

УДК [504.5:546]:551.588-047.36(282.247.318)(045)
DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.2-65.46>

МОНІТОРИНГ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ЗА НАСЛІДКАМИ ЗАБРУДНЕННЯ НЕОРГАНІЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ

Совгіра С.В., Кочубей О.В., Душечкіна Н.Ю.

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
вул. Садова, 2, 20300, м. Умань

sovgirasvitlana@gmail.com, sncelena@gmail.com, nataxeta74@gmail.com

У статті досліджено проблеми впливу кліматичних змін і забруднення неорганічними речовинами на екологічний стан річки Південний Буг у межах Центрального Побужжя. Актуальність теми зумовлена посиленням кліматичних змін, які впливають на гідрологічний режим річок, зниження водності, зміну умов самоочищення водних екосистем і, як наслідок, погіршення якості поверхневих вод. Особливу увагу приділено ролі неорганічних речовин як індикаторів трансформації гідрохімічного стану річки в умовах поєднаної дії природних і антропогенних чинників. Метою дослідження є оцінка сучасного екологічного стану річки Південний Буг за показниками неорганічного забруднення та виявлення основних тенденцій його впливу в умовах кліматичних змін. У статті використано дані державного моніторингу поверхневих вод за 2025 рік і січень 2026 року. Аналіз проведено на території Центрального Побужжя, що охоплює середню течію річки Південний Буг у межах Хмельницької та Вінницької областей. Установлено, що екологічний стан досліджуваної ділянки річки є нестійким і характеризується коливаннями вмісту амоній-іонів, нітрат-іонів, нітрит-іонів, фосфат-іонів, а також сухого залишку. Виявлено зростання максимальних значень нітратів і мінералізації води упродовж другої половини 2025 року та збереження високого вмісту нітрат-іонів у січні 2026 року. Зафіксовано окремі випадки перевищення нормативних значень за вмістом кадмію, свинцю, ртуті та окремих пестицидів, що свідчить про наявність локальних осередків хімічного забруднення. Найбільш уразливими є ділянки, пов'язані з урбанізованими територіями та зонами господарського освоєння.

Обґрунтовано, що поєднання кліматичних змін і антропогенного навантаження є визначальним чинником погіршення якості поверхневих вод річки Південний Буг. Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості їх використання для вдосконалення системи екологічного моніторингу, прогнозування змін стану водних екосистем та обґрунтування природоохоронних заходів у межах Центрального Побужжя. **Ключові слова:** кліматичні зміни; поверхневі води; екологічний стан; річка Південний Буг; Центральне Побужжя; неорганічні речовини; забруднення вод; екологічний моніторинг; антропогенне навантаження; екологічна безпека.

Climate change monitoring due to inorganic substances pollution of the Southern Bug river. Sovhira S., Kochubei O., Dushechkina N.

The article examines the problems of the impact of climate change and pollution by inorganic substances on the ecological state of the Southern Bug River within the Central Bug Region. The relevance of the topic is due to the intensification of climate change, which affects the hydrological regime of rivers, reducing water content, changing the conditions for self-purification of aquatic ecosystems and, as a result, deteriorating the quality of surface waters. Particular attention is paid to the role of inorganic substances as indicators of the transformation of the hydrochemical state of the river under the combined action of natural and anthropogenic factors. The purpose of the study is to assess the current ecological state of the Southern Bug River in terms of inorganic pollution indicators and identifying the main trends of its impact under climate change conditions. The article uses data from state monitoring of surface waters for 2025 and January 2026. The analysis was conducted on the territory of the Central Bug Region, which covers the middle reaches of the Southern Bug River within the Khmelnytskyi and Vinnytsia regions. It was established that the ecological state of the studied section of the river is unstable and is characterized by fluctuations in the content of ammonium ions, nitrate ions, nitrite ions, phosphate ions, as well as dry residue. An increase in the maximum significant nitrates and water mineralization during the second half of 2025 and the preservation of a high content of nitrate ions in January 2026 were detected. Individual cases of exceeding the regulatory values for the content of cadmium, lead, mercury and certain pesticides were recorded, which indicates the presence of local foci of chemical pollution. The most vulnerable are areas associated with urbanized territories and economic development zones. It is substantiated that the combination of climate change and anthropogenic load is a determining factor in the deterioration of the quality of surface waters of the Southern Bug River. The practical significance of the results obtained lies in the possibility of their use for improving the ecological monitoring system, predicting changes in the state of aquatic ecosystems and substantiating environmental protection measures within the Central Bug region. **Key words:** climate change; surface water; ecological state; Southern Bug River; Central Bug region; inorganic substances; water pollution; ecological monitoring; anthropogenic load; ecological safety.

