

УДК 504.4:556.53:574

<https://doi.org/10.31713/vs220267>Караїм О. А. ^[1; ORCID ID: 0000-0002-1722-4110],

к.е.н., доцент

¹Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк

ЯКІСТЬ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ЯК ДЕТЕРМІНАНТА ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ РІЧКИ ПРИП'ЯТЬ У МЕЖАХ ПРИКОРДОННИХ ТЕРИТОРІЙ

Здійснено орієнтовну екологічну оцінку якості поверхневих вод річки Прип'ять у межах прикордонних територій в контексті визначення їх ролі у формуванні екосистемних послуг. Проведено аналіз гідрохімічних показників води за період 2021–2025 рр., зокрема розчиненого кисню, БСК₅, завислих речовин, сполук азоту та фосфору, сульфатів і хлоридів, а також виконано орієнтовну екологічну оцінку якості поверхневих вод за відповідними класами та категоріями. Встановлено, що за середніми показниками якість води загалом відповідає задовільному стану, однак характеризується помірним органічним і біогенним навантаженням, що проявляється у перевищенні нормативів за амонійним азотом та БСК₅ у окремі роки.

Визначено, що найбільш чутливими до змін якості води є регулювальні та підтримувальні екосистемні послуги річки, зокрема процеси самоочищення, підтримання кисневого режиму та біопродуктивності. Підвищення вмісту біогенних елементів формує ризики евтрофікації, що призводить до порушення трофічних зв'язків і зниження екологічної стійкості водної екосистеми. Водночас стабільні показники розчиненого кисню та завислих речовин свідчать про часткове збереження базових механізмів саморегуляції та підтримання функціональної цілісності екосистеми.

Розрахунок блокових індексів підтвердив, що якість води за сольовим складом відповідає п'ятій з переходом у шосту субкатегорії (Ic = 5,33), а за трофо-сапробіологічними показниками – четвертій субкатегорії (It-c = 4) за середніми значеннями, тоді як за найгіршими показниками ці значення знижуються до шостої (Ic = 6,17) та межі п'ятої – шостої субкатегорій (It-c = 5,6). Отримані результати свідчать, що погіршення якості води обмежує функціональні можливості річкової екосистеми та знижує ефективність реалізації екосистемних послуг у прикордонному

регіоні. Визначено необхідність посилення контролю за джерелами дифузного та точкового забруднення для збереження екологічного стану річки та підтримання її екосистемних функцій.

Ключові слова: річка Прип'ять; якість води; екологічна оцінка; екосистемні послуги; прикордонна територія; транскордонний басейн.

Постановка проблеми. У сучасних умовах інтенсифікації антропогенного навантаження на водні екосистеми питання збереження якості поверхневих вод набуває ключового значення для підтримання їх функціональної цілісності та здатності забезпечувати екосистемні послуги. Річка Прип'ять як одна з найбільших транскордонних водних артерій регіону відіграє важливу роль у формуванні забезпечувальних, регулювальних і підтримувальних послуг, зокрема водопостачання, самоочищення, підтримання біорізноманіття та регуляції гідрологічного режиму. Водночас якість її поверхневих вод зазнає значного впливу як природних, так і антропогенних чинників, серед яких особливу роль відіграють сільськогосподарське навантаження, скиди недостатньо очищених стічних вод та дифузне забруднення.

У контексті транскордонного розташування басейну річки Прип'ять проблема ускладнюється просторовою неоднорідністю джерел забруднення та відмінностями у підходах до управління водними ресурсами по обидва боки державного кордону. Це зумовлює формування асиметрії в екологічному стані водних екосистем і, відповідно, у рівні реалізації екосистемних послуг. Згідно з підходами «Оцінки екосистем тисячоліття», деградація якості води безпосередньо призводить до зниження здатності екосистем генерувати суспільно значущі вигоди, що проявляється у втраті регулювальних функцій, зменшенні біопродуктивності та погіршенні рекреаційного потенціалу.

Отже, існує наукова проблема, що полягає у необхідності комплексного дослідження якості поверхневих вод річки Прип'ять як детермінанти формування та трансформації екосистемних послуг у межах прикордонних територій, з урахуванням просторових відмінностей екологічного стану та особливостей транскордонного управління водними ресурсами. Розв'язання цієї проблеми є важливим для обґрунтування ефективних підходів до збереження екологічного стану річкових екосистем і забезпечення їх сталого функціонування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання екологічного стану водних об'єктів, зокрема річки Прип'ять та інших транскордонних річкових систем, широко висвітлено у працях українських науковців. Дослідження О. Бєдункової та співавторів [1] спрямовані на визначення референтних гідрохімічних умов у верхів'ях річок Західної України, що є важливим для встановлення базових параметрів якості води. У роботах О. Караїм [2] розглянуто оцінку антропогенного впливу в контексті басейнового управління, що підкреслює значення інтегрованого підходу до аналізу водних систем. Дослідження І. Ковальчука та співавторів [3] присвячене екологічній оцінці якості вод транскордонної річки Західний Буг, що є релевантним прикладом для аналізу подібних процесів у басейні Прип'яті. Значний внесок у формування методологічної бази зробили В. Хільчевський та співавтори [4], які обґрунтували сучасне гідрографічне районування України відповідно до вимог водної політики ЄС, а також І. Нетробчук [5], яка досліджувала якість поверхневих вод у басейні Прип'яті із застосуванням різних методичних підходів.

