

МОНІТОРИНГ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РІЧКИ ТЕТЕРІВ У МЕЖАХ М. ЖИТОМИР

Бобков М.О., Піциль А.О., Никитюк Ю.А., Вишкушенко Д.А., Коморна О.М.

Поліський Національний університет

Старий бульв., 7, 10002 Житомир

bobkovmaksim412@gmail.com

У статті проаналізовано динаміку гідрохімічних показників річки Тетерів у межах м. Житомир як питного водозабору протягом 2010 – 2025 рр. Описано якісні та кількісні зміни наступних параметрів: вмісту розчиненого кисню, біохімічного споживання кисню (БСК₅), концентрації завислих речовин, амоній-іонів, нітрат-, нітрит-, сульфат-, фосфат- та хлорид-іонів, а також загального азоту. Первинні дані отримано з офіційного сайту Державного агентства водних ресурсів України за результатами щомісячного моніторингу на посту спостереження р. Тетерів (259 км від гирла). Встановлено, що концентрації більшості досліджуваних показників протягом аналізованого періоду не перевищували норм гранично допустимих концентрацій (ГДК). Виявлено окремі перевищення ГДК за показниками БСК₅ (максимум 8,80 мгО₂/дм³ у 2013 р.), амоній-іонів (пік 0,86 мг/дм³ у 2021 р.) та фосфат-іонів (аномальний сплеск 0,91 мг/дм³ у 2012 р.), що свідчить про вплив антропогенного навантаження на водний об'єкт.

Зафіксовано тенденцію до зростання концентрації амоній-іонів у 2023 – 2025 рр., що є індикатором прогресуючого азотного забруднення водозабору. За результатами оцінювання якості води відповідно до ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання», встановлено, що інтегральний клас якості води р. Тетерів протягом 2010 – 2025 рр. стабільно відповідав 2 класу («добра», чиста вода прийнятної якості) і коливається в діапазоні 1,58 – 1,73, що підтверджує придатність водозабору для централізованого питного водопостачання із застосуванням стандартної схеми очищення.

Якість води р. Тетерів залежить як від абіотичних чинників (гідрологічний режим, температурний режим, атмосферні опади), так і від антропогенних факторів: надходження забруднювальних речовин із поверхневим стоком з урбанізованої території, скиду недостатньо очищених комунально-побутових стічних вод підприємств м. Житомир, а також процесів евтрофікації, що посилюються в останні роки. Отримані результати можуть бути використані органами управління водними ресурсами та підприємствами водопостачання для планування водоохоронних заходів і модернізації систем водопідготовки. *Ключові слова:* р. Тетерів, питний водозбір, гідрохімічні показники, моніторинг, БСК₅, амоній-іони, фосфат-іони, ДСТУ 4808:2007, клас якості води, антропогенне навантаження.

Monitoring of Hydrochemical Indicators of the Teteriv River within the City of Zhytomyr. Bobkov M., Pitsil A., Nykytiuk Yu., Vyskushenko D., Komorna O.

The article analyzes the dynamics of hydrochemical indicators of the Teteriv River within the city of Zhytomyr as a source of drinking water intake over the period 2010–2025. Qualitative and quantitative changes in the following parameters are described: dissolved oxygen content, biochemical oxygen demand (BOD₅), concentration of suspended solids, ammonium ions, nitrate, nitrite, sulfate, phosphate and chloride ions, as well as total nitrogen. Primary data were obtained from the official website of the State Agency of Water Resources of Ukraine based on monthly monitoring results at the observation post on the Teteriv River (259 km from the mouth). It was established that the concentrations of most studied indicators during the analyzed period did not exceed the maximum permissible concentrations (MPC).

At the same time, isolated exceedances of MPC were detected for BOD₅ (maximum 8.80 mg O₂/dm³ in 2013), ammonium ions (peak 0.86 mg/dm³ in 2021), and phosphate ions (anomalous spike of 0.91 mg/dm³ in 2012), indicating the impact of anthropogenic pressure on the water body.

A tendency toward an increase in ammonium ion concentrations in 2023–2025 was recorded, which serves as an indicator of progressive nitrogen pollution of the water intake. According to the water quality assessment based on DSTU 4808:2007 “Sources of centralized drinking water supply. Hygienic and environmental requirements for water quality and rules for selection”, it was determined that the integrated water quality class of the Teteriv River during 2010–2025 consistently corresponded to Class 2 (“good”, clean water of acceptable quality) and ranged between 1.58 and 1.73. This confirms the suitability of the water intake for centralized drinking water supply using standard treatment processes.

The water quality of the Teteriv River is influenced by both abiotic factors (hydrological regime, temperature conditions, atmospheric precipitation) and anthropogenic factors, including pollutant inflow from surface runoff of urbanized areas, discharge of insufficiently treated municipal wastewater from enterprises in Zhytomyr, as well as eutrophication processes that have intensified in recent years. The obtained results can be used by water resource management authorities and water supply enterprises for planning water protection measures and modernization of water treatment systems. *Key words:* Teteriv River, drinking water intake, hydrochemical indicators, monitoring, BOD₅, ammonium ions, phosphate ions, DSTU 4808:2007, water quality class, anthropogenic impact.



Постановка проблеми. Якість питної води є одним із ключових чинників, що визначає санітарно-епідеміологічний стан населення та рівень екологічної безпеки регіону. Житомирське Полісся характеризується розвинутою гідрографічною мережею, ключовим об'єктом якої є річка Тетерів – права притока Дніпра першого порядку довжиною 363 км із площею водозбірного басейну 15 100 км², що включає 130 притоків різного порядку [1]. Річка забезпечує основні потреби регіону у водних ресурсах, а питне водопостачання м. Житомир. Це вимагає безперервного контролю якості води та відповідності її складу встановленим нормативам, що підтверджується чисельними дослідженнями водних об'єктів регіону [2, 3].

Гідрохімічний режим річки формується під впливом геологічної будови басейну та інтенсивної господарської діяльності. Водозбір р. Тетерів характеризується значною часткою сільськогосподарських угідь, що зумовлює дифузне надходження біогенних речовин та органічних забруднювачів до водних об'єктів [1]. Гідрологічний режим річки суттєво трансформований внаслідок зарегульованості стоку каскадом водосховищ, найбільшими з яких у межах Житомирської області є Денишівське та Відсічне [4].

Окрему проблему становить антропогенний вплив у межах урбанізованої території: надходження забруднювальних речовин із поверхневим стоком, скид недостатньо очищених комунально – побутових стічних вод, а також процеси евтрофікації, що посилюються в останні роки [2, 3]. Підвищення концентрацій біогенних елементів – амоній-іонів, нітрит- та фосфат-іонів – є індикатором погіршення якості води у водозборі та потребує систематичного контролю [5, 6]. За таких умов системний моніторинг гідрохімічних показників водозбору набуває першочергового практичного значення для забезпечення якості питної води та своєчасного виявлення екологічних ризиків для здоров'я населення.