Постановка проблеми. В умовах сучасних кліматичних змін проблема збереження екологічного стану поверхневих вод є особливо актуальною.

Підвищення температури повітря, зміна режиму опадів, зменшення водності річок і зростання частоти екстремальних явищ впливають на гідрологіч-



ний режим, процеси самоочищення водних екосистем і концентрацію забруднювальних речовин у воді. За таких умов якість поверхневих вод визначається не лише антропогенним навантаженням, а й кліматично зумовленими змінами природних процесів.

Річка Південний Буг має важливе природоохоронне та господарське значення, проте її басейн зазнає суттєвого антропогенного впливу, а також негативних наслідків кліматичних змін. Особливу небезпеку становить забруднення неорганічними речовинами, зокрема сполуками азоту, фосфору та мінеральними солями, концентрація яких може зростати внаслідок зменшення стоку та підвищення температури води [8; 13].

Нормативну основу для оцінювання стану поверхневих вод в Україні становлять Водний кодекс України, Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», Порядок здійснення державного моніторингу вод, Методика віднесення масивів поверхневих вод до класів екологічного та хімічного стану, а також Водна стратегія України до 2050 року [1; 3–6]. Разом із тим територія басейну Південного Бугу залишається недостатньо дослідженою в аспекті комплексної оцінки впливу кліматичних змін на екологічний стан річки за показниками забруднення неорганічними речовинами.

Отже, проблема полягає у необхідності комплексного моніторингу та оцінки впливу кліматичних змін і забруднення неорганічними речовинами на екологічний стан річки Південний Буг для своєчасного виявлення екологічних ризиків і обґрунтування природоохоронних заходів.

Актуальність дослідження. Поверхневі води є важливим природним ресурсом, від якого залежить екологічна безпека, водозабезпечення населення та розвиток господарського комплексу. В умовах посилення кліматичних змін і зростання антропогенного навантаження особливої актуальності набуває проблема погіршення якості річкових вод через забруднення неорганічними речовинами. Для річки Південний Буг це питання є особливо важливим, оскільки зміни гідрологічного режиму, зниження водності та забруднення негативно впливають на її екологічний стан. Тому актуальним є дослідження впливу кліматичних змін і забруднення неорганічними речовинами на стан річки Південний Буг, що потребує своєчасного виявлення екологічних ризиків з метою обґрунтування природоохоронних заходів.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Авторський доробок безпосередньо пов'язаний із розв'язанням актуальних наукових і практичних завдань у галузі екологічної безпеки, охорони поверхневих вод, раціонального природокористування та адаптації водогосподарського комплексу до змін клімату. Дослідження спрямоване на виявлення закономірностей впливу кліматичних змін і забруднення неор-

ганічними речовинами на екологічний стан річки Південний Буг, що відповідає сучасним напрямкам розвитку екологічного моніторингу та басейнового управління водними ресурсами.

Наукове значення авторського доробку полягає у поглибленні підходів до оцінювання екологічного стану поверхневих вод за умов поєднаної дії природних і антропогенних чинників. Отримані результати дають змогу уточнити уявлення про вплив температурних змін, режиму атмосферних опадів, коливань водності та вмісту неорганічних речовин на формування якості річкових вод. Це створює підґрунтя для подальшого застосування сучасних підходів до комплексного аналізу стану гідроекосистем та прогнозування їх змін у часі.

