УДК 639.3:504.45:556.53(477.42)
DOI https://doi.org/10.37406/2706-9052-2026-2-8

Ковальова С. П.
кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник,
докторант кафедри екології та природоохоронних технологій,
Державний університет «Житомирська політехніка»
Житомир, Україна
E-mail: *svitlanakovalova2@gmail.com*
ORCID: *0000-0003-1858-625X*

Вербельчук С. П.
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: *verba5551@ukr.net*
ORCID: *0000-0002-1136-5617*

Кобернюк В. В.
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: *kobernukvera@gmail.com*
ORCID: *0000-0001-7037-8269*

Вербельчук Т. В.
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: *ver-ba555@ukr.net*
ORCID: *0000-0001-7334-4507*

Матковська С. І.
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,
Поліський національний університет
Житомир, Україна
E-mail: *matkovcka@ukr.net*
ORCID: *0000-0002-8019-5498*

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ЖИТОМИРСЬКОГО РАЙОНУ ТА ЇХ ПРИДАТНОСТІ ДЛЯ ПОТРЕБ АКВАКУЛЬТУРИ

Анотація

Забезпечення належної якості поверхневих вод є однією з ключових передумов сталого розвитку аквакультури, збереження біорізноманіття водних екосистем та ефективного використання водних ресурсів. В умовах посилення антропогенного навантаження, інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, урбанізації та кліматичних змін особливого значення набуває систематичний екологічний моніторинг поверхневих вод, що дозволяє своєчасно виявляти негативні зміни їхнього екологічного стану та обґрунтовувати природоохоронні заходи. Метою дослідження було здійснення комплексної екологічної оцінки якості поверхневих вод Житомирського району за фізико-хімічними показниками та вмістом важких металів, визначення їх відповідності чинним екологічним нормативам і встановлення придатності досліджених водних об'єктів для використання у сфері аквакультури.

Дослідження виконано у 2025 році на семи стаціонарних пунктах моніторингу, розташованих на річках Тетерів, Кам'янка, Гуйва та Гнилоп'ять. Відбір проб проводили у весняний, літній, осінній та передзимовий періоди. У лабораторних

© Ковальова С. П., Вербельчук С. П., Кобернюк В. В., Вербельчук Т. В., Матковська С. І., 2026 pISSN 2706-9052, eISSN 2706-851X

умовах визначали водневий показник (pH), загальну жорсткість, концентрацію хлоридів, а також вміст свинцю, кадмію, цинку, мангану, міді та заліза. Результати досліджень опрацьовано методами варіаційної статистики з визначенням середніх значень та похибки середнього (M ± m). Комплексну екологічну оцінку здійснювали відповідно до чинних нормативно-методичних документів України та міжнародних рекомендацій щодо оцінювання якості поверхневих вод.

Установлено, що досліджені поверхневі води характеризуються відносно стабільним гідрохімічним режимом. Значення pH знаходилися в межах 7,65–8,28, загальна жорсткість становила 4,13–7,61 мг-екв./л, концентрація хлоридів – 29,63–43,55 мг/л. Концентрації важких металів характеризувалися просторовою мінливістю, однак у більшості випадків відповідали рівням, характерним для поверхневих вод Поліського регіону. Найбільшу варіабельність встановлено для заліза та мангану, що обумовлено природними геохімічними особливостями водозбірних територій та локальним антропогенним впливом. За результатами комплексної оцінки більшість досліджених водних об'єктів віднесено до водойм із добрим екологічним станом, придатних для використання у рибогосподарських цілях та ведення аквакультури за умови систематичного екологічного моніторингу.

Наукова новизна роботи полягає у проведенні комплексної оцінки сучасного екологічного стану поверхневих вод Житомирського району за результатами сезонного моніторингу 2025 року із використанням комплексу фізико-хімічних показників та вмісту важких металів, що дозволило обґрунтувати їх придатність для потреб аквакультури. Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості їх використання під час здійснення державного та виробничого моніторингу поверхневих вод, планування природоохоронних заходів, управління водними ресурсами, оцінювання екологічних ризиків та розроблення рекомендацій щодо сталого розвитку аквакультури в умовах Житомирського Полісся.

Ключові слова: *якість поверхневих вод, екологічна оцінка, аквакультура, екологічний моніторинг, гідрохімічні показники, важкі метали, Житомирський район, водні ресурси.*

Вступ. Збереження екологічної якості поверхневих вод є одним із пріоритетних напрямів сучасної екологічної політики та важливою умовою сталого використання водних ресурсів. Поверхневі водні об'єкти забезпечують функціонування природних екосистем, розвиток аквакультури, рибного господарства, сільськогосподарського виробництва та інших галузей економіки. Водночас зростання антропогенного навантаження, урбанізація, інтенсифікація сільського господарства та зміни клімату спричиняють погіршення екологічного стану водойм, що обумовлює необхідність систематичного моніторингу їх якості та своєчасного впровадження природоохоронних заходів [3; 8; 10].

Правові засади охорони та використання водних ресурсів в Україні визначаються Водним кодексом України, Законами України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про аквакультуру» та Порядком здійснення державного моніторингу вод [3; 8; 9; 10]. Система державного моніторингу гармонізована з положеннями Водної рамкової директиви Європейського Союзу, що передбачає комплексну оцінку екологічного стану поверхневих вод та забезпечення їх доброго екологічного статусу [21].

Наукові основи екологічної оцінки поверхневих вод, методичні підходи до визначення їх якості та класифікації розроблено у працях В. Д. Романенка, А. В. Яцика, В. К. Хільчевського, С. І. Сніжка та інших учених [5; 6; 14; 15; 16; 17]. Значний внесок у дослідження екологічного стану поверхневих вод Житомирського Полісся зробили С. П. Ковальова, Р. П. Паламарчук, Л. Д. Романчук, П. М. Салій та їхні співавтори, які дослідили особливості гідрохімічного режиму водойм регіону, вплив антропогенних чинників на якість води та обґрунтували підходи до екологічного моніторингу [7, с. 101–105; 12, с. 119–125; 13, с. 41–48].

Особливого значення екологічна оцінка поверхневих вод набуває для розвитку аквакультури, оскільки фізико-хімічні показники водного середовища визначають умови існування гідробіонтів, рівень рибопродуктивності водойм та безпечність продукції рибництва [2, с. 381–396; 19; 20]. Сучасні міжнародні дослідження підтверджують, що комплексне визначення фізико-хімічних показників, концентрацій важких металів та інтегральних індексів якості води є одним із найбільш інформативних підходів до оцінки екологічного стану водних екосистем і можливості їх використання для потреб аквакультури [18; 23; 24; 25].