Важливим аспектом сучасних екологічних досліджень є не лише фіксація концентрацій речовин та їх порівняння з нормативами ГДК, а й комплексна оцінка стану водних об'єктів згідно з чинними державними стандартами. Застосування методики ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання» дозволяє класифікувати воду за категоріями якості, що є необхідним для прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо модернізації систем водопідготовки та охорони водних ресурсів [10]. Аналіз динаміки гідрохімічних показників за тривалий період (2010 – 2025 рр.) у поєднанні з оцінкою класів якості дозволяє виявити тенденції змін стану водозбору та своєчасно оцінити екологічні ризики для населення [9].

Мета роботи: проаналізувати динаміку гідрохімічних показників р. Тетерів у створі питного

водозбору м. Житомир за період 2010 – 2025 рр., здійснити комплексну оцінку якості води відповідно до вимог ДСТУ 4808:2007 та виявити ключові абіотичні й антропогенні чинники впливу на стан водного середовища.

Актуальність дослідження. Проблема якості поверхневих вод у басейні р. Тетерів набула особливої гостроти в контексті зростаючого антропогенного навантаження на водні екосистеми Житомирського Полісся. Незважаючи на те, що загальний стан водозбору залишається задовільним, тенденції до зростання концентрацій амоній-іонів та органічного забруднення (БСК₅), зафіксовані після 2019 р., свідчать про прогресуюче погіршення якості води. Це вимагає не лише поточного контролю відповідності нормативам ГДК, а й комплексної оцінки якості за класифікаційними критеріями ДСТУ 4808:2007, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо водопідготовки та охорони водних ресурсів регіону.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження виконане в рамках вирішення актуального науково-практичного завдання – забезпечення екологічної безпеки централізованого питного водопостачання м. Житомир на основі аналізу багаторічної динаміки гідрохімічних показників р. Тетерів. Результати роботи безпосередньо пов'язані з практичними потребами органів управління водними ресурсами, підприємств водопостачання та природоохоронних органів у достовірній інформації про стан водозбору для планування водоохоронних заходів та модернізації систем водопідготовки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання якості поверхневих вод басейну р. Тетерів та суміжних водних об'єктів Житомирського Полісся досліджувалися у ряді наукових робіт. Зокрема, Кірейцева Г.В. та співавтори [2] проаналізували проблему евтрофікації р. Тетерів в межах урбоєкосистеми м. Житомир та запропонували підходи до оптимізації водокористування. Скиба Г.В. та ін. [3] досліджували вміст важких металів у поверхневих водах урбанізованих ділянок річки. Геосистемні характеристики р. Тетерів, включаючи гідрологічний режим та трансформацію стоку каскадом водосховищ, висвітлено у роботі Шевчук Л.В. та ін. [4]. Екологічне оцінювання якості поверхневих вод Житомирського Полісся в цілому здійснено Салієм П.М. та співавторами [12], що дозволяє порівнювати отримані результати в регіональному контексті. Вплив кліматичних змін на водні ресурси басейну р. Тетерів досліджено у роботі міжнародного авторського колективу за участю українських вчених [1]. Разом з тим, комплексний аналіз динаміки гідрохімічних показників р. Тетерів саме у створі питного водозбору м. Житомир за тривалий сучасний період (2010 – 2025 рр.) із застосуванням класифікаційного підходу ДСТУ 4808:2007 у науковій літературі представлений недостатньо.

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття та новизна досліджень. Попри наявність окремих досліджень водних об'єктів Житомирського Полісся, у науковій літературі відсутній систематизований аналіз багаторічної динаміки повного комплексу гідрохімічних показників р. Тетерів у створі питного водозабору м. Житомир за період 2010 – 2025 рр. Невіршеним залишається питання комплексної оцінки якості води цього водозабору відповідно до вимог ДСТУ 4808:2007 на основі тривалих рядів спостережень. Новизна дослідження полягає у вперше проведеному комплексному аналізі 16-річної динаміки 10 гідрохімічних показників р. Тетерів у створі питного водозабору м. Житомир (2010 – 2025 рр.) із визначенням інтегрального класу якості води за ДСТУ 4808:2007 та виявленням тенденції до прогресуючого зростання азотного забруднення після 2019 р.

Методологічне або загальнонаукове значення.

Методологічне значення дослідження полягає у застосуванні комплексного підходу до оцінки якості питних поверхневих вод, що поєднує: порівняльний аналіз концентрацій забруднювальних речовин з нормативами ГДК для водойм господарсько-питного призначення; класифікацію якості води за ДСТУ 4808:2007 з розрахунком інтегрального класу як середнього арифметичного класів окремих показників; аналіз багаторічної динаміки із виявленням статистично значущих тенденцій. Запропонований підхід може бути адаптований для оцінки якості інших джерел централізованого питного водопостачання України та використаний при розробці регіональних програм моніторингу водних ресурсів.

Виклад основного матеріалу. Матеріалом для написання статті слугували дані щодо гідрохімічних показників р. Тетерів у межах м. Житомир, які були отримані з офіційного сайту Державного агентства водних ресурсів України [8] за 2010 – 2025 рр. Пост спостереження розташований на р. Тетерів, 259 км від гирла, у межах питного водозабору м. Житомир. Відповідно до програми моніторингу поверхневих вод [9], визначення гідрохімічних показників здійснювалось у контрольному створі щомісячно. Місяця та кількість відбору проб визначались відповідно до чинних нормативних документів.

Нами було проаналізовано динаміку таких гідрохімічних показників: вміст розчиненого кисню ($\text{мгО}_2/\text{дм}^3$), біохімічне споживання кисню (БСК₅, $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$), концентрація завислих речовин ($\text{мг}/\text{дм}^3$), амоній-іонів ($\text{мг}/\text{дм}^3$), нітрат-іонів ($\text{мг}/\text{дм}^3$), нітрит-іонів ($\text{мг}/\text{дм}^3$), сульфат-іонів ($\text{мг}/\text{дм}^3$), фосфат-іонів ($\text{мг}/\text{дм}^3$), хлорид-іонів ($\text{мг}/\text{дм}^3$) та загального азоту ($\text{мг}/\text{дм}^3$). Отримані дані порівнювались із встановленими нормативами гранично допустимих концентрацій (ГДК) відповідно до чинного санітарного законодавства України [10]. Статистична обробка результатів включала розрахунок середніх річних

значень, мінімальних та максимальних концентрацій кожного показника. Графічне представлення динаміки показників здійснено у вигляді лінійних графіків із відображенням діапазону мін – макс та рівня ГДК.

Оцінювання якості води р. Тетерів здійснено відповідно до ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання» [10]. Для кожного показника визначався клас якості відповідно до нормативних меж, передбачених стандартом. Інтегральний (зведений) клас якості розраховувався як середнє арифметичне класів всіх аналізованих показників за рік.

Отримані дані порівнювались із нормативами ГДК для водойм господарсько-питного призначення [10], а також використовувались для комплексної оцінки якості води відповідно до ДСТУ 4808:2007.