Водночас у міжнародному науковому дискурсі активно розвивається підхід до оцінки водних екосистем через призму екосистемних послуг. Зокрема, у роботах М. Соуса [6] узагальнено сучасні підходи до оцінки екосистемних послуг річок, включаючи їх регульовальні, підтримувальні та культурні функції. Дослідження А. Хосровян [7] акцентує увагу на взаємозв'язку між біорізноманіттям та екосистемними послугами річкових систем, тоді як Р. Ремме [8] розглядає інтеграцію природоорієнтованих рішень у систему управління екосистемними послугами. Концептуальну основу таких досліджень формує «Оцінка екосистем тисячоліття» [9; 10], де вперше системно визначено класифікацію екосистемних послуг і підкреслено їх значення для сталого розвитку. Крім того, нормативною базою для дослідження якості води у європейському контексті є Водна рамкова директива ЄС [11], яка передбачає досягнення «доброго екологічного стану» водних об'єктів.

Методичні основи екологічної оцінки якості води в Україні базуються на національних підходах, викладених у працях [12; 13], які передбачають класифікацію вод за системою класів і категорій, а також використання блокових індексів. Важливим джерелом даних

для оцінювання стану водних ресурсів є результати державного моніторингу [14], що забезпечують емпіричну основу для аналізу просторово-часових змін якості води.

Незважаючи на значну кількість наукових праць, присвячених оцінці гідрохімічного стану поверхневих вод, більшість із них зосереджена на аналізі окремих показників якості без їх інтерпретації у контексті екосистемних послуг. Такий підхід обмежує можливості комплексної оцінки функціональної ролі водних екосистем та їх внеску у забезпечення суспільних потреб. Особливо недостатньо дослідженим залишається питання взаємозв'язку між якістю води та трансформацією екосистемних послуг у транскордонних річкових системах, де поєднуються природні та управлінські чинники різних країн. Це зумовлює необхідність подальших досліджень, спрямованих на інтеграцію гідрохімічного аналізу з концепцією екосистемних послуг, що дозволить більш повно оцінити екологічний стан річки Прип'ять і обґрунтувати ефективні підходи до її сталого управління.

Мета, завдання та методи дослідження. Метою дослідження є здійснення екологічної оцінки якості поверхневих вод річки Прип'ять у межах прикордонних територій та визначення її ролі як детермінанти забезпечення екосистемних послуг.

Основними завданнями дослідження є: аналіз теоретичних підходів до оцінки якості поверхневих вод у контексті екосистемних послуг, з урахуванням положень «Оцінки екосистем тисячоліття» [9; 10]; характеристика природних та антропогенних чинників формування якості поверхневих вод річки Прип'ять у межах прикордоння; здійснення оцінки гідрохімічних показників та інтегрального рівня якості води; встановлення взаємозв'язку між якістю води та станом екосистемних послуг; визначення впливу її деградації на функціональну спроможність річкової екосистеми; обґрунтування напрямів підвищення екологічного стану вод і збереження екосистемних послуг відповідно до вимог Водної рамкової директиви ЄС [11].

Оцінювання якості поверхневих вод річки Прип'ять здійснювалося шляхом порівняння динаміки фактичних концентрацій гідрохімічних показників із ГДК та визначення їх відповідності екологічним нормативам. Аналіз проводився за фізико-хімічними показниками, що репрезентують сучасний стан водної екосистеми: розчинений кисень, БСК₅, завислі речовини, сполуки азоту (амоній, нітрити, нітрати, загальний азот), фосфати, сульфати та хлориди.

Орієнтовна екологічна оцінка виконувалася за двома блоками показників: сольовим і трофо-сапробіологічним. У межах дослідження визначалися індекс сольового складу води (ІС) та індекс трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників (ІТС). Для кожного показника встановлювалися класи та категорії якості води відповідно до екологічної класифікації з уточненням значень категорій за формалізованим підходом (табл. 1) [3; 12; 13].

Таблиця 1

Класи та категорії поверхневих вод за екологічною класифікацією*, **

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Назва класів і категорій якості вод за їх станом	Відмінні (В)	Добрі (Д)		Задовільні (З)		Погані (П)	Дуже погані (ДП)
	Відмінні (В)	Дуже добрі (ДД)	Добрі (Д)	Задовільні (З)	Посередні (Пс)	Погані (П)	Дуже погані (ДП)
Назва класів і категорій якості вод за ступенем їх чистоти (забрудненості)	Дуже чисті (ДЧ)	Чисті (Ч)		Забруднені (Зб)		Брудні (Б)	Дуже брудні (ДБ)
	Дуже чисті (ДжЧ)	Чисті (Ч)	Досить чисті (ДЧ)	Слабко забруднені (СЗ)	Помірно забруднені (ПЗ)	Брудні (Б)	Дуже брудні (ДБ)

*Джерело: [3; 12; 13].