Актуальні дані моніторингу підтверджують необхідність систематичного контролю якісного стану поверхневих вод регіону. За результатами аналітичного огляду якісного стану масивів поверхневих вод суббасейну річки Прип'ять за червень 2026 року простежується просторова мінливість показників якості води, що зумовлює необхідність подальшого комплексного оцінювання стану водних об'єктів та виявлення локальних проявів антропогенного навантаження [1].

Незважаючи на наявність значної кількості наукових праць, сучасна інформація щодо екологічного стану поверхневих вод Житомирського району, особливо в частині комплексної оцінки фізико-хімічних показників та вмісту важких металів, є недостатньо узагальненою. Це обумовлює необхідність проведення комплексних досліджень, результати яких можуть бути використані для оцінки придатності водойм до рибогосподарського використання та розроблення заходів щодо раціонального використання водних ресурсів.

Мета дослідження – здійснити комплексну екологічну оцінку якості поверхневих вод Житомирського району за фізико-хімічними показниками та вмістом важких металів, визначити їх відповідність чинним екологічним нормативам і оцінити придатність досліджуваних водних об'єктів для використання у сфері аквакультури.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводили упродовж 2025 року на поверхневих водних об'єктах Житомирського району, які характеризуються різним ступенем антропогенного навантаження та мають потенціал для використання у рибогосподарських цілях. До програми моніторингу було включено сім

пунктів спостережень, розташованих на річках Тетерів, Гуйва, Гнилоп'ять і Кам'янка. Вибір пунктів дослідження здійснювали з урахуванням особливостей басейнової структури, характеру землекористування, наявності потенційних джерел забруднення та перспектив використання водойм для потреб аквакультури.

Сезонний відбір проб води проводили чотири рази на рік (березень, травень, вересень і листопад), що дозволило охопити основні гідрологічні періоди та мінімізувати вплив сезонних коливань на оцінку якості води. Відбір, транспортування та лабораторний аналіз проб здійснювали відповідно до вимог чинного природоохоронного законодавства України, нормативних документів державного моніторингу вод та загальноприйнятих методик екологічної оцінки поверхневих вод [3; 5; 6; 9].

У відібраних пробах визначали фізико-хімічні показники, що характеризують екологічний стан водойм, зокрема водневий показник (pH), загальну жорсткість, концентрацію хлоридів, а також вміст важких металів (Pb, Cd, Zn, Mn, Cu та Fe). Перелік досліджуваних показників сформовано з урахуванням їх екологічної значущості, потенційного впливу на водні екосистеми та вимог до якості води, що використовується для рибогосподарських потреб [5; 6; 17; 20].

Схему розташування пунктів моніторингу наведено на рис. 1.

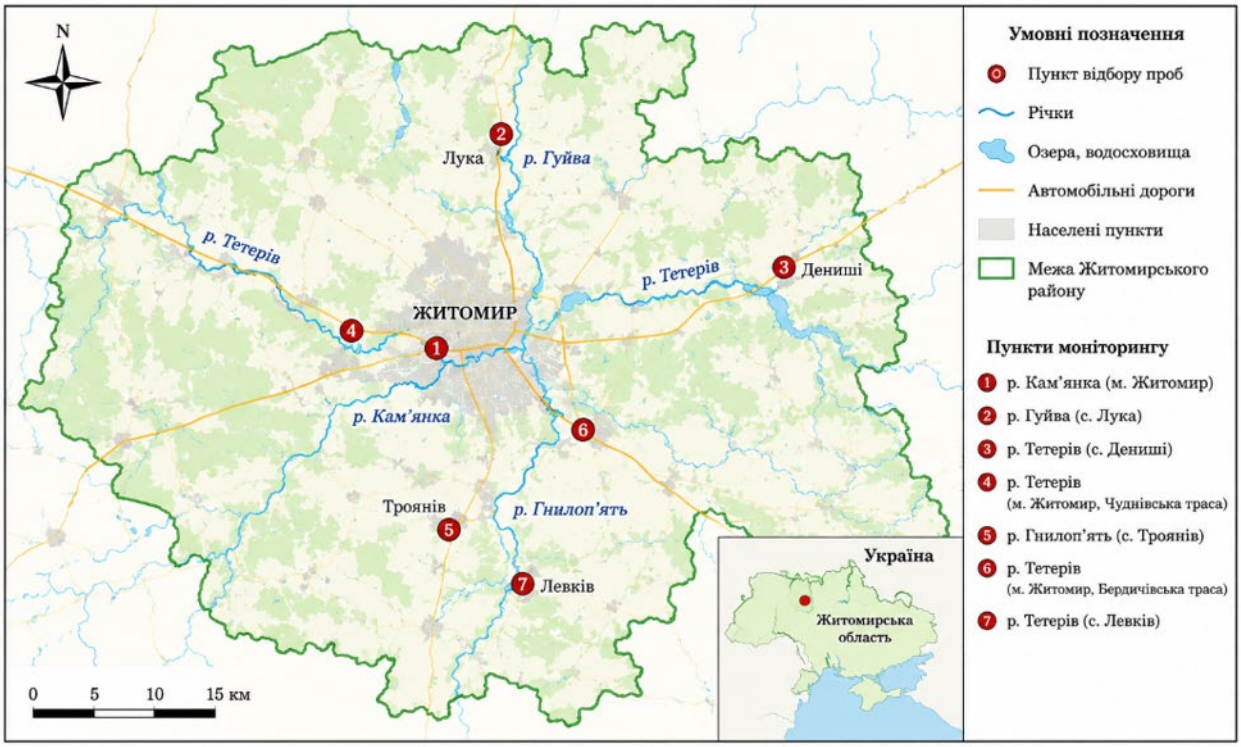


Рис. 1. Схема розташування пунктів відбору проб поверхневих вод Житомирського району

Джерело: розроблено авторами

Аналіз просторового розміщення пунктів спостережень свідчить, що вони охоплюють водні об'єкти з різним рівнем антропогенного навантаження. До дослідження включено ділянки річок, які перебувають під впливом урбанізованих територій, сільськогосподарських угідь та природних ландшафтів. Такий підхід забезпечує можливість об'єктивної оцінки сучасного екологічного стану поверхневих вод і дозволяє встановити особливості формування їх гідрохімічного режиму.

Основну характеристику пунктів моніторингу наведено в табл. 1.

Досліджувані пункти моніторингу охоплюють основні поверхневі водні об'єкти Житомирського району та характеризуються різними природними умовами формування водного режиму й інтенсивністю антропогенного навантаження. Такий підхід забезпечує репрезентативність отриманих результатів і дозволяє оцінити сучасний екологічний стан поверхневих вод залежно від особливостей використання прилеглих територій.