Комплексний аналіз гідрохімічного стану р. Тетерів у створі питного водозабору м. Житомир базувався на результатах багаторічного моніторингу за період 2010–2025 рр. Дослідження охоплювало 10 ключових фізико-хімічних параметрів, що дозволяють оцінити санітарно-гігієнічний стан водойми та інтенсивність антропогенного впливу (табл. 1).

Статистичні характеристики показників якості води питного водозабору м. Житомир представлені в таблиці 2 у кожній клітинці верхнє значення середнє річне, нижнє – діапазон мін – макс; «–» – показник не вимірювався, тоді як багаторічна динаміка концентрацій основних параметрів представлена на рисунках 1–5 з урахуванням мінімальних і максимальних значень та їх співвідношення з гранично допустимими концентраціями (ГДК) у 2010 – 2025 рр.

Кисневий режим та органічне забруднення. Вміст розчиненого кисню є одним із фундаментальних показників екологічного стану водойми, що відображає інтенсивність процесів самоочищення та рівень органічного навантаження [5]. Протягом аналізованого періоду середні річні значення залишалися на достатньому рівні – від $9,63 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ у 2023 р. до $12,65 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ у 2011 р., що суттєво перевищує мінімально допустиме значення ГДК ($4,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$). Такий рівень насиченості води киснем свідчить про задовільний стан аеробних процесів у водоймі та достатній потенціал самоочищення протягом більшої частини року.

Водночас аналіз діапазонів мін–макс виявив тривожну тенденцію: у 2013 р. мінімальні значення знижувалися до $1,72 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, а у 2023 р. – до $4,28 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, (рис. 3) що є критично близьким до нижньої межі норми. Подібне зниження характерне для літньої межени, коли підвищення температури води зменшує розчинність кисню, а інтенсифікація біохімічного розкладу органічних речовин збільшує його споживання [5]. Нижче $4,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ починаються заморні явища та пригнічення гідробіонтів,

Таблиця 1

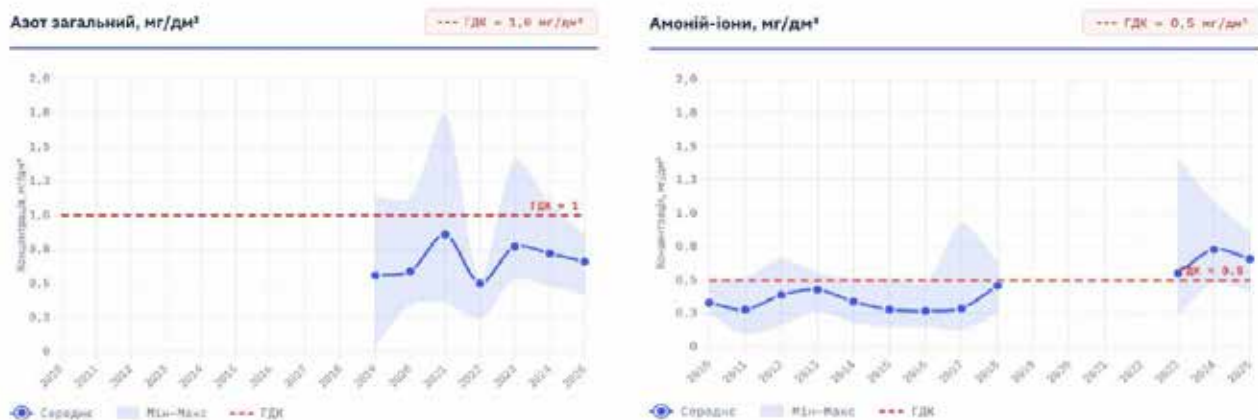
Середні річні значення гідрохімічних показників р. Тетерів (2010 – 2025 рр.)

Показник	ГДК	Одиниці	Мін.серед.	Макс.серед	Рік мін.	Рік макс.
Розчинений кисень	>=4.0	мгО ₂ /дм ³	9.63	12.65	2023	2011
БСК ₅	3.0	мгО ₂ /дм ³	0.98	3.11	2016	2010, 2025
Завислі речовини	15.0	мг/дм ³	5.23	7.16	2015	2010
Амоній-іони	0.5	мг/дм ³	0.27	0.86	2016	2021
Нітрат-іони	40.0	мг/дм ³	1.47	3.00	2017	2013
Нітрит-іони	0.08	мг/дм ³	0.02	0.05	2016, 2020	2013
Сульфат-іони	100.0	мг/дм ³	35.43	58.58	2020	2016
Фосфат-іони	0.1	мг/дм ³	0.03	0.16	2018	2012
Хлорид-іони	300.0	мг/дм ³	23.09	32.44	2019	2025
Загальний азот	1.0	мг/дм ³	0.50	0.86	2019	2021