Практичне значення роботи полягає в можливості використання отриманих результатів під час здійснення державного моніторингу вод, екологічної оцінки якості поверхневих вод, підготовки природоохоронних заходів і прийняття управлінських рішень у межах басейну річки Південний Буг. Результати дослідження можуть бути застосовані для виявлення екологічних ризиків, обґрунтування заходів щодо зниження рівня забруднення, удосконалення системи спостережень за станом річкових вод, а також для інформаційного забезпечення регіональних програм охорони водних ресурсів.

Отже, авторський доробок має тісний зв'язок із важливими науковими завданнями у сфері дослідження впливу кліматичних змін на водні екосистеми та з практичними завданнями забезпечення екологічно безпечного функціонування водогосподарських систем, збереження якості водних ресурсів і підвищення ефективності басейнового управління.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання впливу кліматичних змін на якість поверхневих вод активно досліджується як в Україні, так і за кордоном.

У вітчизняних дослідженнях важливе місце посідають праці І. Шахман та А. Бистрянцевої, у яких здійснено інтегральну оцінку якості води річки Південний Буг і обґрунтовано доцільність використання комплексних показників для аналізу її екологічного стану в умовах змінення клімату [7; 14].

Серед вітчизняних досліджень важливе місце посідають праці, присвячені оцінці якості води річки Південний Буг. У роботах І. Шахман та А. Бистрянцевої здійснено інтегральну оцінку якості води річки Південний Буг і обґрунтовано доцільність використання комплексних показників для аналізу її екологічного стану в умовах змін клімату [7; 14]. У дослідженні S. Snizhko та ін. розглянуто сучасні виклики водної безпеки басейну Південного Бугу, зокрема в контексті кліматичних змін і перспектив управління водними ресурсами [15].

Міжнародні дослідження І. Delpla [9], М. Е. Abalasei [8], D. Y. Dorado-Guerra [10], С. М. Richardson [12] та S. Santy [13] свідчать, що під-

вищення температури повітря, зміна режиму атмосферних опадів, зниження водності річок і зростання частоти екстремальних гідрометеорологічних явищ істотно впливають на гідрохімічний режим водних об'єктів, сприяють підвищенню концентрації забруднювальних речовин і погіршенню екологічного стану гідроекосистем. Показано, що в умовах потепління та зменшення стоку зростає ризик накопичення у воді неорганічних сполук, насамперед азоту і фосфору, що негативно позначається на екологічному стані річкових систем [13].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Незважаючи на наявність праць, присвячених оцінці якості води річки Південний Буг і впливу кліматичних змін на водні ресурси, недостатньо дослідженим залишається вплив кліматичних чинників і забруднення неорганічними речовинами на екологічний стан річки. Недостатньо висвітлено також використання показників неорганічного забруднення як індикаторів наслідків кліматичних змін у системі екологічного моніторингу. Саме ці питання становлять предмет даного дослідження.

Новизна дослідження полягає у комплексній оцінці впливу кліматичних змін і забруднення неорганічними речовинами на екологічний стан річки Південний Буг. У роботі поглиблено підхід до використання показників неорганічного забруднення як індикаторів наслідків кліматичних змін у системі екологічного моніторингу поверхневих вод. Це дає змогу більш повно оцінити сучасний стан річки та виявити основні екологічні ризики.

Методологічне або загальнонаукове значення полягає у застосуванні комплексного підходу до оцінки екологічного стану річки Південний Буг з урахуванням кліматичних змін і забруднення неорганічними речовинами. Отримані результати поглиблюють уявлення про взаємозв'язок між гідрометеорологічними та гідрохімічними показниками поверхневих вод.