Найбільшого антропогенного впливу зазнають річки Кам'янка в межах м. Житомира, Гуйва поблизу с. Лука та ділянки річки Тетерів у районі транспортних магістралей. Формування якості води на цих ділянках відбувається під впливом урбанізованих територій, поверхневого стоку з автомобільних доріг, комунально-побутових і частково промислових стічних вод. Крім того, істотний внесок у зміну гідрохімічного режиму здійснює дифузне надходження забруднювальних речовин із сільськогосподарських угідь, розташованих у межах водозбірних площ [3; 10; 21].

Водночас пункти моніторингу, розташовані у верхніх та середніх течіях річок, характеризуються меншою інтенсивністю антропогенного навантаження, що дозволяє використовувати їх як умовно фонові ділянки під час

оцінювання просторових змін екологічного стану водних екосистем. Порівняння результатів досліджень між такими ділянками дає можливість встановити характер і масштаби впливу господарської діяльності на якість поверхневих вод.

Таблиця 1. Характеристика пунктів моніторингу поверхневих вод Житомирського району

№ пункту	Водний об'єкт	Місце відбору проб	Характеристика ділянки	Основний антропогенний вплив
1	р. Кам'янка	м. Житомир	Мала річка в межах урбанізованої території	Комунальне навантаження, поверхневий стік із міської території
2	р. Гуйва	с. Лука	Ділянка річки у зоні сільськогосподарського використання	Сільськогосподарське навантаження, поверхневий стік із орних земель
3	р. Тетерів	с. Дениші	Верхня течія річки з переважно природними умовами	Незначний рекреаційний вплив
4	р. Тетерів	м. Житомир (Чуднівська траса)	Урбанізована ділянка річки	Транспортна інфраструктура, міський поверхневий стік
5	р. Гнилоп'ять	с. Троянів	Ділянка річки у зоні сільськогосподарських угідь	Агроландшафти, локальне господарське навантаження
6	р. Тетерів	м. Житомир (Бердичівська траса)	Ділянка нижче межі міста	Комунальне та транспортне навантаження
7	р. Тетерів	с. Левків	Ділянка нижче за течією від міста	Комплексний вплив міської та сільськогосподарської діяльності

Джерело: сформовано авторами за результатами польових досліджень.

Вибір саме цих пунктів моніторингу також обумовлений перспективами використання водних об'єктів для потреб аквакультури. Відомо, що ефективність вирощування риби безпосередньо залежить від стабільності гідрохімічного режиму, концентрації біогенних і токсичних елементів та відсутності критичних екологічних навантажень. Саме тому комплексна оцінка якості води повинна враховувати не лише відповідність нормативним показникам, але й просторові особливості формування водного середовища [2, с. 381–396; 17; 18].

Отже, сформована мережа пунктів спостережень дозволяє об'єктивно оцінити сучасний екологічний стан поверхневих вод Житомирського району, визначити основні чинники формування їх якості та надати науково обґрунтовану оцінку придатності досліджуваних водойм для рибогосподарського використання й розвитку аквакультури.

Наступним етапом досліджень було визначення фізико-хімічних показників поверхневих вод, які найбільш повно характеризують сучасний екологічний стан водойм та їх придатність для використання у рибогосподарських цілях. До аналізу включено показники загальної жорсткості, вмісту хлоридів, водневого показника (pH), а також концентрації важких металів (Pb, Cd, Zn, Mn, Cu та Fe), які є чутливими індикаторами антропогенного навантаження на водні екосистеми та можуть суттєво впливати на функціонування гідробіоценозів і безпечність продукції аквакультури [5; 17; 18; 24].

Узагальнені результати визначення фізико-хімічних показників поверхневих вод Житомирського району за результатами сезонного моніторингу 2025 року наведено в таблиці 2.

Аналіз результатів, наведених у таблиці 2, свідчить, що досліджувані поверхневі води Житомирського району характеризуються відносно стабільними фізико-хімічними показниками, проте між окремими пунктами спостережень простежуються певні відмінності, зумовлені природними умовами формування водного стоку та різною інтенсивністю антропогенного навантаження.

Одним із важливих показників якості природних вод є загальна жорсткість, яка визначає вміст солей кальцію та магнію і безпосередньо впливає на гідрохімічний режим водойм, фізіологічний стан гідробіонтів та ефективність рибогосподарського використання водойм [17; 20]. За результатами проведених досліджень величина загальної жорсткості змінювалася від 4,13 мг-екв./л у воді р. Кам'янка (м. Житомир) до 7,61 мг-екв./л у р. Гуйва поблизу с. Лука. В інших пунктах спостережень цей показник перебував у межах 5,06–6,26 мг-екв./л, що свідчить про достатньо однорідний сольовий склад досліджуваних водойм.

Отримані значення відповідають природним особливостям річок Поліської зони та не перевищують величин, які можуть негативно впливати на розвиток гідробіонтів або обмежувати використання водойм у рибогосподарській практиці. Відомо, що помірна жорсткість води створює сприятливі умови для розвитку кормової бази, нормального перебігу фізіологічних процесів у риб та підтримання стабільності гідрохімічного режиму водойм [17; 20]. Дещо вищі значення жорсткості у воді річки Гуйва можуть бути пов'язані з особливостями геологічної будови водозбірної території, а також надходженням мінералізованого поверхневого стоку із сільськогосподарських угідь.

Таблиця 2. Середні значення фізико-хімічних показників поверхневих вод Житомирського району за результатами моніторингу у 2025 році (M±m, n = 4)

Пункт моніторингу	Жорсткість, мг-екв./л	Хлориди, мг/л	pH	Хімічні елементи, мг/л					
				Pb	Cd	Zn	Mn	Cu	Fe
р. Кам'янка (м. Житомир)	4,13±0,21	29,63±1,91	7,65±0,06	0,016±0,002	0,0015±0,0001	0,024±0,004	0,080±0,007	0,009±0,002	0,435±0,012
р. Гуйва (с. Лука)	7,61±0,25	40,10±3,06	7,98±0,10	0,025±0,001	0,0029±0,0002	0,017±0,004	0,020±0,003	0,012±0,002	0,128±0,026
р. Тетерів (с. Дениші)	5,06±0,28	35,93±3,68	7,95±0,11	0,021±0,001	0,0017±0,0002	0,018±0,002	0,061±0,007	0,006±0,001	0,255±0,009
р. Тетерів (Чуднівська траса)	5,40±0,28	32,36±2,40	8,03±0,09	0,022±0,002	0,0018±0,0002	0,015±0,001	0,060±0,014	0,017±0,003	0,152±0,025
р. Гнилоп'ять (с. Троянів)	6,26±0,31	43,55±2,46	8,08±0,12	0,018±0,002	0,0024±0,0002	0,017±0,001	0,069±0,012	0,009±0,001	0,226±0,030
р. Тетерів (Бердичівська траса)	5,77±0,40	29,86±2,49	8,28±0,08	0,022±0,002	0,0019±0,0001	0,015±0,002	0,060±0,016	0,017±0,004	0,152±0,030
р. Тетерів (с. Левків)	5,64±0,44	32,28±2,79	8,15±0,15	0,022±0,002	0,0022±0,0003	0,013±0,002	0,024±0,005	0,007±0,002	0,250±0,036

Примітка: M – середнє арифметичне; m – похибка середнього; n = 4 сезонні відбори проб (березень, травень, вересень, листопад 2025 року).