Таблиця 2

Статистичні характеристики показників якості води питного водозабору м. Житомир

Рік	Азот заг., мг/дм ³	Амоній-іони, мг/дм ³	БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	Завислі реч., мг/дм ³	Кисень розч., мгО ₂ /дм ³	Нітрати, мг/дм ³	Нітрити, мг/дм ³	Сульфати, мг/дм ³	Фосфати, мг/дм ³	Хлориди, мг/дм ³
2010	–	0,33 0,25–0,51	3,11 1,12–5,20	7,16 5,00–11,00	10,03 6,64–13,90	1,84 0,70–4,00	0,03 0,01–0,11	38,42 26,0–64,0	0,07 0,04–0,12	28,17 21,0–45,0
2011	–	0,28 0,10–0,52	2,75 1,12–3,84	5,42 4,50–10,00	12,65 9,70–13,44	1,59 0,10–4,80	0,04 0,01–0,17	48,08 12,0–60,0	0,08 0,03–0,17	24,08 20,0–31,0
2012	–	0,39 0,16–0,66	2,64 1,36–3,20	5,34 4,00–7,50	10,21 6,00–13,00	2,64 0,70–5,40	0,04 0,01–0,31	44,83 28,0–62,0	0,16 0,01–0,91	31,36 24,0–47,0
2013	–	0,43 0,27–0,56	2,41 1,04–3,04	5,88 4,90–8,80	11,82 1,72–12,00	3,00 0,40–6,30	0,05 0,02–0,13	43,92 38,0–57,0	0,14 0,00–0,83	31,92 16,0–43,0
2014	–	0,34 0,18–0,51	2,54 1,85–3,06	5,36 4,90–6,40	11,57 2,50–13,64	2,46 0,10–4,07	0,03 0,00–0,07	39,27 27,0–48,0	0,04 0,00–0,10	26,64 18,0–47,0
2015	–	0,28 0,15–0,51	2,64 1,12–3,20	5,23 4,00–8,50	10,61 7,90–14,40	1,51 0,10–3,20	0,04 0,00–0,12	42,00 28,0–75,0	0,04 0,00–0,08	28,27 26,0–31,0
2016	–	0,27 0,15–0,48	0,98 0,04–1,38	6,06 4,00–8,20	12,01 9,97–13,80	1,60 0,60–2,20	0,02 0,01–0,07	58,58 36,0–83,0	0,12 0,00–0,85	25,83 20,0–31,0
2017	–	0,29 0,13–0,92	2,24 1,04–3,28	5,61 4,90–8,10	11,61 8,00–14,40	1,47 0,70–3,50	0,03 0,01–0,36	52,09 11,0–64,0	0,13 0,01–0,82	27,00 21,0–36,0
2018	–	0,46 0,25–0,65	2,36 1,12–3,04	5,72 2,10–7,20	11,89 9,38–14,56	1,77 0,36–4,50	0,03 0,00–0,07	40,58 20,0–58,0	0,03 0,01–0,12	24,17 20,0–33,0
2019	0,56 0,04–1,14	0,55 0,31–1,14	2,52 1,04–3,44	6,06 5,00–8,10	11,62 10,02–13,68	–	0,03 0,03–0,08	35,64 20,0–64,0	–	23,09 18,0–30,0
2020	0,59 0,34–1,13	0,59 0,34–1,13	2,41 1,12–3,20	5,99 5,20–7,30	11,39 7,20–13,36	–	–	35,45 22,0–58,0	–	29,09 21,0–38,0
2021	0,86 0,36–1,74	0,86 0,36–1,74	2,54 1,12–3,28	5,43 5,00–6,50	11,46 9,76–13,68	–	–	42,67 36,0–58,0	–	25,17 20,0–36,0
2022	0,50 0,24–0,54	0,50 0,24–0,54	2,82 2,56–3,60	5,47 5,00–6,20	10,75 4,72–13,60	–	–	42,27 35,0–48,0	–	27,00 20,0–30,0
2023	0,77 0,53–1,41	0,55 0,24–1,41	2,35 0,20–3,28	5,45 5,00–6,00	9,63 4,28–13,64	1,85 1,02–2,14	0,04 0,01–0,07	44,00 29,0–64,0	0,05 0,00–0,10	25,31 18,0–30,0
2024	0,72 0,48–1,09	0,73 0,48–1,09	2,93 1,20–3,88	5,66 5,10–6,70	11,26 9,00–13,30	1,81 0,95–2,47	0,03 0,01–0,06	46,91 32,0–61,0	0,07 0,00–0,11	29,55 23,0–45,0
2025	0,66 0,42–0,86	0,66 0,42–0,86	3,11 1,12–4,40	5,55 5,40–5,90	12,04 10,08–17,44	1,82 1,00–2,86	0,03 0,02–0,05	51,00 38,0–67,0	0,07 0,00–0,09	32,44 24,0–54,0

Рис. 1. Концентрація сполук азоту мг/дм³Рис. 2. Концентрація БСК₅, та завислих речовин мг/дм³

що робить такі епізодичні зниження потенційно небезпечними для екосистеми водозабору.

Показник біохімічного споживання кисню (БСК₅) є прямим індикатором вмісту біохімічно лабільних органічних сполук у воді [6]. Протягом усього аналізованого періоду він коливався в межах 2,35 – 3,11 мгО₂/дм³ і стабільно перебував на рівні або вище нормативного значення ГДК (3,0 мгО₂/дм³), (рис. 2) Зокрема, у 2010 та 2025 рр. середнє значення БСК₅ становило 3,11 мгО₂/дм³, тобто знаходилося безпосередньо на межі допустимого.

Аналіз максимальних значень виявляє виражені перевищення: у 2010 р. максимальна разова концентрація сягала 5,20 мгО₂/дм³ (1,7 ГДК), у 2013 р. – 8,80 мгО₂/дм³ (2,9 ГДК), що свідчить про суттєве та нестабільне органічне навантаження на водойму. Характерним винятком є 2016 р., коли середнє значення БСК₅ знизилося до аномально низького рівня 0,98 мгО₂/дм³, що може бути пов'язано з особливостями гідрологіч-

них умов або з методичними особливостями відбору і аналізу проб. Загалом стабільно підвищені значення БСК₅ вказують на постійне надходження органічних забруднювачів до водозабору [2].

Протягом 2010 – 2025 рр. спостерігалася виражена тенденція до зростання азотного забруднення водозабору, (рис. 1) що є одним із найбільш значущих результатів проведеного моніторингу. Сполуки азоту надходять до водойми переважно зі стічними водами комунально-побутового походження, поверхневим стоком з урбанізованих територій та змивом з сільськогосподарських угідь [1, 2].

Вміст амоній-іонів у 2010 – 2018 рр. залишався відносно стабільним – у межах 0,27 – 0,46 мг/дм³, не перевищуючи ГДК (0,5 мг/дм³). Однак починаючи з 2019 р. ситуація кардинально змінилася: середні значення перевищили нормативний рівень і надалі демонстрували тенденцію до зростання. У 2019 р. середня концентрація амоній-іонів стано-

Рис. 3. Концентрація розчиненого кисню та нітрат- іонів мг/дм³Рис. 4. Концентрація нітрит- іонів та сульфат-іонів мг/дм³

вила 0,55 мг/дм³ (1,1 ГДК), у 2020 р. – 0,59 мг/дм³, у 2021 р. зафіксовано пік забруднення – 0,86 мг/дм³ (1,7 ГДК), а максимальна разова концентрація у цьому році сягала 1,74 мг/дм³, що у 3,5 рази перевищує норму. У 2023 – 2025 рр. показник дещо знизився, однак залишався вище допустимого рівня – 0,55 – 0,73 мг/дм³. Подібна прогресуюча динаміка є індикатором постійного надходження свіжих органічних забруднень побутового походження [3] та може свідчити про недостатню ефективність роботи очисних споруд у басейні річки.

Загальний азот вимірювався (рис. 1), починаючи з 2019 р. і коливався в межах 0,50 – 0,86 мг/дм³ при ГДК 1,0 мг/дм³. Хоча перевищення норми не зафіксовано, у 2021 р. середнє значення (0,86 мг/дм³) наблизилося до граничного рівня, що узгоджується із піковими значеннями амоній-іонів у цей рік.

Вміст нітрат-іонів (рис. 3), протягом 2010 – 2018 та 2023 – 2025 рр. залишався на низькому рівні – середні значення не перевищували 3,00 мг/дм³ при ГДК 40 мг/дм³, тобто становили менше 8% від допустимої концентрації.

Вміст нітрит-іонів також стабільно не перевищував (рис. 4.), нормативу (ГДК = 0,08 мг/дм³) – середні значення коливалися в межах 0,02 – 0,05 мг/дм³. Характерне переважання амонійного азоту над нітратним та нітритним підтверджує домінування процесів амоніфікації над нітрифікацією [6], що типово для умов підвищеного органічного навантаження та епізодичного дефіциту розчиненого кисню.

Вміст сульфат-іонів протягом (рис. 4), аналізованого періоду коливався в межах 35,45 – 58,58 мг/дм³ при ГДК 100 мг/дм³, не перевищуючи нормативного рівня жодного разу. Дещо підвищені значення спостерігалися у 2016 – 2017 рр. (середні 58,58 та 52,09 мг/дм³ відповідно), однак і ці значення залишалися в межах допустимого. Загалом низький рівень сульфатів є характерною ознакою маломінералізованих прісних вод Полісся [5].