Виклад основного матеріалу. Дослідження виконано на території Центрального Побужжя, що охоплює середню течію річки Південний Буг

у межах Хмельницької та Вінницької областей. Саме ця частина басейну є показовою для оцінки впливу кліматичних змін і забруднення неорганічними речовинами, оскільки знаходяться урбанізовані території, здійснюється сільськогосподарське використання водозбору та суттєве антропогенне навантаження на річкову систему. Для аналізу обрано 3 пункти спостереження у межах Центрального Побужжя: м. Хмільник, м. Вінниця та ділянка нижче м. Вінниця. Такий вибір дає змогу простежити зміни якості води вздовж середньої течії річки та виявити найбільш характерні тенденції.

Упродовж 2025 року та у січні 2026 року в досліджуваних пунктах оцінювалися показники, що характеризують органічне та неорганічне забруднення води, зокрема БСК5, ХСК, амоній-іони, нітрат-іони, нітрит-іони, фосфат-іони та сухий залишок. Узагальнені межі коливань цих показників у межах Центрального Побужжя наведено в (таблиці 1.)

Аналіз таблиці показав, що у межах Центрального Побужжя впродовж 2025 року спостерігалася значна мінливість гідрохімічних показників. Найбільші коливання виявлено за вмістом нітрат-іонів, фосфат-іонів і сухого залишку, що свідчить про нестійкий екологічний стан досліджуваної ділянки річки. У січні 2026 року відзначено деяке зниження максимальних значень БСК5, ХСК та фосфатів, проте високі концентрації нітратів і підвищений сухий залишок зберігалися.

Упродовж 2025 року та у січні 2026 року в межах Центрального Побужжя простежувалася мінливість основних гідрохімічних показників, що характеризують органічне й неорганічне навантаження на річку. Узагальнені сезонні зміни цих показників наведено в таблиці 2. Аналіз таблиці 2, засвідчив що у другій половині 2025 року найбільші коливання спостерігалися за вмістом нітрат-іонів, фосфат-іонів і сухого залишку. У січні 2026 року зафіксовано звуження діапазону БСК5, ХСК, амоній-іонів і фосфат-іонів, проте підвищений вміст нітратів і високі значення сухого залишку зберігалися, що свідчить про стійкість мінералізаційного та біогенного навантаження на водне середовище.

Таблиця 1

Діапазон окремих показників якості води річки Південний Буг у межах Центрального Побужжя у 2025 році та січні 2026 року

Показник	2025 рік	Січень 2026 року
БСК5, мгО/дм ³	0,95–8,20	1,01–5,80
ХСК, мгО/дм ³	15,79–65,00	16,80–48,78
Амоній-іони, мг/дм ³	0,00–1,20	0,05–0,28
Фосфат-іони, мг/дм ³	0,05–3,91	0,20–1,17
Нітрат-іони, мг/дм ³	0,00–15,71	2,25–15,68
Нітрит-іони, мг/дм ³	0,00–0,61	0,02–0,26
Сухий залишок, мг/дм ³	353–1844	487–1686

Таблиця 2

Динаміка окремих показників якості води річки Південний Буг у межах Центрального Побужжя у 2025 році та січні 2026 року

Показник	Липень 2025	Серпень 2025	Вересень 2025	Листопад 2025	Грудень 2025	Січень 2026
БСК5, мгО/дм ³	0,7–8,2	0,95–7,6	1,9–7,8	1,13–7,2	1,06–8,1	1,01–5,80
ХСК, мгО/дм ³	26,92–56,0	15,79–65,0	16,10–62,0	19,0–58,0	27,70–52,58	16,80–48,78
Амоній-іони, мг/дм ³	0,00–0,54	0,00–0,22	0,05–0,38	0,06–1,20	0,07–0,56	0,05–0,28
Фосфат-іони, мг/дм ³	0,08–3,91	0,14–2,40	0,05–2,13	0,17–1,88	0,18–1,50	0,20–1,17
Нітрат-іони, мг/дм ³	0,00–3,78	0,01–3,40	0,00–4,50	0,00–6,74	0,77–15,71	2,25–15,68
Нітрит-іони, мг/дм ³	0,01–0,61	0,01–0,21	0,00–0,21	0,01–0,23	0,04–0,25	0,02–0,26
Сухий залишок, мг/дм ³	446–1690	353–1757	363–1693	416–1668	461–1844	487–1686