**У дужках подано аббревіатуру назв класів та категорій використану у табл. 3–4.

Інтерпретація отриманих результатів проводилася з позицій екосистемних послуг: показники кисневого режиму та органічного забруднення розглядалися як індикатори регульовальних послуг (самоочищення), біогенні елементи – підтримувальних (біопродуктивність, евтрофікація), а сольовий склад – забезпечувальних (придатність води до використання). Такий підхід дозволяє оцінити якість води як детермінанту функціональної спроможності річкової екосистеми.

Виклад основного матеріалу дослідження. Річка Прип'ять є важливим транскордонним водотоком. Її витік знаходиться поблизу села Будники Ковельського району. У межах України річка протікає

територією Ковельського та Камінь-Каширського районів Волинської області, а також Вараського району Рівненської області. Біля села Сенчиці Прип'ять перетинає державний кордон із Республікою Білорусь і далі тече через Поліську низовину, проходячи територією Пінських боліт. На заключній ділянці своєї течії (близько 50 км) річка заходить у межі Київської області та поблизу міста Чорнобиль впадає у Київське водосховище на Дніпрі. Загальна довжина річки становить 775 км, з яких 254 км припадає на територію України. Площа басейну сягає 114,3 тис. км², у тому числі 68,37 тис. км² у межах України [4; 5].

Оцінка якості поверхневих вод річки Прип'ять здійснена на основі аналізу гідрохімічних показників за період 2021–2025 рр. з урахуванням гранично допустимих концентрацій (ОБУВ). Дослідження базується на даних моніторингового поста спостережень с. Сенчиці [14].

Таблиця 2

Якість поверхневих вод річки Прип'ять
за середньорічними показниками

Рік	Азот загальний	Амоній-іони	БСК ₅	Завислі речовини	Розчинений	Нітрати	Нітри	Сульфати	Фосфати	Хлориди
2021	0.49	0.51	3.51	5.75	7.54	1.12	0.05	27.90	0.15	21.15
2022	0.83	0.50	2.98	3.62	7.54	1.28	0.03	25.68	0.12	23.01
2023	1.02	0.70	2.78	4.27	7.66	1.33	0.08	23.84	0.13	26.76
2024	0.86	0.60	2.68	3.14	9.01	1.43	0.07	22.59	0.20	23.69
2025	0.64	0.45	2.03	3.08	9.93	1.09	0.06	21.68	0.12	23.40
ГДК		0,5	3	15	Не < 4	40	0,08	100	2,15	300

*Джерело: розраховано за даними [14].

Проведений аналіз засвідчив, що середньорічні концентрації амоній-іонів у річці Прип'ять перевищували нормативні значення у 2021, 2023 та 2024 роках (0,60–0,70 мг/дм³), тоді як у 2022 та 2025 роках вони залишалися в межах допустимих показників (рис. 1).

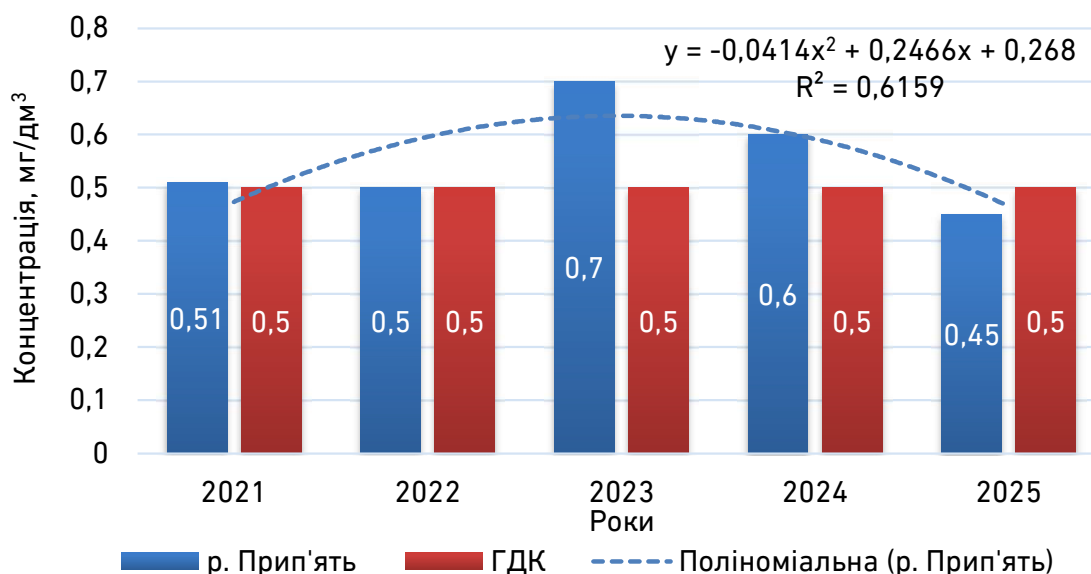


Рис. 1. Середньорічні показники концентрації азоту амонійного у поверхневих водах річки Прип'ять

Тренд зміни концентрації амоній-іонів у річці Прип'ять має хвилеподібний (нелінійний) характер із вираженим піком у середині досліджуваного періоду, що відображає зростання з подальшим спадом і може свідчити про тимчасовий вплив антропогенних чинників із наступною частковою стабілізацією стану водного середовища. У контексті екосистемних послуг така динаміка вказує на періодичне зниження регулювальних функцій річки, зокрема її здатності до самоочищення, а також потенційні ризики для підтримувальних послуг, пов'язаних із збереженням біопродуктивності та екологічної рівноваги водної екосистеми.