Джерело: розраховано авторами за результатами власних досліджень.

Концентрація хлоридів у досліджуваних пробах перебувала в межах 29,63–43,55 мг/л. Найнижчий їх вміст встановлено у воді р. Кам'янка, тоді як найбільші концентрації зафіксовано у р. Гнилоп'ять. Незважаючи на певні просторові відмінності, отримані значення були значно нижчими від гранично допустимих концентрацій для водойм рибогосподарського призначення, що свідчить про відсутність суттєвого сольового забруднення досліджуваних водних об'єктів [5; 21].

Підвищення концентрації хлоридів у природних водах зазвичай пов'язують із впливом комунально-побутових стічних вод, поверхневого стоку з урбанізованих територій, використанням протиожеледних реагентів та інтенсивною господарською діяльністю в межах водозбірних басейнів. У досліджуваних водоймах виявлені концентрації свідчать про помірний рівень антропогенного навантаження та не становлять загрози для функціонування водних екосистем і розвитку аквакультури [18].

Водневий показник (pH) є одним із найважливіших критеріїв оцінювання екологічного стану поверхневих вод, оскільки визначає інтенсивність перебігу біохімічних процесів, доступність хімічних елементів та рівень токсичності окремих сполук для водних організмів. За результатами досліджень величина pH змінювалася від 7,65 до 8,28, що характеризує води досліджуваних річок як нейтральні або слабколужні.

Такі значення є оптимальними для більшості прісноводних видів риб та відповідають рекомендованим параметрам водного середовища для ведення аквакультури. Істотних відхилень показника pH між окремими пунктами моніторингу не встановлено, що свідчить про достатньо стабільний кислотно-лужний режим поверхневих вод Житомирського району.

Оцінка вмісту важких металів показала, що їх концентрації у досліджуваних поверхневих водах характеризувалися певною просторовою мінливістю, однак у більшості випадків залишалися на рівнях, характерних для річкових екосистем із помірним антропогенним навантаженням. Найбільшу екологічну увагу привертають свинець і кадмій, які належать до пріоритетних токсичних забруднювачів водного середовища та здатні накопичуватися в донних відкладах і тканинах водних організмів [18].

Концентрація свинцю (Pb) змінювалася від 0,016 до 0,025 мг/л. Найменший його вміст встановлено у воді р. Кам'янка, тоді як найбільший – у р. Гуйва поблизу с. Лука. Підвищені концентрації свинцю можуть бути пов'язані з надходженням поверхневого стоку з урбанізованих територій, автомобільних доріг та інших об'єктів господарської діяльності. Незважаючи на просторові відмінності, суттєвих локальних осередків забруднення за досліджуваними пунктами не виявлено, що свідчить про відносно рівномірний характер його надходження у водні екосистеми.

Вміст кадмію (Cd) був найнижчим серед досліджуваних металів і перебував у межах 0,0015–0,0029 мг/л. Максимальні концентрації також відмічено у р. Гуйва, тоді як мінімальні – у р. Кам'янка. Відомо, що кадмій є одним із найбільш токсичних мікроелементів навіть за низьких концентрацій, тому його контроль має важливе значення для оцінювання екологічної безпеки водойм, призначених для вирощування риби [18; 20]. Встановлені концентрації не свідчать про формування критичного екологічного ризику, однак підтверджують необхідність постійного моніторингу цього показника.

Концентрація цинку (Zn) змінювалася в межах 0,013–0,024 мг/л. Найбільший його вміст встановлено у р. Кам'янка, що, ймовірно, пов'язано з впливом міської території та поверхневого стоку. Водночас у більшості досліджуваних пунктів концентрація цинку була достатньо стабільною. Оскільки цинк є біогенним мікроелементом

і бере участь у багатьох фізіологічних процесах водних організмів, його вміст у встановлених межах не повинен негативно впливати на функціонування водних екосистем [17; 18].

Концентрація мангану (Mn) характеризувалася більшою варіабельністю порівняно з іншими металами та становила від 0,020 до 0,080 мг/л. Найвищий показник зафіксовано у воді р. Кам'янка, тоді як найнижчий – у р. Гуйва. Такі відмінності можуть бути зумовлені як природними особливостями геохімічного складу водозбірних територій, так і локальними умовами формування поверхневого стоку. Водночас концентрації мангану не виходили за межі значень, характерних для поверхневих вод Поліського регіону [13, с. 41–48].

Вміст міді (Cu) у досліджуваних пробах змінювався від 0,006 до 0,017 мг/л. Підвищені концентрації спостерігалися у двох пунктах моніторингу річки Тетерів, розташованих поблизу автомобільних магістралей, що може бути пов'язано із впливом транспортної інфраструктури та поверхневого стоку. Проте загалом концентрація міді залишалася на рівні, який не створював ризику для більшості прісноводних організмів.

Серед досліджуваних мікроелементів найбільшу варіабельність продемонстрував вміст заліза (Fe), концентрація якого становила від 0,128 до 0,435 мг/л. Максимальне значення встановлено у воді р. Кам'янка, тоді як найнижче – у р. Гуйва. Враховуючи природні особливості Полісся, підвищений вміст заліза є характерною рисою багатьох поверхневих вод регіону і зумовлений як геохімічними умовами формування водного стоку, так і процесами вимивання залізовмісних сполук із ґрунтів [15; 16]. Для потреб аквакультури встановлені концентрації потребують урахування під час вибору технологічних рішень, однак не свідчать про критичне погіршення екологічного стану досліджуваних водойм.

Таким чином, результати досліджень свідчать, що за більшістю визначених фізико-хімічних показників та концентрацій важких металів поверхневі води Житомирського району характеризуються задовільним екологічним станом. Водночас виявлені просторові відмінності підтверджують вплив природних і антропогенних чинників на формування гідрохімічного режиму окремих водних об'єктів та обґрунтовують необхідність проведення їх подальшого систематичного моніторингу.