Таблиця 3

Перевищення окремих показників якості води у межах Центрального Побужжя у 2025 році та січні 2026 року

Період	Пункт спостереження	Показник	Фактичне значення	Нормативне значення
Липень 2025	р. Південний Буг, 607 км, нижче с. Гущинці	Кадмій	13,949 мкг/дм ³	1,0 мкг/дм ³
Липень 2025	р. Південний Буг, 582 км, Сабарівське водосховище, питний водозабір м. Вінниці	Кадмій	4,758 мкг/дм ³	1,0 мкг/дм ³
Липень 2025	р. Південний Буг, 582 км, Сабарівське водосховище	Свинець	36,198 мкг/дм ³	30,0 мкг/дм ³
Вересень 2025	р. Жердь, 16 км, м. Калинівка	Ртуть	1,99 мкг/дм ³	0,5 мкг/дм ³
Грудень 2025	р. Південний Буг, 313 км, м. Хмільник	Ендосульфат	0,5 мкг/дм ³	0,1 мкг/дм ³
Грудень 2025	р. Південний Буг, 313 км, м. Хмільник	Гексахлорциклогексан	0,05 мкг/дм ³	0,04 мкг/дм ³
Січень 2026	р. Гірський Тікич, м. Тальне	Хлорпірифос	0,67 мкг/дм ³	0,1 мкг/дм ³

Аналіз таблиці 2 засвідчив, що впродовж другої половини 2025 року в межах Центрального Побужжя спостерегалось зростання максимальних значень нітрат-іонів від 3,78 мг/дм³ у липні до 15,71 мг/дм³ у грудні, сухого залишку – від 1690 до 1844 мг/дм³. У січні 2026 року максимальний вміст нітратів залишався практично на тому самому рівні – 15,68 мг/дм³, що вказує на збереження підвищеного азотного навантаження в зимовий період. Водночас максимальні значення БСК5 зменшилися до 5,80 мгО/дм³, а ХСК – до 48,78 мгО/дм³, що може свідчити про певне зниження органічного навантаження на початку 2026 року.

Аналіз таблиці 3 засвідчив, що у межах Центрального Побужжя у 2025 році та січні

2026 року фіксувалися окремі випадки перевищення нормативних значень за вмістом важких металів і пестицидів. Найбільше перевищення у липні 2025 року встановлено для кадмію нижче с. Гущинці – 13,949 мкг/дм³, що майже у 14 разів перевищує норматив. У районі Сабарівського водосховища також виявлено перевищення за кадмієм і свинцем. У вересні 2025 року у р. Жердь, у межах м. Калинівка, зафіксовано перевищення за ртуттю – 1,99 мкг/дм³, що майже у 4 рази більше допустимого значення. У грудні 2025 року в районі м. Хмільник спостерігались перевищення за окремими пестицидами, у січні 2026 року – за хлорпірифосом у р. Гірський Тікич. Це свідчить про збереження

локальних осередків хімічного забруднення у водних об'єктах регіону.

Отже, результати дослідження в межах Центрального Побужжя показали, що екологічний стан річки Південний Буг формується під впливом поєднання кліматичних змін і антропогенного забруднення неорганічними речовинами. Найбільш уразливими виявилися ділянки в межах урбанізованих територій, насамперед у районі м. Вінниця. Основними індикаторами погіршення якості води є підвищений вміст нітратів, нітритів, фосфатів та амоній-іонів, а також зростання сухого залишку. Це підтверджує доцільність подальшого моніторингу саме середньої течії Південного Бугу як однієї з найбільш чутливих ділянок басейну.

Головні висновки. У 2025 році та січні 2026 року в межах Центрального Побужжя встановлено нестійкий екологічний стан річки Південний Буг. Найбільш показовими є підвищені значення нітрат-іонів, фос-

фат-іонів, амонійного азоту та сухого залишку, що свідчить про поєднаний вплив антропогенного навантаження і кліматичних чинників.