Щодо базових показників амоній-іонів у річці Прип'ять, окремі перевищення нормативних значень фіксувалися у 2021 році: до 0,79 мг/дм³ (24.02.2021) та до 1,29 мг/дм³ (25.05.2021). У 2022 році частота таких випадків зросла, при цьому максимальне значення становило 0,74 мг/дм³ (02.11.2022). У 2023 році перевищення зберігали епізодичний характер із піковими концентраціями до 1,28 мг/дм³. Найбільш напружена ситуація відмічена у 2024 році: 03.04.2024 зафіксовано 1,02 мг/дм³, а 08.05.2024 – максимальне зростання до 1,59 мг/дм³. Така динаміка відображає поєднання сталого фоновому навантаження з імпульсними надходженнями органічних забруднювачів і прямо вказує на періодичне зниження

регулювальної екосистемної послуги самоочищення, оскільки підвищення амонійного азоту супроводжується інтенсифікацією процесів споживання кисню.

Це узгоджується з показниками БСК₅: у 2021 році середньорічне значення становило 3,51 мгО₂/дм³, а максимуми базових показників досягали 6,23 мгО₂/дм³ (2021 р.) та 6,20 мгО₂/дм³ (2024 р.), що свідчить про підвищене органічне навантаження. У функціональному аспекті це означає обмеження регулювальних послуг (окиснення та мінералізація органічної речовини) і потенційне погіршення умов для реалізації підтримувальних послуг, зокрема існування гідробіонтів (рис. 2).

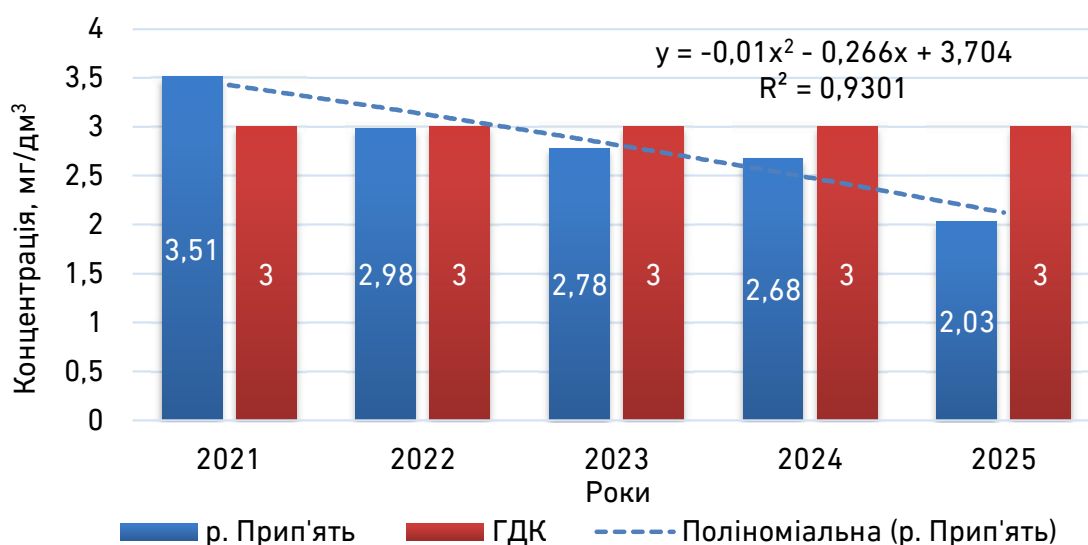


Рис. 2. Середньорічні показники БСК₅ у поверхневих водах річки Прип'ять

Водночас стабільний вміст завислих речовин і достатній рівень розчиненого кисню свідчать про збереження базової здатності екосистеми підтримувати підтримувальні послуги, зокрема структурну цілісність водного середовища та функціонування біоти. Нормативні концентрації нітратів і нітритів, а також сульфатів і хлоридів вказують на відсутність суттєвого обмеження забезпечувальних послуг, пов'язаних із використанням води. Разом з тим, тенденція до зростання фосфатів у окремі роки формує ризики евтрофікації, що може призводити до трансформації підтримувальних послуг через зміну трофічного стану екосистеми.

Для проведення орієнтовної екологічної оцінки якості поверхневих вод річки Прип'ять значення окремих гідрохімічних

показників зіставлялися з відповідними критеріями якості води, наведеними в таблицях екологічної класифікації [3; 12; 13]. Це дало змогу віднести досліджувані води до певних класів і категорій якості.

Аналіз результатів екологічної класифікації якості води річки Прип'ять за середніми показниками 2021–2025 рр. свідчить про переважно задовільний стан водного середовища з локальними проявами погіршення, насамперед за біогенними компонентами, що визначають функціональні характеристики водної екосистеми.