Для комплексної оцінки екологічного стану поверхневих вод недостатньо аналізу окремих фізико-хімічних показників, оскільки їх сукупний вплив визначає загальний екологічний статус водного об'єкта та можливість його використання для господарських потреб. Саме тому наступним етапом досліджень було здійснено інтегральну екологічну оцінку якості води з урахуванням комплексу визначених показників відповідно до чинних методичних рекомендацій [5; 6; 14].

Для оцінки варіабельності досліджуваних показників було визначено середні значення та похибку середнього (M ± m), що дало можливість охарактеризувати стабільність фізико-хімічного режиму поверхневих вод у різні сезони року. Невеликі значення похибки середнього для більшості показників свідчать про відносну однорідність отриманих результатів та достатню відтворюваність проведених досліджень. Найбільшу варіабельність встановлено для концентрації заліза та мангану, що, ймовірно, пов'язано з природними геохімічними особливостями досліджуваних водозбірних басейнів та сезонними змінами гідрологічного режиму. Подібні закономірності описані й у сучасних міжнародних дослідженнях поверхневих вод помірної кліматичної зони [18].

Результати узагальненої екологічної оцінки поверхневих вод Житомирського району наведено в таблиці 3.

Таблиця 3. Комплексна екологічна оцінка придатності поверхневих вод Житомирського району для використання в аквакультурі

Водний об'єкт	Кислотно-лужний режим	Мінералізація та сольовий склад	Вміст важких металів	Загальна екологічна оцінка	Придатність для аквакультури
р. Кам'янка	відповідає нормативам	відповідає нормативам	локальне підвищення Fe	добра	придатна за умови моніторингу
р. Гуйва	відповідає нормативам	відповідає нормативам	відповідає нормативам	добра	придатна
р. Тетерів (с. Дениші)	відповідає нормативам	відповідає нормативам	відповідає нормативам	добра	придатна
р. Тетерів (Чуднівська траса)	відповідає нормативам	відповідає нормативам	відповідає нормативам	добра	придатна
р. Гнилоп'ять	відповідає нормативам	відповідає нормативам	відповідає нормативам	добра	придатна
р. Тетерів (Бердичівська траса)	відповідає нормативам	відповідає нормативам	відповідає нормативам	добра	придатна
р. Тетерів (с. Левків)	відповідає нормативам	відповідає нормативам	відповідає нормативам	добра	придатна

Аналіз інтегральної оцінки показав, що істотних відмінностей між досліджуваними пунктами моніторингу не встановлено. За сукупністю фізико-хімічних показників більшість досліджених водних об'єктів можна віднести до категорії поверхневих вод із добрим екологічним станом. Виявлені локальні відхилення окремих показників не мали системного характеру та не вплинули на загальну екологічну оцінку водойм.

Найбільш сприятливими екологічними характеристиками відзначалися ділянки річок Тетерів та Гнилоп'ять, де фізико-хімічні показники характеризувалися незначною сезонною мінливістю та відносно стабільним гідрохімічним режимом. Дещо вищий рівень антропогенного впливу простежувався на окремих ділянках річок Кам'янка та Гуйва, що підтверджується підвищенням концентрацій окремих мікроелементів і збільшенням загальної жорсткості води. Водночас навіть у цих пунктах моніторингу сукупність досліджених показників не свідчила про формування критичного екологічного стану.

Отримані результати узгоджуються з дослідженнями інших авторів, які зазначають, що для більшості річок Поліського регіону характерний задовільний гідрохімічний стан із локальними проявами антропогенного впливу поблизу населених пунктів та транспортних магістралей [7, с. 101–105; 12, с. 119–125; 13, с. 41–48]. Подібні закономірності також встановлені в сучасних міжнародних дослідженнях, де основними чинниками погіршення якості поверхневих вод визначено урбанізацію, сільськогосподарське використання територій та дифузне надходження забруднювальних речовин із водозбірних площ [18; 23].

З практичної точки зору результати проведених досліджень свідчать, що більшість досліджених поверхневих водних об'єктів Житомирського району можуть використовуватися для потреб аквакультури за умови здійснення постійного екологічного моніторингу, контролю концентрацій токсичних елементів та дотримання вимог природоохоронного законодавства щодо охорони водних ресурсів [3; 9; 21].

Незважаючи на те, що більшість досліджених фізико-хімічних показників характеризувалися незначною просторовою мінливістю, їх екологічне значення може бути об'єктивно оцінене лише шляхом порівняння з чинними нормативними вимогами. Саме такий підхід широко застосовується під час екологічної оцінки поверхневих вод та визначення їх придатності для різних видів водокористування, зокрема аквакультури [5; 6; 20]. Результати порівняльної оцінки наведено в таблиці 4.

Таблиця 4. Відповідність фізико-хімічних показників поверхневих вод Житомирського району нормативним вимогам для водойм рибогосподарського призначення

Показник	Нормативне значення*	Фактичний діапазон	Оцінка відповідності
pH	6,5–8,5	7,65–8,28	Відповідає
Загальна жорсткість, мг-екв./л	1,5–7,0**	4,13–7,61	Переважно відповідає
Хлориди, мг/л	≤300	29,63–43,55	Відповідає
Pb, мг/л	згідно чинних нормативів	0,016–0,025	Потребує постійного контролю
Cd, мг/л	згідно чинних нормативів	0,0015–0,0029	Потребує постійного контролю
Zn, мг/л	згідно чинних нормативів	0,013–0,024	Відповідає
Mn, мг/л	згідно чинних нормативів	0,020–0,080	Відповідає
Cu, мг/л	згідно чинних нормативів	0,006–0,017	Відповідає
Fe, мг/л	згідно чинних нормативів	0,128–0,435	Відповідає

Примітка: * – нормативні значення наведено відповідно до чиного природоохоронного законодавства України та методичних рекомендацій щодо оцінки якості поверхневих вод [3; 5; 6]; ** – орієнтовне значення, яке використовується для оцінювання придатності води до рибогосподарського використання.

Джерело: сформовано авторами за результатами власних досліджень.

Порівняння отриманих результатів із чиними нормативними вимогами свідчить, що більшість досліджених фізико-хімічних показників відповідали критеріям якості поверхневих вод, рекомендованим для рибогосподарського використання. Найбільш стабільними показниками були водневий показник, концентрація хлоридів, цинку, мангану, міді та заліза, значення яких перебували в межах, характерних для поверхневих вод Поліського регіону та не створювали суттєвих обмежень для функціонування водних екосистем [5; 17; 20].