Концентрація хлорид-іонів була (рис. 5), стабільно низькою протягом усього періоду спостережень – 23,09 – 32,44 мг/дм³ при ГДК 300 мг/дм³, що становить менше 11% від допустимого рівня. Відсутність значних коливань та стабільно низькі



Рис. 5. Концентрація фосфат-іонів та хлорид-іонів мг/дм³

значення свідчать про мінімальний вплив промислових та комунальних джерел хлоридного забруднення на водозабір.

Вміст фосфат-іонів у більшості років коливався в межах 0,03 – 0,16 мг/дм³ при ГДК 0,1 мг/дм³. Перевищення норми (рис. 5), фіксувалися в окремі роки – зокрема, середні значення 0,16 мг/дм³ у 2012 р. та 0,14 мг/дм³ у 2013 р. перевищували ГДК відповідно у 1,6 та 1,4 рази. Особливо виразним є аномальний сплеск у 2012 р., коли разова концентрація сягнула 0,91 мг/дм³, що у 9,1 раза перевищує норму. Подібні аномальні піки є наслідком інтенсивного поверхневого змиву мінеральних добрив з сільськогосподарських угідь у весняний період [2]. У 2023 – 2025 рр. ситуація стабілізувалась – середні значення знаходились у межах 0,05–0,07 мг/дм³.

Середньорічна концентрація завислих речовин (рис. 2) варіювала в межах 5,23 – 7,16 мг/дм³ при ГДК 15 мг/дм³ і жодного разу не перевищувала нормативного значення. Найвищі середні значення спостерігалися у 2010 р. (7,16 мг/дм³) та 2019 р. (6,06 мг/дм³), що може бути пов'язано з підвищенням поверхневим зливом у ці роки. Починаючи з 2020 р. спостерігається стійка тенденція до зниження – середні значення стабілізувалися на рівні 5,43 – 5,99 мг/дм³. Стабільно низькі показники завислих речовин зумовлені гідротехнічною структурою річки: каскад водосховищ у басейні р. Тетерів, зокрема Денишівське та Відсічне водосховища, виконує функцію природних відстійників [4].

Основні чинники формування якості води: Аналіз отриманих даних свідчить про те, що якість води р. Тетерів у створі питного водозабору м. Житомир визначається складним поєднанням абіотичних та антропогенних чинників. Серед абіотичних факторів визначальну роль відіграють гідрологічний режим річки, температурний режим та кількість атмосферних опадів [1]. У маловодні

роки та в періоди літньої межени зменшення об'єму стоку призводить до концентрування забруднювачів та зниження розчиненого кисню. Навпаки, у повноводні роки відбувається розбавлення більшості забруднювачів, хоча одночасно може спостерігатися короткочасне підвищення вмісту завислих речовин та фосфатів.

Результати оцінювання якості води за ДСТУ 4808:2007. За значеннями показників, якими характеризувалася вода питного водозабору м. Житомир, були визначені класи якості відповідно до критеріїв ДСТУ 4808:2007 [10, 11].

Стандарт передбачає розподіл джерел централізованого питного водопостачання на чотири класи якості: від 1 (відмінна, дуже чиста вода) до 4 (погана, забруднена вода), а інтегральний клас визначається як середнє арифметичне класів за окремими показниками [11, 13]. Для порівняння отриманих результатів використовувалися дані екологічного оцінювання поверхневих вод Житомирського Полісся [12]. Розподіл значень за класами якості у розрізі досліджуваних показників протягом 2010 – 2025 рр. наведено у (табл. 3), інтегральний клас якості по роках та динаміку значень класу якості води питного водозабору наведені на рисунку 6.

Динаміка значень класу якості води питного водозабору м. Житомир протягом 2010 – 2025 рр. Розраховано за ДСТУ 4808:2007 як середнє арифметичне класів усіх показників за рік. Тіньова смуга відповідає діапазону 2 класу якості (1,5 – 2,5).

В межах досліджуваних років якість води питного водозабору м. Житомир за аналізованими гідрохімічними показниками відповідала 2 класу і змінювалася в діапазоні від 1,58 (2014 – 2015 рр.) до 1,73 (2025 р.). Відповідно до ДСТУ 4808:2007 [11], таку воду можна використовувати для централізованого питного водопостачання із застосуванням стандартної схеми очищення.

Таблиця 3

Розподіл значень гіdroхімічних показників р.Тетерів у відсотках за класами якості ДСТУ 4808:2007 (2010–2025 рр.)

Показник	1 клас, %	2 клас, %	3 клас, %	4 клас, %	Мін. клас (рік)	Макс. клас (рік)
Амоній-іони	10.4	75.7	13.9	0.00	1.64 (2016)	2.33 (2018)
БСК ₅	0.00	0.00	96.3	3.7	3.00 (2011)	3.36 (2016)
Завислі речовини	17.8	82.2	0.00	0.00	1.42 (2015)	2.00 (2018)
Розчинений кисень	85.9	14.1	0.00	0.00	1.00 (2019)	1.42 (2010)
Нітрат-іони	97.2	2.8	0.00	0.00	1.00 (2010)	1.17 (2013)
Нітрит-іони	18.1	70.8	9.7	1.4	1.67 (2011)	2.33 (2013)
Сульфат-іони	73.3	26.7	0.00	0.00	1.00 (2022)	1.83 (2017)
Фосфат-іони	44.4	52.1	2.1	1.4	1.17 (2017)	2.25 (2012)
Хлорид-іони	100.0	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
Азот загальний	32,4	65,1	2,3	0,1	1,73 (2019)	2,09 (2023)



Рис. 6. Інтегральний клас якості води р.Тетерів за (2010 – 2025 рр.)