Класи та категорії якості води річки Прип'ять, визначені за середніми показниками за 2021–2025 рр., наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Класи та категорії якості води річки Прип'ять
(за середніми показниками 2021–2025 рр.)

Блок	Назва інгредієнтів	Одиниці вимірю- вання	Результат вимірю- вання	Категорія якості води/ Уточнена категорія	Клас якості води	Назва класів і категорій якості вод за їх станом	Назва класів і категорій якості вод за ступенем їх чистоти (забрудне- ності)
1	2	3	4	5	6	7	8
Іс	Хлориди	мг/дм ³	23,60	5/5,29	III	З/Пс	36/ПЗ
	Сульфати	мг/дм ³	24,34	5/5,37	III	З/Пс	36/ПЗ
Іт-с	Завислі речовини	мг/дм ³	3,98	1/1,8	I	В/В	ДжЧ/ДжЧ
	Розчинений кисень	мгО ₂ /д м ³	8,34	1/1,34	I	В/В	ДжЧ/ДжЧ
	БСК 5	мгО ₂ /д м ³	2,80	4/4,33	III	З/З	36/СЗ
	Азот амонійний	мг/дм ³	0,55	5/5,08	III	З/Пс	36/ПЗ
	Азот загальний	мг/дм ³	0,77	1/1,74	I	В/В	ДЧ/ ДЧ
	Нітрити	мг/дм ³	0,06	6/6,18	IV	П/ П	Б/Б
	Нітрати	мг/дм ³	1,25	6/6,16	IV	П/ П	Б/Б
	Фосфати	мг/дм ³	0,14	5/5,39	III	З/Пс	36/ПЗ

У блоці сольового складу (Іс) концентрації хлоридів (23,60 мг/дм³) та сульфатів (24,34 мг/дм³) відповідають III класу якості води (5 категорія), що характеризується як «задовільні, посередні» води

(помірно забруднені). Такий рівень мінералізації не створює критичних обмежень для використання води, однак відображає помірний антропогенний вплив і певне зниження якості забезпечувальних функцій водних ресурсів.

У блоці трофо-сапробіологічних показників (Іт-с) встановлено контрастні значення. Зокрема, завислі речовини ($3,98 \text{ мг/дм}^3$) та розчинений кисень ($8,34 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) відповідають I класу якості (1 категорія), що свідчить про «відмінний» стан води. Такі показники підтверджують сприятливі умови для функціонування біоти та збереження здатності водотоку до саморегуляції.

Водночас показник БСК₅ ($2,80 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) відповідає III класу якості (4 категорія), що вказує на наявність помірного органічного навантаження. Аналогічно, концентрації амонійного азоту ($0,55 \text{ мг/дм}^3$) і фосфатів ($0,14 \text{ мг/дм}^3$) віднесені до III класу (5 категорія), що свідчить про помірний рівень біогенного навантаження. У функціональному вимірі це означає періодичне послаблення процесів біохімічної трансформації речовин і формування умов для розвитку евтрофікації.

Вміст загального азоту ($0,77 \text{ мг/дм}^3$) відповідає I класу якості (1 категорія), що характеризує воду як «дуже чисту» за сумарним вмістом азотних сполук і свідчить про відсутність їх надмірного накопичення.

Найбільш несприятливі результати встановлено для нітритів ($0,06 \text{ мг/дм}^3$) і нітратів ($1,25 \text{ мг/дм}^3$), які віднесені до IV класу якості (6 категорія), що відповідає «поганому» стану. Це відображає активні процеси трансформації азоту та надходження забруднювальних речовин, імовірно з дифузних джерел. Такі зміни є критичними з точки зору функціонування екосистеми, оскільки впливають на трофічний стан води та можуть спричиняти дестабілізацію біологічних процесів.

Таким чином, за середніми показниками якість води річки Прип'ять у досліджуваній період загалом оцінюється як задовільна, однак саме біогенні елементи виступають ключовим чинником трансформації її функціональних властивостей. Найсприятливіші умови характерні для кисневого режиму та прозорості води, тоді як сполуки азоту визначають ризики порушення екологічної рівноваги.

Розрахунок блокових індексів підтверджує зазначені закономірності: $I_{\text{серед.}} = 5,33$; $I_{\text{т-серед.}} = 4$.

Якість поверхневих вод річки Прип'ять за середніми критеріями сольового складу упродовж 2021–2025 рр. відповідає п'ятій з

переходом у шосту субкатегорії, що відображає стабільний, але помірно змінений мінеральний склад води.

Якість води за трофо-сапробіологічними показниками відповідає четвертій субкатегорії, що узагальнює вплив органічного та біогенного навантаження і відображає обмеження у реалізації ключових функцій водної екосистеми.

Класи та категорії якості поверхневих вод річки Прип'ять за найгіршими показниками 2021–2025 рр. подано в табл. 4.

Таблиця 4

Класи та категорії якості води річки Прип'ять
(за найгіршими показниками 2021–2025 рр.)

