію діяльності органів

місцевого самоврядування, водогосподарських організацій, аграрного сектору та громадськості.

Ключові напрями адаптації:

1. Регулювання дифузного забруднення. Впровадження екологічно збалансованих агротехнологій, створення буферних смуг уздовж водотоків, мінімізація застосування мінеральних добрив.

2. Модернізація інженерної інфраструктури. Реконструкція очисних споруд із впровадженням сучасних технологій біологічного очищення та доочистки стічних вод.

3. Відновлення природної гідроморфології. Демонтаж застарілих гідротехнічних споруд, відновлення природних русел, ренатуралізація заплав.

4. Водозбереження та повторне використання води. Стимулювання підприємств до впровадження замкнених циклів водокористування.

Природоорієнтовані рішення є одним із найбільш ефективних і економічно доцільних інструментів адаптації до кліматичних змін. Відновлення водно-болотних угідь сприяє акумулюванню надлишкової води в період паводків і підтриманню стоку в посушливі періоди. Лісорозведення в прибережних зонах покращує фільтрацію поверхневого стоку та зменшує ерозійні процеси.

Застосування таких підходів дозволяє не лише знизити екологічні ризики, але й підвищити екосистемні послуги, зокрема регуляцію мікроклімату та збереження біорізноманіття.

Успішність впровадження стратегії значною мірою залежить від фінансових механізмів та нормативно-правового регулювання. Доцільним є: залучення коштів екологічних фондів; участь територіальних громад у грантових програмах; впровадження економічних стимулів для суб'єктів господарювання, що зменшують водоекологічні ризики.

Особливого значення набуває цифровізація управління водними ресурсами — створення регіональних інформаційних платформ моніторингу стану водних об'єктів.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку прогнозних моделей зміни екологічного стану водних об'єктів за різних кліматичних сценаріїв, а також на вдосконалення методики інтегральної оцінки ризику з урахуванням кумулятивного ефекту забруднювальних речовин. Важливим є також застосування багатофакторного аналізу для встановлення вагових коефіцієнтів окремих складових ризику.

**Отже, встановлено,** що водні об'єкти Рівненського району характеризуються різним рівнем екологічного ризику, найбільш критична ситуація спостерігається у басейні річки Устя. Основними чинниками формування ризику є надходження біогенних і токсичних речовин, що посилюється впливом кліматичних змін. Запропонована стратегія передбачає поєднання інженерних, природоорієнтованих та управлінських заходів. Реалізація запропонованих заходів дозволить підвищити екологічну стійкість водних екосистем і забезпечити збереження водних ресурсів регіону в умовах кліматичних трансформацій.

1. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / [В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Окнісюк та ін.]. К.: Символ-Т, 1998. 28 с. **2.** Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / А. В. Гриценко, О. Г. Васенко, Г. А. Верніченко та ін. Х.: УкрНДІЕП. 2012. 37 с. **3.** Рибалова О. В., Белан С. В. Екологічний ризик погіршення стану ґрунтів і земельних ресурсів України. *Екологія и промисленность*. 2013. № 3. С.15–22. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekolprom\\_2013\\_3\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekolprom_2013_3_5). **4.** Serbov M., Hryb O., Pylypiuk V. Assessment of the ecological risk of pollution of soil and bottom sediments in the Ukrainian Danube region. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2021. 2. Рр. 137– 144. URL: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2021-2/137> **5.** Шурда К. Е. Методи якісного та кількісного аналізу ризиків. Збалансоване природокористування. 2020. Вип. 4. С. 64 – 72. doi: 10.33730/2310-4678.4.2020. **6.** Юрасов С. М., Сафранов Т. А., Чугай А. В. Оцінка якості природних вод: навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2012. 168 с. **7.** Степаненко С. М., Польовий А. М. та ін. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату: монографія/ за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса: ТЕС, 2018. 548с. **8.** Розроблення методичного підходу до визначення екологічних ризиків забруднення водних об'єктів у межах індустріально розвинутих територій (на прикладі річок міста Харків) [Електронний ресурс] / Н. С. Лобода, Н. Д. Отченаш, Н. О. Федіна // *Український гідрометеорологічний журнал*. - 2023. № 31. С. 88-102. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uggj\\_2023\\_31\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uggj_2023_31_8). **9.** Дем'янова О. О., Рибалова О. В. Новий підхід до оцінювання екологічного ризику погіршення стану басейну річки Інгулець в Херсонській області// *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. № 1/6(61). 2013. С. 45-49. **10.** Таранюк К. В. Організаційно-економічні основи управління екологічним ризиком на регіональному рівні. Дисер. канд. екон. наук спец. 08.00.06 Економіка природокористування та охорони навколишнього середовища, Суми, 2013. 259 с. **11.** Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ: Ніка-Центр, 2001. 264с. **12.** Клименко М. О., Буднік З. М., Копилова О. М. Кліматичні особливості формування екологічного стану басейну р. Іква. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки* : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2020. Вип. 2(90). С. 60-71. URL: <https://doi.org/10.31713/vs220206>