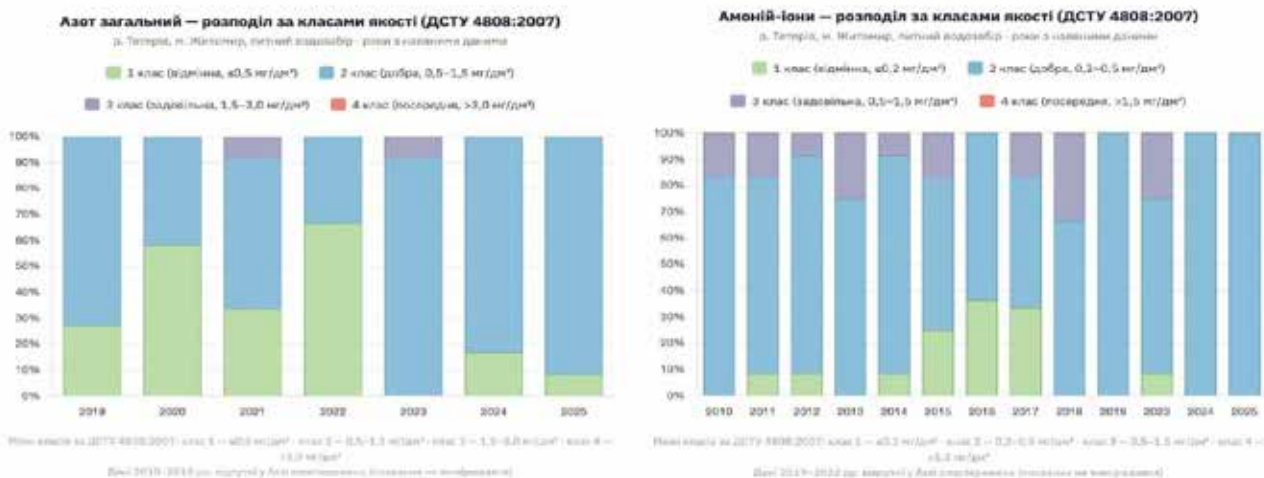


Рис. 7. Класи якості води за показниками азот-загальний та амонійний мг/дм³

За показником БСК₅ клас якості води коливався від 3,00 (2011 р.) до 3,36 (2016 р.). В загальному 96,3% аналізованих значень відповідали 3 класу якості (задовільна, слабо забруднена вода, БСК₅ у межах 2,0 – 4,0 мгО₂/дм³) та 3,7% – 4 класу (більше 4,0 мгО₂/дм³), що свідчить про стабільне органічне навантаження на водойму протягом усього аналізованого періоду., (рис. 8).

За вмістом розчиненого кисню 85,9% (рис. 9), значень на рівні більше 9,0 мгО₂/дм³ відповідали 1 класу якості (відмінна, дуже чиста вода), 14,1% – 2 класу (6,0 – 9,0 мгО₂/дм³). Виходів у 3 або 4 клас не зафіксовано. Найкращі значення спостерігались у 2019 та 2025 рр. (100% вимірювань – 1 клас).

За вмістом завислих речовин (рис. 8), клас якості коливався від 1,42 (2015 р.) до 2,00 (2018 р.). В цілому 17,8% значень відповідали 1 класу (до 5 мг/дм³) та 82,2% – 2 класу (5 – 15 мг/дм³). Виходів у 3 або 4 клас не зафіксовано, що свідчить про задовільний стан водотоку за каламутністю.

Вміст амоній-іонів (рис. 7), зумовив варіювання класу якості від 1,64 (2016 р.) до 2,33 (2018 р.). За цим показником 10,4% значень відповідали 1 класу (до 0,2 мг/дм³), 75,7% – 2 класу (0,2 – 0,5 мг/дм³) та 13,9% – 3 класу (0,5 – 1,5 мг/дм³). Перевищень 4 класу не виявлено.

Вміст нітрат-іонів (рис. 9), забезпечував найкращу якість води серед усіх досліджуваних показників: 97,2% значень відповідали 1 класу (до 5 мг/дм³) та лише 2,8% – 2 класу (5 – 20 мг/дм³), що вказує на відсутність суттєвого нітратного забруднення водозабору. За вмістом нітрит-іонів клас якості змінювався від 1,67 (2011 р.) до 2,33 (2013 р.). В цілому 18,1% значень відповідали 1 класу, 70,8% – 2 класу (0,01–0,05 мг/дм³), 9,7% – 3 класу (0,05–0,10 мг/дм³) та 1,4% – 4 класу (більше 0,10 мг/дм³).

За вмістом сульфат-іонів 73,3% (рис. 10) значень відповідали 1 класу (до 50 мг/дм³), а 26,7% – 2 класу (50 – 150 мг/дм³); найкращий середній клас спостерігався у 2022 р. (1,00), найгірший – у 2017 р. (1,83). За вмістом хлорид-іонів 100% значень протягом усього аналізованого періоду відповідали 1 класу якості (до 50 мг/дм³), що свідчить про мінімальне хлоридне забруднення водозабору., (рис. 11).

Вміст фосфат-іонів (рис 11) обумовив значення класу якості від 1,17 (2017 р.) до 2,25 (2012 р.). В цілому 44,4% значень відповідали 1 класу, 52,1% – 2 класу (0,05 – 0,15 мг/дм³), 2,1% – 3 класу (0,15 – 0,30 мг/дм³) та 1,4% – 4 класу. Аномальне значення 4 класу зафіксовано у травні 2012 р. (0,91 мг/дм³).

Отримані результати узгоджуються з даними екологічного оцінювання поверхневих вод Житомирського Полісся [12], що підтверджує характерність виявлених закономірностей для водних об'єктів регіону. Слід зазначити, що значення інтегрального класу у 2025 р. є найгіршим за весь аналізований період, що відображає загальну тенденцію до поступового погіршення якості води в останні роки та потребує посиленого моніторингу.

Висновки. Аналіз динаміки гідрохімічних показників р. Тетерів у створі питного водозабору м. Житомир за 2010 – 2025 рр. показав, що вміст розчиненого кисню протягом усього аналізованого періоду залишався на достатньому рівні (середні значення 9,63 – 12,65 мгО₂/дм³), однак в окремі роки мінімальні значення наближалися до критичної межі – зокрема, у 2023 р. зафіксовано зниження до 4,28 мгО₂/дм³, що свідчить про епізодичний дефіцит кисню в літню межень.

Показник БСК₅ протягом усього досліджуваного періоду стабільно перебував на рівні або вище нормативного значення ГДК (3,0 мгО₂/дм³) – середні значення коливалися в межах 2,35 – 3,11 мгО₂/дм³,