Блок	Назва інгредієнтів	Одиниці вимірювання	Результат вимірювання	Категорія якості води/ Уточнена категорія	Клас якості води	Назва класів і категорій якості вод за їх станом	Назва класів і категорій якості вод за ступенем їх чистоти (забрудненості)
1	2	3	4	5	6	7	8
Ic	Хлориди	мг/дм ³	49,63	6/6,27	IV	П/П	Б/Б
	Сульфати	мг/дм ³	35,70	6/6,07	IV	П/П	Б/Б
It-c	Завислі речовини	мг/дм ³	9,20	2/2,84	II	Д/ДД	Ч/Ч
It-c	Розчинений кисень	мгО ₂ /дм ³	5,40	5/5,34	III	З/Пс	ЗБ/ПЗ
	БСК 5	мгО ₂ /дм ³	6,23	5/5,73	III	З/Пс	ЗБ/ПЗ
	Азот амонійний	мг/дм ³	1,59	6/6,39	IV	П/П	Б/Б
	Азот загальний	мг/дм ³	1,68	3/3,2	II	Д/ДД	Ч/ДЧ
	Нітроти	мг/дм ³	0,15	7/7	V	ДП/ДП	ДБ/ДБ
	Нітрати	мг/дм ³	3,00	7/7	V	ДП/ДП	ДБ/ДБ
	Фосфати	мг/дм ³	0,48	7/7	V	ДП/ДП	ДБ/ДБ

Аналіз якості води річки Прип'ять за найгіршими зафіксованими показниками упродовж 2021–2025 рр. дозволяє виявити критичні періоди погіршення її екологічного стану та оцінити межі трансформації екосистемних послуг, передусім регулювальних і підтримувальних.

У блоці сольового складу (Ic) максимальні значення хлоридів (49,63 мг/дм³) і сульфатів (35,70 мг/дм³) відповідають IV класу якості

води (6 категорія), що характеризується як «погані» та «брудні» води. Підвищення мінералізації у такі періоди відображає зниження якості водних ресурсів з позиції їх використання та свідчить про обмеження забезпечувальних функцій, пов'язаних із придатністю води.

У блоці трофо-сапробіологічних показників (Іт-с) встановлено різноспрямовані зміни, що безпосередньо характеризують функціональний стан екосистеми. Зокрема, завислі речовини ($9,20 \text{ мг/дм}^3$) відповідають II класу якості (2 категорія), що свідчить про відсутність критичного механічного порушення середовища навіть у періоди погіршення. Водночас концентрація розчиненого кисню ($5,40 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) знижується до III класу (5 категорія), що вказує на послаблення процесів аерації та зменшення інтенсивності біохімічного самоочищення.

Показник біохімічного споживання кисню ($\text{БСК}_5 = 6,23 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) відповідає III класу якості, що відображає підвищене органічне навантаження та зростання витрат кисню на мінералізацію органічної речовини. Концентрація амонійного азоту ($1,59 \text{ мг/дм}^3$) віднесена до IV класу (6 категорія), що свідчить про значне надходження органічних забруднювачів і додаткове навантаження на кисневий режим, тобто обмеження здатності екосистеми підтримувати стабільні біохімічні процеси.

Вміст загального азоту ($1,68 \text{ мг/дм}^3$) відповідає II класу (3 категорія), що вказує на відносно стабільний сумарний рівень азотних сполук. Водночас окремі форми азоту демонструють критичні значення: нітрити ($0,15 \text{ мг/дм}^3$) та нітрати ($3,00 \text{ мг/дм}^3$) належать до V класу якості (7 категорія), що характеризується як «дуже погані» води. Це свідчить про інтенсивні процеси нітрифікації та надходження біогенних речовин, що змінюють трофічний статус води та створюють ризики порушення структури біоценозів.

Аналогічно, вміст фосфатів ($0,48 \text{ мг/дм}^3$) відповідає V класу якості, що вказує на високий евтрофікаційний потенціал і формування умов для масового розвитку водоростей, тобто трансформації трофічних зв'язків у водній екосистемі.

Отже, за найгіршими показниками якість води річки Прип'ять характеризується як нестабільна з періодами суттєвого погіршення. Ключову роль у цих змінах відіграють біогенні елементи (нітрити, нітрати, фосфати) та амонійний азот, які визначають зниження здатності водної екосистеми до саморегуляції, зміну трофічного стану та порушення умов існування гідробіонтів. Водночас відносна стабільність завислих речовин і загального азоту свідчить про часткове збереження структурних характеристик водного середовища. Таким чином, у періоди максимального навантаження

відбувається не лише погіршення якості води, а й звуження спектра та ефективності екосистемних послуг річки.

Результати блокових індексів підтверджують ці тенденції: $I_{с_{найг.}} = 6,17$; $I_{т-с_{найг.}} = 5,6$.

Якість поверхневих вод за найгіршими показниками сольового блоку відповідає шостій субкатегорії, що відображає суттєве погіршення умов використання водного ресурсу.

Якість води за трофо-сапробіологічними показниками знаходиться між п'ятою та шостою субкатегорією, що узагальнює значний рівень органічного та біогенного навантаження і відображає обмеження функціональних можливостей водної екосистеми в періоди пікового забруднення.