## REFERENCES:

- 1.** Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnymy katehoriiami / [V. D. Romanenko, V. M. Zhukynskyy, O. P. Oknisiuk ta in.]. Kyiv: Symvol-T, 1998. 28 p.
  - 2.** Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnymy katehoriiami / A. V. Hrytsenko, O. H. Vasenko, H. A. Vernichenko ta in. Kharkiv: UkrNDIEP, 2012. 37 p.
  - 3.** Rybalova O. V., Bielan S. V. Ekolohichniy ryzyk pohirshennia stanu gruntiv i zemelnykh resursiv Ukrainy. Ekolohyia y promyshlennost. 2013. No. 3. P. 15–22. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekolprom\\_2013\\_3\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekolprom_2013_3_5).
  - 4.** Serbov M., Hryb O., Pylypiuk V. (2021). Assessment of the ecological risk of pollution of soil and bottom sediments in the Ukrainian Danube region. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2021. No. 2. Pp. 137–144.
  - 5.** Shurda K. E. Metody yakisnoho ta kilykysnoho analizu ryzykiv. Zbalansovane pryrodokorystuvannia. 2020. Iss. 4. P. 64–72. doi:10.33730/2310-4678.4.2020.
  - 6.** Yurasov S. M., Safranov T. A., Chuhai A. V. Otsinka yakosti pryrodnykh vod: navchalnyi posibnyk. Odesa: Ekolohiia, 2012. 168 p.
  - 7.** Stepanenko S. M., Polovyi A. M. et al. Klimatychni ryzyky funktsionuvannia haluzei ekonomiky Ukrainy v umovakh zminy klimatu: monohrafiia / ed. by S. M. Stepanenko, A. M. Polovyi. Odesa: TES, 2018. 548 p.
  - 8.** Loboda N. S., Otchenash N. D., Fedina N. O. Rozroblennia metodychnoho pidkhodu do vyznachennia ekolohichnykh ryzykiv zabrudnennia vodnykh ob'iektiv u mezhakh industrialno rozvynutykh terytorii (na prykladi richok mista Kharkiv) [Electronic resource]. *Ukrainskyi Hidrometeorolohichniy Zhurnal*. 2023. No. 31. P. 88–102. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uggj\\_2023\\_31\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uggj_2023_31_8).
  - 9.** Demianova O. O., Rybalova O. V. Novyi pidkhid do otsiniuvannia ekolohichnoho ryzyku pohirshennia stanu baseinu richky Inhulets v Khersonskii oblasti. *Vostochno-Evropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii*. 2013. No. 1/6(61). P. 45–49.
  - 10.** Taraniuk K. V. Orhanizatsiino-ekonomichni osnovy upravlinnia ekolohichnym ryzykom na rehionalnomu rivni. PhD thesis (Economics), specialty 08.00.06 – Economics of Nature Management and Environmental Protection. Sumy, 2013. 259 p.
  - 11.** Snizhko S. I. Otsinka ta prohnozuvannia yakosti pryrodnykh vod. Kyiv: Nika-Tsentr, 2001. 264 p.
  - 12.** Klymenko M. O., Budnik Z. M., Kopylova O. M. Klimatychni osoblyvosti formuvannia ekolohichnoho stanu baseinu r. Ikva. *Visnyk NUWEE. Silskohospodarski nauky: zbirnyk naukovykh prats*. Rivne: NUWEE, 2020. Iss. 2(90). P. 60–71.
-