Особливу увагу під час екологічної оцінки приділяють токсичним важким металам, насамперед свинцю та кадмію, оскільки навіть незначне підвищення їх концентрацій може призводити до накопичення у донних відкладах і тканинах гідробіонтів. Отримані результати не свідчать про наявність критичного техногенного забруднення досліджених водних об'єктів, однак підтверджують необхідність подальшого систематичного моніторингу цих показників, особливо на ділянках із найбільшим антропогенним навантаженням [18; 23; 25].

Встановлено, що найбільшу стабільність фізико-хімічного режиму мали ділянки річок Тетерів та Гнилоп'ять, тоді як окремі пункти спостережень на річках Кам'янка і Гуйва характеризувалися дещо вищою варіабельністю окремих показників. Така закономірність узгоджується з особливостями використання водозбірних територій, де на формування якості води істотно впливають урбанізовані території, транспортна інфраструктура та сільськогосподарське освоєння земель [7, с. 101–105; 12, с. 119–125; 13, с. 41–48].

У цілому результати досліджень свідчать, що поверхневі води Житомирського району характеризуються задовільним екологічним станом та можуть використовуватися для потреб аквакультури за умови здійснення постійного екологічного моніторингу й контролю потенційно небезпечних забруднювальних речовин.

Проведена комплексна екологічна оцінка підтвердила, що якість поверхневих вод Житомирського району формується під впливом як природних, так і антропогенних чинників. Встановлені відмінності між окремими пунктами моніторингу насамперед пов'язані з особливостями землекористування у межах водозбірних басейнів, ступенем урбанізації територій та інтенсивністю сільськогосподарського виробництва. Найбільш помітний вплив антропогенного навантаження спостерігався на ділянках річок, розташованих поблизу населених пунктів і транспортних магістралей, що підтверджується зміною окремих фізико-хімічних показників та концентрацій мікроелементів.

Отримані результати узгоджуються з даними регіональних досліджень, у яких зазначено, що екологічний стан поверхневих вод Житомирського Полісся загалом характеризується як задовільний, однак окремі водні об'єкти зазнають локального антропогенного впливу, пов'язаного з розвитком населених пунктів, аграрним використанням земель та поверхневим стоком із водозбірних територій [7, с. 101–105; 12, с. 119–125; 13, с. 41–48]. Подібні закономірності відзначаються й у сучасних міжнародних дослідженнях, де основними чинниками погіршення якості поверхневих вод визначено урбанізацію, дифузне надходження забруднювальних речовин із сільськогосподарських угідь та кліматичні зміни [18; 23; 24].

Особливе значення для розвитку аквакультури має стабільність фізико-хімічного режиму водойм. Досліджені показники загальної жорсткості, кислотно-лужного стану та мінерального складу води свідчать про формування сприятливих умов для існування більшості прісноводних видів риб. Водночас виявлена просторова мінливість концентрацій окремих важких металів свідчить про необхідність їх постійного контролю, особливо на ділянках із підвищеним антропогенним навантаженням.

Практичне значення проведених досліджень полягає у можливості використання отриманих результатів під час організації екологічного моніторингу поверхневих вод, планування заходів із раціонального використання водних ресурсів та прийняття управлінських рішень щодо розвитку аквакультури в Житомирському районі. Отримані дані також можуть бути використані для оцінювання екологічних ризиків, пов'язаних із погіршенням якості водного середовища, та вдосконалення системи виробничого контролю у рибогосподарських підприємствах.

Висновки. За результатами проведених досліджень здійснено комплексну екологічну оцінку якості поверхневих вод Житомирського району за фізико-хімічними показниками та вмістом важких металів, що дозволило визначити їх сучасний екологічний стан і оцінити можливість використання для потреб аквакультури.

Встановлено, що фізико-хімічні показники досліджених водних об'єктів характеризуються відносною стабільністю та перебувають у межах, характерних для поверхневих вод Поліського регіону. Значення водневого показника, загальної жорсткості та концентрації хлоридів свідчать про сприятливі умови для функціонування водних екосистем і вирощування більшості видів прісноводних риб.

Дослідження концентрацій важких металів показало наявність просторової мінливості їх вмісту, що зумовлена поєднанням природних геохімічних особливостей водозбірних басейнів та впливом антропогенних чинників. Найбільшу варіабельність встановлено для сполук заліза та мангану, тоді як концентрації кадмію, цинку та міді характеризувалися відносною стабільністю.

Комплексна оцінка якості поверхневих вод засвідчила, що більшість досліджених водойм характеризуються задовільним екологічним станом і можуть використовуватися для рибогосподарських потреб та розвитку аквакультури за умови дотримання вимог екологічної безпеки та здійснення постійного виробничого й державного моніторингу.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання під час організації екологічного моніторингу поверхневих вод, розроблення заходів щодо раціонального використання водних ресурсів, оцінювання екологічних ризиків та наукового обґрунтування розвитку аквакультури в умовах Житомирського району.

Перспективи подальших досліджень доцільно пов'язати з розширенням мережі пунктів моніторингу, вивченням сезонної динаміки забруднювальних речовин, визначенням біологічних індикаторів якості водного середовища та оцінюванням впливу кліматичних змін на екологічний стан поверхневих вод і ефективність ведення аквакультури.

Список використаних джерел

1. Аналітичний огляд якісного стану масивів поверхневих вод суббасейну річки Прип'ять за червень 2026 року. URL: https://buvrzt.gov.ua/doc/report/yakist/06.26.pdf (дата звернення: 08.06.2026).

2. Вербельчук С. П., Вербельчук Т. В., Лавринюк О. О., Кобернюк О. О., Матковська С. І. Аналіз сучасного стану аквакультури Житомирської області. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. 2026. № 147. Ч. 1. С. 381–396. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.1.45.

3. Водний кодекс України : Кодекс України від 06.06.1995 № 213/95-ВР. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/213/95-%D0%B2%D1%80 (дата звернення: 10.05.2026).

4. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України. http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/MapEcoWaterMon/Index (дата звернення: 03.06.2026).

5. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукінський, О. П. Оксіюк, А. В. Яцик. Київ : Символ-Т, 1998. 28 с.

6. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк та ін. Київ : Мінекоресурсів України, 2001. 48 с.

7. Паламарчук Р. П., Ковальова С. П., Дудка Т. В., Ільніцька О. В. Якість поверхневих вод Житомирського району. Агропромислове виробництво Полісся. 2014. Вип. 7. С. 101–105.

8. Про аквакультуру : Закон України від 18.09.2012 № 5293-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/5293-17 (дата звернення: 12.05.2026).

9. Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод : постанова Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 № 758. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/758-2018-%D0%BF (дата звернення: 16.05.2026).

10. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/1264-12 (дата звернення: 14.05.2026).

11. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Житомирській області / Житомирська обласна військова адміністрація. URL: https://surl.li/lrxjzl (дата звернення: 14.06.2026).

12. Романчук Л. Д., Василюк Т. П., Пазич В. М. Гідрофітне очищення стічних вод в біологічних ставках Житомирського регіону. *Агробіологія.* 2014. № 2. С. 119–125. URL: https://surl.li/qfgxxx (дата звернення: 11.06.2026).

13. Смілій П. М., Гопчак І. В., Басюк Т. О. Екологічна оцінка якості поверхневих вод Житомирського Полісся. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* 2021. № 2(60). С. 41–48. DOI: https://doi.org/10.17721/2306-5680.2021.2.5

14. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ : Ніка-Центр, 2001. 264 с.

15. Хільчевський В. К., Хільчевський Р. В., Гороховська М. С. Еколого-гідрохімічна оцінка поверхневих вод басейну Дніпра. Меліорація і водне господарство. 1998. Вип. 85. С. 88–95.

16. Малі річки України : довідник / А. В. Яцик, Л. Б. Бишовець, Є. О. Богатов та ін. ; за ред. А. В. Яцика. Київ : Урожай, 1991. 296 с.

17. Водне господарство в Україні / за ред. А. В. Яцика, В. М. Хорєва. Київ : Генеза, 2000. 456 с.

18. Barszcz A. A., Sidoruk M. Impacts of water management in aquaculture on heavy metal accumulation in rainbow trout muscles and associated health risks from consumption. Food Control. 2024. Vol. 164. Article 110617. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110617

19. Boyd C. E. Water Quality Management for Pond Fish Culture. Amsterdam : Elsevier, 1982. 318 p.

20. Boyd C. E., Tucker C. S. Pond Aquaculture Water Quality Management. New York : Springer, 1998. 700 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5407-3

21. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities. 2000. L327. P. 1–73. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060

22. European Commission. Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC) and the Floods Directive (2007/60/EC). COM (2025) 2 final. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52025DC0002

23. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The State of World Fisheries and Aquaculture 2024. Blue Transformation in Action. Rome : FAO, 2024. DOI: https://doi.org/10.4060/cd0683en.

24. Misman N. A., Sharif M. F., Chowdhury A. J. K., Azizan N. H. Water pollution and the assessment of water quality parameters: a review. *Desalination and Water Treatment*. 2023. Vol. 294. P. 79–88. DOI: https://doi.org/10.5004/dwt.2023.29433

25. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality. 4th ed. Geneva : World Health Organization, 2022. 614 p.

Kovalova S. P.
Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher,
Doctoral Student at the Department of Ecology and Environmental Protection Technologies,
Zhytomyr Polytechnic State University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: *svitlanakovalova2@gmail.com*
ORCID: *0000-0003-1858-625X*

Verbelchuk S. P.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Bioresources,
Animal Husbandry and Aquaculture,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: *verba5551@ukr.net*
ORCID: *0000-0002-1136-5617*

Koberniuk V. V.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Bioresources,
Animal Husbandry and Aquaculture,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: *kobernukvera@gmail.com*
ORCID: *0000-0001-7037-8269*

Verbelchuk T. V.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Bioresources,
Animal Husbandry and Aquaculture,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: *verba555@ukr.net*
ORCID: *0000-0001-7334-4507*

Matkovska S. I.
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Bioresources,
Animal Husbandry and Aquaculture,
Polissia National University
Zhytomyr, Ukraine
E-mail: *matkovcka@ukr.net*
ORCID: *0000-0002-8019-5498*

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF SURFACE WATER QUALITY IN ZHYTOMYR DISTRICT AND ITS SUITABILITY FOR AQUACULTURE

Abstract

Ensuring high surface water quality is one of the key prerequisites for the sustainable development of aquaculture, conservation of aquatic biodiversity, and rational management of water resources. Under conditions of increasing anthropogenic pressure, agricultural intensification, urbanization, and climate change, systematic environmental monitoring of surface waters has become an essential tool for identifying adverse ecological changes and developing scientifically based measures for the protection and sustainable use of aquatic ecosystems. The aim of this study was to conduct a comprehensive environmental assessment of surface water quality in Zhytomyr District based on physicochemical parameters and heavy metal concentrations, determine their compliance with current environmental standards, and evaluate the suitability of the investigated water bodies for aquaculture purposes.

The study was carried out during 2025 at seven permanent monitoring sites located on the Teteriv, Kamianka, Huiva, and Hnylopiat rivers. Water samples were collected during four seasonal monitoring campaigns representing spring, summer, autumn, and pre-winter periods. Laboratory analyses included the determination of pH, total hardness, chloride concentration, and the content of lead (Pb), cadmium (Cd), zinc (Zn), manganese (Mn), copper (Cu), and iron (Fe). The obtained data were processed using methods of variation statistics with the calculation of arithmetic means and standard errors ($M \pm m$). A comprehensive environmental assessment of water quality was performed in accordance with the current Ukrainian regulatory framework and internationally accepted approaches for surface water quality assessment.

The results demonstrated that the investigated surface waters were characterized by a relatively stable hydrochemical regime. The pH values ranged from 7.65 to 8.28, total hardness varied between 4.13 and 7.61 meq/L, while chloride concentrations ranged from 29.63 to 43.55 mg/L. Heavy metal concentrations showed certain spatial variability; however, in most cases they corresponded to the levels typical of surface waters within the Polissia region. The greatest variability was observed for iron and manganese, which was associated with the natural geochemical characteristics of the catchment areas and local anthropogenic impacts. According to the integrated environmental assessment, most of the investigated water bodies were classified as having a good ecological status and were considered suitable for fisheries and aquaculture provided that systematic environmental monitoring is maintained.

The scientific novelty of the study lies in the comprehensive assessment of the current ecological status of surface waters in Zhytomyr District based on the results of seasonal monitoring conducted in 2025 using an integrated set of physicochemical indicators and heavy metal concentrations. The practical significance of the obtained results consists in their application for state and industrial environmental monitoring, development of water protection measures, assessment of environmental risks, water resources management, and scientific support for the sustainable development of aquaculture in the Polissia region of Ukraine.

Key words: *surface water quality, environmental assessment, aquaculture, environmental monitoring, physicochemical parameters, heavy metals, water resources, Zhytomyr District.*

References

1. Analitychnyi ohliad yakisnoho stanu masyviv poverkhnevykh vod subbaseinu richky Prypiat za cherven 2026 roku [Analytical review of the qualitative status of surface water bodies of the Prypiat River sub-basin for June 2026]. (2026). Retrieved from https://buvrzt.gov.ua/doc/report/yakist/06.26.pdf [in Ukrainian].