Висновки. Встановлено, що якість поверхневих вод річки Прип'ять у межах прикордонних територій є визначальним чинником функціональної спроможності водної екосистеми, а її зміни безпосередньо відображають трансформацію ключових екосистемних послуг.

Погіршення гідрохімічних показників, насамперед за амонійним азотом, нітритами, нітратами та фосфатами, призводить до послаблення процесів самоочищення, порушення кисневого режиму та зміни трофічного стану води. Виявлено, що саме біогенні елементи виступають ключовим чинником деградації підтримувальних функцій водної екосистеми, створюючи передумови для евтрофікації та дестабілізації біологічних процесів. Водночас відносна стабільність показників завислих речовин і розчиненого кисню свідчить про часткове збереження базових механізмів саморегуляції, що забезпечує обмежену стійкість екосистеми до антропогенного навантаження.

Отримані значення блокових індексів підтверджують, що в періоди максимального забруднення відбувається суттєве обмеження функціональних можливостей річкової екосистеми, що проявляється у звуженні спектра та ефективності екосистемних послуг.

Таким чином, підвищення якості води річки Прип'ять у транскордонному контексті має розглядатися не лише як екологічне завдання, а як необхідна умова збереження та відновлення екосистемних послуг, що забезпечують стійке функціонування басейнових систем.

1. Biedunkova O., Kuznietsov P., Tsos O., Boiaryn M., Karaim O. Sustainable Hydrochemical Reference Conditions in the Headwaters of Western Ukraine.

Sustainability. 2026. Vol. 18(2). Article 821. DOI: <https://doi.org/10.3390/su18020821>.

2. Караїм О. А., Караїм В. П., Бедункова О. О., Лавринюк З. В., Джам О. А. Оцінка антропогенного впливу в аспекті басейнового екологічного управління. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки*. 2024. Вип. 1 (105). С. 97–119. DOI: <https://doi.org/10.31713/vs120247>.

3. Kovalchuk I., Karaim O., Dzham O., Lavrynyuk Z., Karaim V. Ecological assessment of surface water quality of the Western Bug river in the border region of Ukraine and Poland. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Geology. Geography. Ecology*. 2025. Vol. (62). P. 424–436. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2025-62-32>.

4. Khilchevskiy V. K., Grebin V. V., Sherstyuk N. P. Modern Hydrographic and Water management zoning of Ukraine's territory in 2016–implementation of the WFD-2000/60/EC. *Electronic book with full papers from XXVIII Conference of Danubian countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management*. Kyiv. 2019. P. 209–223. DOI: <https://doi.org/10.15407/uhmi.conference.01.23>.

5. Khilchevskiy V. K., Netrobchuk I. M., Sherstyuk N. P., Zabokrytska M. R. Environmental assessment of the quality of surface waters in the upper reaches of the Pripyat basin in Ukraine using different methods. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2022. Vol. 31(1). P. 71–80. DOI: <https://doi.org/10.15421/112207>.

6. Sousa M. C., Martins R., Simões N. E., Feio M. J. Ecosystem services of urban rivers: a systematic review. *Aquatic Sciences*. 2025. Vol. 87(10). DOI: <https://doi.org/10.1007/s00027-024-01138-y>.

7. Khosrovyan A. Biodiversity and Ecosystem Services in Rivers. *Water*. 2024. Vol. 16(15). Article 2091. DOI: <https://doi.org/10.3390/w16152091>.

8. Remme R. P., Meacham M., Pellowe K. E., Andersson E. Et all. Aligning nature-based solutions with ecosystem services in the urban century. *Ecosystem Services*. 2024. Vol. 66. 101610. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.101610>.

9. Millennium Ecosystem Assessment. Overview of the Millennium Ecosystem Assessment. URL: <https://www.millenniumassessment.org/en/About.html>. (дата звернення: 10.04.2026).

10. MAWeb.org. Ecosystems. URL: <https://maweb.org/ecosystems/>.

11. European Parliament, Council of the European Union. Directive 2000/60/EC (Water Framework Directive). DOI: <https://doi.org/10.2779/75229>.

12. 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.

13. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк, А. П. Яцик та ін. К. : СИМВОЛ–1, 1998. 50 с.

14. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України. *Державне агентство водних ресурсів України* : офіційний сайт. URL: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index> (дата звернення: 10.04.2026).

REFERENCES:

1. Biedunkova O., Kuznietsov P., Tsos O., Boiaryn M., Karaim O. Sustainable Hydrochemical Reference Conditions in the Headwaters of Western Ukraine. *Sustainability*. 2026. Vol. 18(2). Article 821. DOI: <https://doi.org/10.3390/su18020821>.
2. Karaim O. A., Karaim V. P., Biedunkova O. O., Lavryniuk Z. V., Dzham O. A. Otsinka antropohennoho vplyvu v aspekti baseinovoho ekolohichnoho upravlinnia. *Visnyk NUVHP. Silskohospodarski nauky*. 2024. Vyp. 1 (105). S. 97–119. DOI: <https://doi.org/10.31713/vs120247>.
3. Kovalchuk I., Karaim O., Dzham O., Lavrynyuk Z., Karaim V. Ecological assessment of surface water quality of the Western Bug river in the border region of Ukraine and Poland. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Geology. Geography. Ecology*. 2025. Vol. (62). P. 424–436.

DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2025-62-32>. **4.** Khilchevskiy V. K., Grebin V. V., Sherstyuk N. P. Modern Hydrographic and Water management zoning of Ukraine's territory in 2016–implementation of the WFD-2000/60/EC. *Electronic book with full papers from XXVIII Conference of Danubian countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management*. Kyiv. 2019. P. 209–223. DOI: <https://doi.org/10.15407/uhmi.conference.01.23>. **5.** Khilchevskiy V. K., Netrobchuk I. M., Sherstyuk N. P., Zabokrytska M. R. Environmental assessment of the quality of surface waters in the upper reaches of the Pripjat basin in Ukraine using different methods. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2022. Vol. 31(1). P. 71–80. DOI: <https://doi.org/10.15421/112207>. **6.** Sousa M. C., Martins R., Simões N. E., Feio M. J. Ecosystem services of urban rivers: a systematic review. *Aquatic Sciences*. 2025. Vol. 87(10). DOI: <https://doi.org/10.1007/s00027-024-01138-y>. **7.** Khosrovyan A. Biodiversity and Ecosystem Services in Rivers. *Water*. 2024. Vol. 16(15). Article 2091. DOI: <https://doi.org/10.3390/w16152091>. **8.** Remme R. P., Meacham M., Pellowe K. E., Andersson E. Et all. Aligning nature-based solutions with ecosystem services in the urban century. *Ecosystem Services*. 2024. Vol. 66. 101610. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.101610>. **9.** Millennium Ecosystem Assessment. Overview of the Millennium Ecosystem Assessment. URL: <https://www.millenniumassessment.org/en/About.html>. (data zvernennia: 10.04.2026). **10.** MAWeb.org. Ecosystems. URL: <https://maweb.org/ecosystems/>. **11.** European Parliament, Council of the European Union. Directive 2000/60/EC (Water Framework Directive). DOI: <https://doi.org/10.2779/75229>. **12.** Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnyy katehoriyamy / A. V. Hrytsenko, O. H. Vasenko, H. A. Vernichenko ta in. Kh. : UkrNDIEP. 2012. 37 s. **13.** Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevyykh vod za vidpovidnyy katehoriyamy / V. D. Romanenko, V. M. Zhukynskiy, O. P. Oksiiuk, A. P. Yatsyk ta in. K. : SYMVOL–1, 1998. 50 s. **14.** Monitorynh ta ekolohichna otsinka vodnykh resursiv Ukrainy. *Derzhavne ahenstvo vodnykh resursiv Ukrainy*: ofitsiyni sait. URL: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index> (data zvernennia: 10.04.2026).

Karaim O. A. [1; ORCID ID: 0000-0002-1722-4110],

Candidate of Economics (Ph.D.), Associate Professor

¹Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk

SURFACE WATER QUALITY AS A DETERMINANT OF ECOSYSTEM SERVICES OF THE PRIPYAT RIVER IN BORDER AREAS

An indicative environmental assessment of the surface water quality of the Pripjat River within border areas was carried out in order to determine its role in the provision of ecosystem services. The analysis covered hydrochemical parameters for the period 2021–2025, including dissolved oxygen, biochemical oxygen demand (BOD₅), suspended solids, nitrogen and

phosphorus compounds, sulfates, and chlorides. An indicative ecological classification of water quality was performed based on relevant classes and categories. The results show that, according to average values, water quality generally corresponds to a satisfactory condition; however, it is characterized by moderate organic and nutrient loading, reflected in exceedances of standards for ammonium nitrogen and BOD₅ in certain years.

It was established that regulating and supporting ecosystem services are the most sensitive to changes in water quality, particularly processes of self-purification, maintenance of the oxygen regime, and biological productivity. Elevated concentrations of nutrients create a risk of eutrophication, leading to disruptions in trophic interactions and a decline in the ecological stability of the aquatic ecosystem. At the same time, stable levels of dissolved oxygen and suspended solids indicate the partial preservation of fundamental self-regulation mechanisms and the overall functional integrity of the ecosystem.

The calculated block indices confirm these patterns: water quality in terms of salinity corresponds to the fifth category with a transition to the sixth ($I_s = 5.33$), while trophic-saprobic indicators correspond to the fourth category ($I_{t-s} = 4$) based on average values. Under worst-case conditions, these indices decline to the sixth category ($I_s = 6.17$) and to the boundary between the fifth and sixth categories ($I_{t-s} = 5.6$). These findings indicate that deterioration in water quality constrains the functional capacity of the river ecosystem and reduces the effectiveness of ecosystem service provision in the border region. The study highlights the need to strengthen control over both diffuse and point sources of pollution in order to preserve the ecological status of the river and sustain its ecosystem functions.

Keywords: Pripyat River; water quality; environmental assessment; ecosystem services; border area; transboundary basin.

Отримано / Received: 26.04.2026

Прийнято до друку / Accepted: 25.05.2026

Опубліковано / Published: 29.05.2026



© 2026 [Karaim O. A.]. 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)