Зафіксовано також окремі випадки перевищення нормативів за вмістом кадмію, свинцю, ртуті та пестицидів, що вказує на наявність локальних осередків хімічного забруднення. Отже, отримані результати підтверджують необхідність подальшого систематичного моніторингу якості води річки Південний Буг.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення системи моніторингу якості поверхневих вод, виявлення екологічних ризиків у межах Центрального Побужжя та обґрунтування водоохоронних заходів. Вони також можуть слугувати основою для прогнозування змін екологічного стану річки Південний Буг в умовах подальших кліматичних змін і антропогенного навантаження.

Література

1. Водний кодекс України: Кодекс України; Закон, Кодекс від 06.06.1995 № 213/95-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/213/95-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 11.03.2026).
2. План управління річковим басейном Південного Бугу на 2025–2030 роки. Державне агентство водних ресурсів України. 2024. URL: <https://www.davr.gov.ua/plan-upravlinnya-richkovim-basejnom-pivdenного-bugu> (дата звернення: 11.03.2026).
3. Про затвердження Методики віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод, а також віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод: Наказ Мінприроди України від 14.01.2019 № 5. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0127-19> (дата звернення: 11.03.2026).
4. 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: 11.03.2026).
5. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1264-12> (дата звернення: 11.03.2026).
6. Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 09.12.2022 № 1134-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1134-2022-%D1%80> (дата звернення: 11.03.2026).
7. Шахман І. О., Бистрянцева А. М. Інтегральна оцінка якості води річки Південний Буг в умовах змінення клімату. *Екологічні науки*. 2021. № 7–34. DOI: 10.32846/2306-9716/2021.eco.7-34.27.
8. Abalasei M. E., Toma D., Dorus M., Teodosiu C. The Impact of Climate Change on Water Quality: A Critical Analysis. *Water*. 2025. Т. 17. № 21. Ст. 3108. DOI: 10.3390/w17213108.
9. Delpla I., Jung A.-V., Baures E., Clement M., Thomas O. Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production. *Environment International*. 2009. Т. 35. № 8. С. 1225–1233. DOI: 10.1016/j.envint.2009.07.001.
10. Dorado-Guerra D. Y., Paredes-Arquiola J., Pérez-Martín M. Á., Corzo-Pérez G., Ríos-Rojas L. Effect of climate change on the water quality of Mediterranean rivers and alternatives to improve its status. *Journal of Environmental Management*. 2023. Т. 348. Ст. 119069. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.119069.
11. Guidance on Water and Adaptation to Climate Change. UNECE. 2009. URL: <https://unece.org/unece-and-sdgs/publications/guidance-water-and-adaptation-climate-change> (дата звернення: 11.03.2026).
12. Richardson C. M. et al. Effects of climate change on river and groundwater nutrient inputs to the coastal ocean. *Communications Earth & Environment*. 2025. Т. 6. DOI: 10.1038/s43247-025-02594-6.
13. Santy S. et al. Increased risk of water quality deterioration under climate change for eutrophication management in the Seine River basin. *Frontiers in Water*. 2022. Т. 4. Ст. 971623. DOI: 10.3389/frwa.2022.971623.
14. Shakhman I., Bystrantseva A. Water Quality Assessment of the Surface Water of the Southern Bug River Basin by Complex Indices. *Journal of Ecological Engineering*. 2021. Т. 22. № 1. С. 195–205. DOI: 10.12911/22998993/128858.
15. Snizhko S., Didovets I., Shevchenko O., Yatsiuk M., Hattermann F. F., Bronstert A. Southern Bug River: water security and climate changes perspectives for post-war city of Mykolaiv, Ukraine. *Frontiers in Water*. 2024. Т. 6. DOI: 10.3389/frwa.2024.1447378.

Дата першого надходження статті до видання: 12.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 24.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026