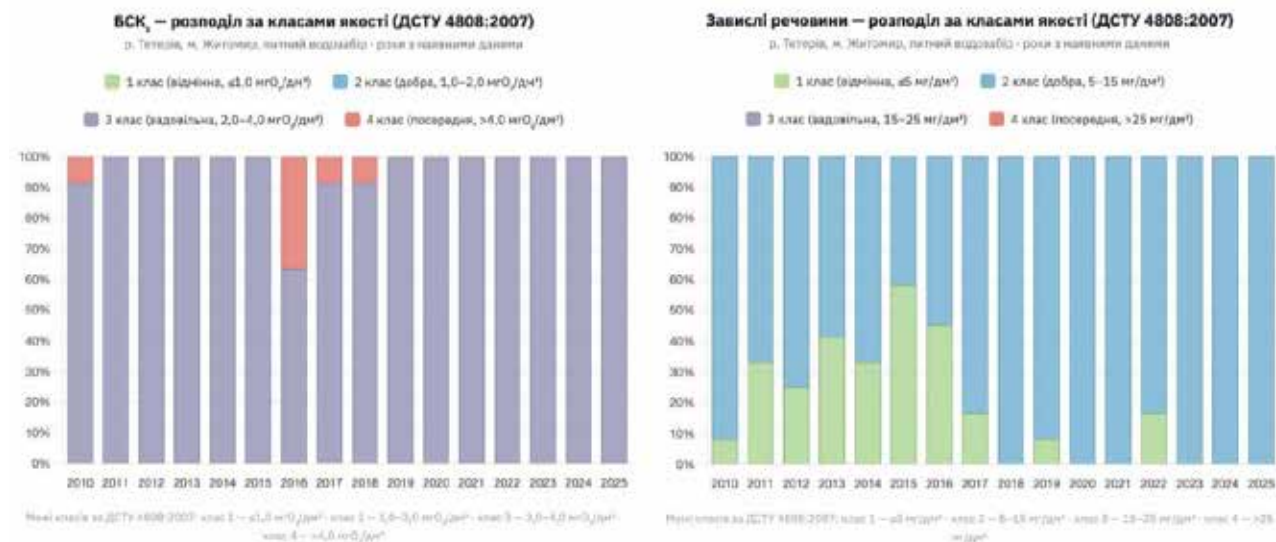


Рис. 8. Класи якості води за показниками БСК₅ та завислих речовин мг/дм³

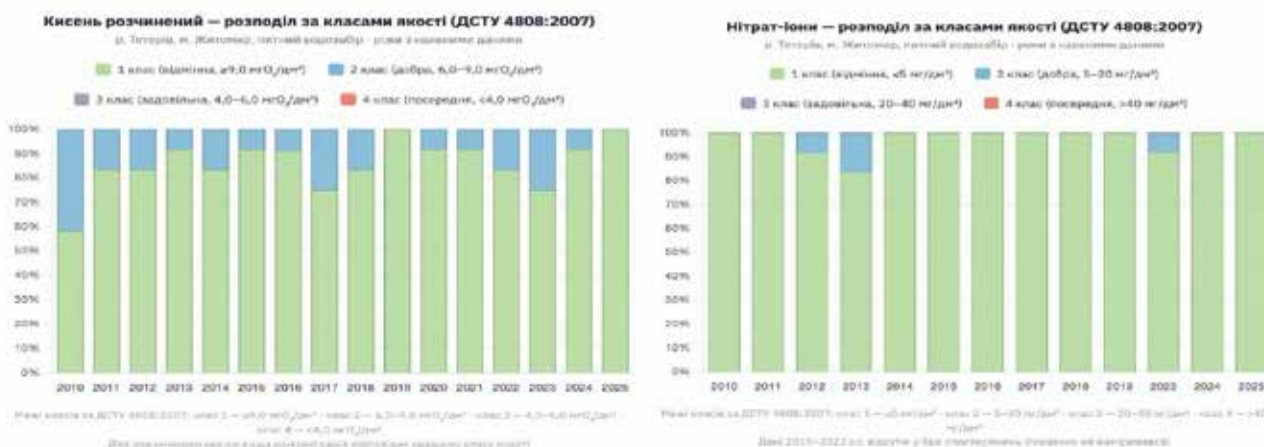


Рис. 9. Класи якості води за показниками кисень розчинний та нітрат-іони мг/дм³

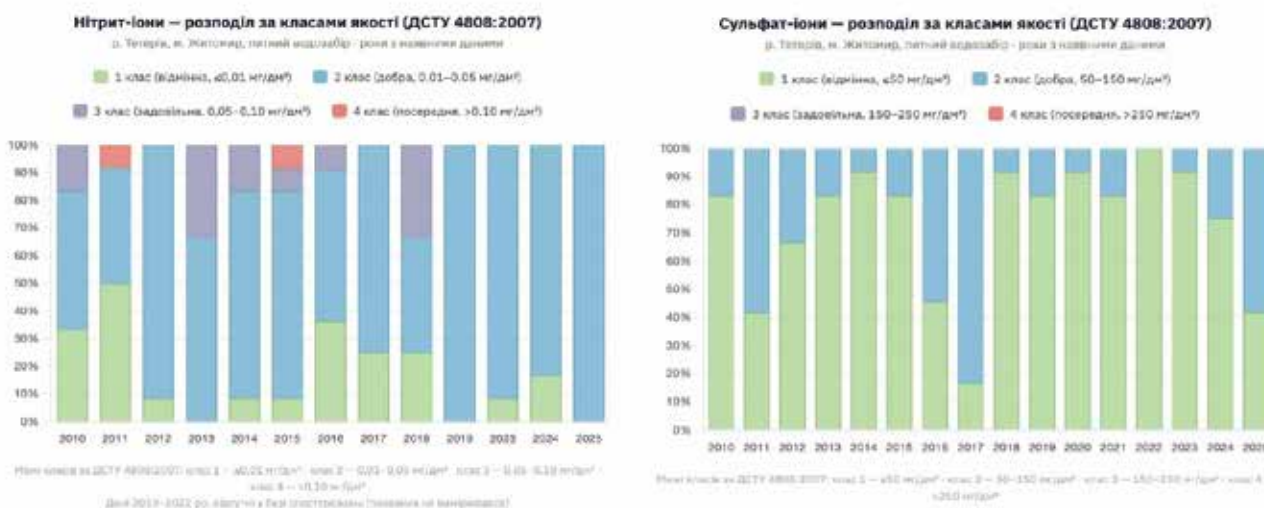


Рис. 10. Класи якості води за показниками нітрит-іони та сульфат-іони мг/дм³

а максимальні разові концентрації у 2010 та 2013 рр. сягали 5,20 та 8,80 мгО₂/дм³ відповідно, що вказує на стабільне органічне навантаження на водойму.

Виявлено виражену тенденцію до зростання концентрації амоній-іонів після 2019 р.: якщо у 2010 – 2018 рр. середні значення не перевищували ГДК (0,5 мг/дм³), то у 2021 р. зафіксовано пік забруднення – 0,86 мг/дм³ (1,7 ГДК) з максимальною разовою концентрацією 1,74 мг/дм³. У 2023 – 2025 рр. показник стабілізувався на рівні 0,55 – 0,73 мг/дм³, однак залишається вище допустимого значення, що потребує постійного контролю.

Вміст нітрат- та нітрит-іонів протягом усього аналізованого періоду не перевищував нормативних значень ГДК. Переважання амонійного азоту над нітратним підтверджує домінування процесів амоніфікації над нітрифікацією, характерне для умов підвищеного органічного навантаження та епізодичного дефіциту кисню. Вміст фосфат-іонів у більшо-

сті років знаходився в межах допустимих значень, проте у 2012 – 2013 рр. середні значення перевищували ГДК у 1,4 – 1,6 раза, а разова максимальна концентрація у травні 2012 р. становила 0,91 мг/дм³ (9,1 ГДК), що пов'язано з інтенсивним поверхневим зливом мінеральних добрив.

Показники мінерального складу – сульфат-іони (35,45 – 58,58 мг/дм³ при ГДК 100 мг/дм³), хлорид-іони (23,09 – 32,44 мг/дм³ при ГДК 300 мг/дм³) та завислі речовини (5,23 – 7,16 мг/дм³ при ГДК 15 мг/дм³) – протягом усього аналізованого періоду стабільно залишалися в межах нормативних значень, що є типовим для маломінералізованих прісних вод Полісся.