2. Verbelchuk, S. P., Verbelchuk, T. V., Lavryniuk, O. O., Koberniuk, O. O., & Matkovska, S. I. (2026). Analiz suchasnoho stanu akvakultury Zhytomyrskoi oblasti [Analysis of the current state of aquaculture in Zhytomyr region]. Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: Silskohospodarski nauky – Taurida Scientific Herald. Series: Agricultural Sciences, 147 (1), 381–396. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.1.45 [in Ukrainian].

3. Verkhovna Rada of Ukraine. (1995). Vodnyi kodeks Ukrainy [Water Code of Ukraine]: Code of Ukraine dated June 6, 1995, no. 213/95-VR. Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/go/213/95-%D0%B2%D1%80 [in Ukrainian].

4. State Agency of Water Resources of Ukraine. (2026). Monitorynh ta ekolohichna otsinka vodnykh resursiv Ukrainy [Monitoring and environmental assessment of water resources of Ukraine]. Retrieved from http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/MapEcoWaterMon/Index [in Ukrainian].

5. Romanenko, V. D., Zhukinskyi, V. M., Oksiiuk, O. P., & Yatsyk, A. V. (1998). Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevykh vod za vidpovidnymy katehoriiamy [Methodology for ecological assessment of surface water quality by relevant categories]. Kyiv: Symvol-T. 28 p. [in Ukrainian].

6. Romanenko, V. D., Zhukynskyi, V. M., Oksiiuk, O. P., et al. (2001). Metodyka vstanovlennia i vykorystannia ekolohichnykh normatyviv yakosti poverkhnevykh vod sushi ta estuariiv Ukrainy [Methodology for establishing and applying environmental quality standards for inland surface waters and estuaries of Ukraine]. Kyiv: Minekoresursiv Ukrainy. 48 p. [in Ukrainian].

7. Palamarchuk, R. P., Kovalova, S. P., Dudka, T. V., & Ilnitska, O. V. (2014). Yakist poverkhnevykh vod Zhytomyrskoho raionu [Surface water quality of Zhytomyr district]. Ahropromyslove vyrobnytstvo Polissia – Agro-industrial Production of Polissia, 7, 101–105 [in Ukrainian].

8. Verkhovna Rada of Ukraine. (2012). Pro akvakulturu [On Aquaculture]: Law of Ukraine dated September 18, 2012, no. 5293-VI. Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/go/5293-17 [in Ukrainian].

9. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2018). Pro zatverdzhennia Poriadku zdiisnennia derzhavnoho monitorynhu vod [On approval of the Procedure for state water monitoring]: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated September 19, 2018, no. 758. Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/go/758-2018-%D0%BF [in Ukrainian].

10. Verkhovna Rada of Ukraine. (1991). Pro okhoronu navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha [On Environmental Protection]: Law of Ukraine dated June 25, 1991, no. 1264-XII. Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/go/1264-12 [in Ukrainian].

11. Zhytomyr Regional Military Administration. (n.d.). Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha u Zhytomyrskii oblasti [Regional report on the state of the environment in Zhytomyr region]. Retrieved from https://surl.li/lrxjzl [in Ukrainian].

12. Romanchuk, L. D., Vasyliuk, T. P., & Pazych, V. M. (2014). Hidrofitne ochyshchennia stichnykh vod v biolohichnykh stavkakh Zhytomyrskoho rehionu [Hydrophytic wastewater treatment in biological ponds of the Zhytomyr region]. Ahrobiolohiia – Agrobiology, 2, 119–125. Retrieved from https://surl.li/qfgxxx [in Ukrainian].

13. Smilyi, P. M., Hopchak, I. V., & Basiuk, T. O. (2021). Ekolohichna otsinka yakosti poverkhnevykh vod Zhytomyrskoho Polissia [Ecological assessment of surface water quality in Zhytomyr Polissia]. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia – Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology, 2 (60), 41–48. https://doi.org/10.17721/2306-5680.2021.2.5 [in Ukrainian].

14. Snizhko, S. I. (2001). Otsinka ta prohnozuvannia yakosti pryrodnykh vod [Assessment and forecasting of natural water quality]. Kyiv: Nika-Tsentr. 264 p. [in Ukrainian].

15. Khilchevskyi, V. K., Khilchevskyi, R. V., & Horokhovska, M. S. (1998). Ekoloho-hidrokhimichna otsinka poverkhnevykh vod baseinu Dnipra [Ecological and hydrochemical assessment of surface waters of the Dnipro River basin]. Melioratsiia i vodne hospodarstvo – Land Reclamation and Water Management, 85, 88–95 [in Ukrainian].

16. Yatsyk, A. V., Byshovets, L. B., Bohatov, Ye. O., et al. (1991). Mali richky Ukrainy: dovidnyk [Small rivers of Ukraine: A reference book] (A. V. Yatsyk, Ed.). Kyiv: Urozhai. 296 p. [in Ukrainian].

17. Yatsyk, A. V., & Khoriev, V. M. (2000). Vodne hospodarstvo v Ukraini [Water management in Ukraine]. Kyiv: Heneza. 456 p. [in Ukrainian].

18. Barszcz, A. A., & Sidoruk, M. (2024). Impacts of water management in aquaculture on heavy metal accumulation in rainbow trout muscles and associated health risks from consumption. Food Control, 164, 110617. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110617 [in English].

19. Boyd, C. E. (1982). Water Quality Management for Pond Fish Culture. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company. 318 p. [in English].

20. Boyd, C. E., & Tucker, C. S. (1998). Pond Aquaculture Water Quality Management. New York: Springer. 700 p. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5407-3 [in English].

21. European Parliament and Council of the European Union. (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities, L327, 1–73 [in English].

22. European Commission. (2025). Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC) and the Floods Directive (2007/60/EC). COM(2025) 2 final. Retrieved from https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52025DC0002 [in English].

23. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). The State of World Fisheries and Aquaculture 2024. Blue Transformation in Action. Rome: FAO. https://doi.org/10.4060/cd0683en [in English].

24. Misman, N. A., Sharif, M. F., Chowdhury, A. J. K., & Azizan, N. H. (2023). Water pollution and the assessment of water quality parameters: A review. Desalination and Water Treatment, 294, 79–88. https://doi.org/10.5004/dwt.2023.29433 [in English].

25. World Health Organization. (2022). Guidelines for Drinking-water Quality. 4th ed. Geneva: World Health Organization. 614 p. [in English].

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Дата першого надходження статті до видання: 16.07.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 17.08.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.10.2026