**Pryshchepa A. M.** [1: ORCID ID: 0000-0001-5096-9088],  
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,  
**Budnik Z. M.** [1: ORCID ID: 0000-0002-0579-954X],  
PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor,  
**Poltavchenko T. V.** [1: ORCID ID: 0000-0001-8531-2924],  
PhD in Veterinary Sciences, Associate Professor,  
**Kovalchuk N. S.** [1: ORCID ID: 0000-0003-2495-7731],  
Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor,  
**Rabeshko O. V.** [1],  
Postgraduate Student

<sup>1</sup>National University of Water and Environmental Engineering, Rivne

## **STRATEGY FOR REDUCING ENVIRONMENTAL RISKS TO WATER BODIES OF THE RIVNE DISTRICT UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS**

The article presents a comprehensive assessment of environmental risks related to the deterioration of the condition of water bodies in the Rivne District under increasing anthropogenic pressure and climate change. The region's water resources play an important role in meeting the needs of the population and supporting the functioning of the agricultural sector and industry; however, they are affected by diffuse agricultural pollution, discharges of insufficiently treated wastewater, transformation of hydromorphological characteristics, and rising water temperatures. Environmental risk assessment was carried out using a regulatory approach and integral indicators of surface water quality, taking into account organoleptic, hydrochemical, toxicological, and radiological components. The total environmental risk was determined using a differentiated system of indicators with subsequent ranking by water quality classes.

The calculations revealed significant spatial differentiation in the condition of aquatic ecosystems. The most critical situation is characteristic of the Ustia River (ER = 0.98), which corresponds to Class V water quality ("poor" status), while the Stubla River is characterized by a satisfactory condition (ER = 0.39). The main risk-forming factors are trophic-saprobic indicators and the content of toxic inorganic and organic substances. It has been demonstrated that climate change intensifies negative trends through reduced water availability, increased water temperature, and intensification of eutrophication processes.

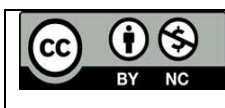
A strategy for reducing environmental risks is proposed, based on the principles of integrated water resources management and *передусматриває* a combination of engineering, nature-based, and management measures.

**Implementation of the proposed approaches will contribute to increasing the ecological resilience of aquatic ecosystems and ensuring the rational use of the region's water resources.**

**An important element of implementing the proposed strategy is the improvement of the environmental monitoring system based on digital technologies, geographic information systems, and predictive models, which will enable timely identification of critical changes in water quality and prompt response. The introduction of a risk-oriented approach to water resources management will help optimize financial expenditures, concentrate resources on the most problematic sections of river basins, and improve the effectiveness of environmental protection measures. At the same time, active involvement of territorial communities, water users, and economic entities in the planning and implementation of water protection policy will create prerequisites for fostering responsible attitudes toward water resources and ensuring long-term environmental security of the region.**

**Keywords:** environmental risk; water bodies; surface water quality; climate change; integrated water resources management; anthropogenic pressure; nature-based solutions.

Отримано/ Received: 05.03.2026  
Прийнято до друку / Accepted: 19.03.2026  
Опубліковано/ Published: 27.03.2026



© 2026 [Pryshchepa A. M., Budnik Z. M., Poltavchenko T. V., Kovalchuk N. S., Rabeshko O. V.]. Licensee {NUWEE}. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC) license ([creativecommons.org](https://creativecommons.org))