За результатами оцінювання якості води відповідно до ДСТУ 4808:2007 встановлено, що інтегральний клас якості води р. Тетерів протягом 2010 – 2025 рр. стабільно відповідав 2 класу («добра», чиста вода прийнятної якості) і коливався в діапазоні від

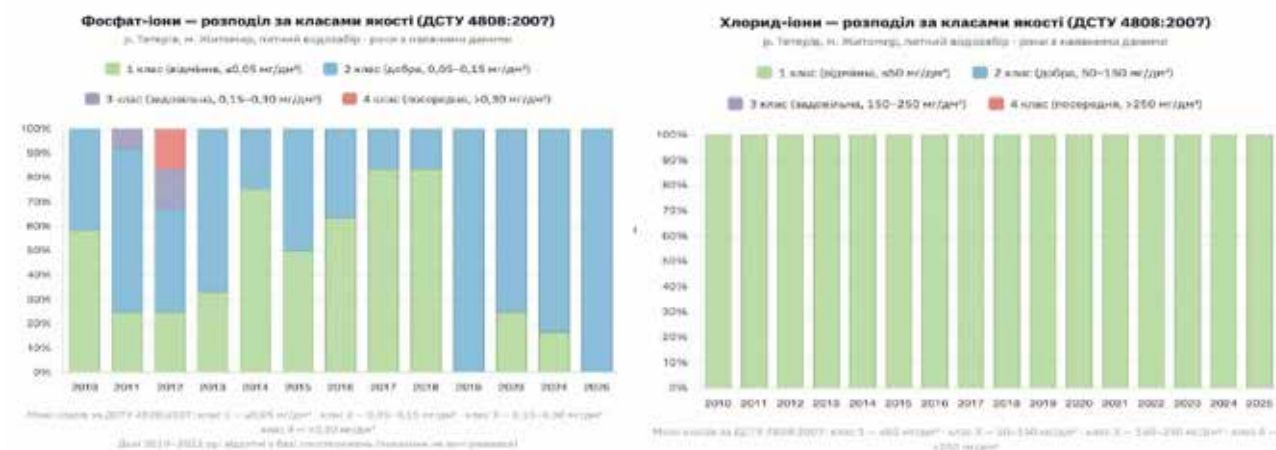


Рис. 11. Класи якості води за показниками фосфат-іони та хлорид-іони мг/дм³

1,58 (2014 – 2015 рр.) до 1,73 (2025 р.). Найкращий стан водозабору зафіксовано у 2014 – 2015 рр., найгірший – у 2025 р., що відображає загальну тенденцію до поступового погіршення якості води в останні роки.

За окремими показниками встановлено суттєві відмінності у класах якості: БСК₅ протягом усього періоду відповідав переважно 3 класу (96,3% значень) та 4 класу (3,7%), тоді як розчинений кисень демонстрував найкращі результати – 85,9% значень відповідали 1 класу. Хлорид-іони протягом усього аналізованого періоду стабільно відповідали 1 класу якості (100% значень).

Основними чинниками формування якості води р. Тетерів є поєднання абіотичних факторів (гідрологічний та температурний режим, кількість атмосферних опадів) та антропогенного навантаження: надходження забруднювальних речовин із поверхневим стоком з урбанізованої території м. Житомир, скид недостатньо очищених комунально-побутових стічних вод та дифузне забруднення з сільськогосподарських угідь. Відповідно до вимог ДСТУ 4808:2007, вода р. Тетерів у створі питного водозабору може

використовуватися для централізованого питного водопостачання із застосуванням стандартної схеми очищення, однак виявлені тенденції до зростання вмісту амоній-іонів та органічного забруднення потребують постійного моніторингу та вжиття відповідних водоохоронних заходів.

Перспективи використання результатів дослідження. Отримані результати можуть бути використані: органами Державного агентства водних ресурсів України для коригування програм моніторингу р. Тетерів з урахуванням виявлених тенденцій зростання азотного забруднення; підприємствами водопостачання м. Житомир для обґрунтування необхідності посилення контролю за амоній-іонами та БСК₅ у технологічному процесі водопідготовки; органами місцевого самоврядування для розробки водоохоронних заходів у басейні р. Тетерів, спрямованих на зниження скидів недостатньо очищених стічних вод; науковою спільнотою як база даних для подальших досліджень стану водних екосистем Житомирського Полісся та прогнозування змін якості питної води в умовах кліматичних змін.

Література

- Didovets I., Lobanova A., Bronstert A., Snizhko S., Maule C.F., Krysanova V. Assessment of climate change impacts on water resources in three representative Ukrainian catchments using eco-hydrological modelling. *Water*. 2017. Vol. 9, № 3. P. 204. DOI: <https://doi.org/10.3390/w9030204>
- Кірейцева Г.В., Циганенко–Дзюбенко І.Ю., Герасимчук О.Л., Скиба Г.В., Хоменко С.В. GAP-аналіз водокористування у контексті запобігання евтрофікації річки Тетерів в межах урбоєкосистеми м. Житомира. *Екологічні науки*. 2024. № 4 (55). URL: https://eco.j.dea.kiev.ua/archives/2024/4/55_2024.pdf
- Скиба Г.В., Кірейцева Г.В., Герасимчук О.Л., Циганенко–Дзюбенко І.Ю., Хоменко С.В. Визначення та прогнозування вмісту есенціальних важких металів у поверхневих водах урбанізованих ділянок річки Тетерів (Житомир). *Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки*. 2024. № 2. С. 50–57. URL: <https://journals.spu.sumy.ua/index.php/natural/article/view/461>
- Шевчук Л.В., Василева Л.О., Билина Л.В., Герасимчук О.Л. Геосистема річки Тетерів: комплексна характеристика. *Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки*. 2025. Вип. 1. URL: <https://eztuir.ztu.edu.ua/handle/123456789/8948>
- Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії: підручник. Київ: Ніка-Центр, 2012. 312 с.
- Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М. Регіональна гідрохімія України: підручник. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2019. 343 с.

7. Басейнове управління водних ресурсів річки Прип'ять. Державний моніторинг поверхневих вод. URL: <https://buvrzt.gov.ua/monitoring.html> (дата звернення: 09.03.2026).
8. Державне агентство водних ресурсів України. Моніторинг поверхневих вод. URL: <https://www.davr.gov.ua/monitoring-roverhnevih-vod1> (дата звернення: 09.03.2026).
9. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» від 19 вересня 2018 р. № 758.
10. Наказ Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення» від 02.05.2022 № 721.
11. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. Київ: Видавництво стандартів, 2007. 42 с.
12. Салій 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.
13. Колісник А.В., Юрасов С.Н. Недоліки класифікації якості вод за ДСТУ 4808:2007 та шляхи їх усунення. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2014. № 14. С. 155–163. URL: <http://uhmj.odku.edu.ua/wp-content/uploads/2014/10/20.pdf>

Дата першого надходження статті до видання: 24.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 30.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026