

УДК 504.453:556.53:628.394(477.4)
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.1.40>

ПРОСТОРОВА МІНЛИВІСТЬ ВМІСТУ ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН ВЗДОВЖ ТЕЧІЇ ПІВДЕННОГО БУГУ

Залізник Я.І. – д.філос. за спеціальністю 103 Науки про Землю,
викладач кафедри екології та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0002-6497-1215

У статті представлено результати комплексного дослідження якісного стану поверхневих вод басейну річки Південний Буг у межах Вінницької області за період 2023–2025 рр. Актуальність роботи зумовлена критичним рівнем деградації гідросфери в умовах інтенсивного техногенного пресингу, що набув статусу глобального екологічного виклику. Обґрунтовано, що поверхневі водні об'єкти України перебувають під впливом кумулятивного ефекту від скидів промислових і комунальних зворотних вод, а також дифузного забруднення, спричиненого високим ступенем розораності водозборів. Метою дослідження визначено оцінку екологічного стану річкової системи на основі аналізу просторово-часової мінливості каламутності та вмісту завислих речовин. Наукова новизна полягає у використанні показників каламутності як оперативних інтегральних індикаторів антропогенного навантаження, що дозволяють обійти аналітичну складність традиційних гідробіологічних методів. Методологічну базу дослідження склали «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями», яка забезпечила можливість зіставлення екологічного статусу різних ділянок річки за єдиними критеріями. У результаті проведеного аналізу встановлено виражену гідродинамічну трансформацію показників каламутності вздовж поздовжнього профілю Південного Бугу. Виявлено, що найвищі концентрації завислих речовин зосереджені у верхній течії (м. Хмільник – 3,46 мг/дм³, с. Ставки – 3,11 мг/дм³). У середній течії, зокрема в районі м. Ладичин, зафіксовано покращення оптичних властивостей води (0,79 мг/дм³), що підтверджує визначальну роль водосховищ як природних седиментаційних бар'єрів. Особливу увагу приділено притокам річки: ідентифіковано р. Устя як найбільш деградований об'єкт із піковими значеннями каламутності 5,8 мг/дм³, тоді як р. Соб визначено як найбільш чисту артерію басейну. Доведено, що рівень каламутності у сучасних умовах є маркером інтенсивної ерозії ґрунтів, впливу гідротехнічного регулювання та скидів міських агломерацій. Зафіксована тенденція до погіршення прозорості води протягом 2024 року вказує на виснаження буферної смуги екосистеми. Практичне значення результатів полягає у можливості їхнього використання для розробки стратегії екологічного оздоровлення басейну, оптимізації систем моніторингу та впровадження диференційованого підходу до управління водними ресурсами на регіональному рівні. Системний контроль гідрофізичних параметрів визначено як необхідний елемент забезпечення національної екологічної безпеки та збереження природного ресурсного потенціалу річкових систем України.

Ключові слова: Південний Буг, каламутність води, завислі речовини, антропогенне навантаження, екологічна оцінка, моніторинг поверхневих вод, гідротехнічне регулювання, просторова мінливість.

Zalizniak Ya.I. Spatial variability of suspended solids content along the Southern Bug River

The article presents the results of a comprehensive study regarding the qualitative state of surface waters in the Southern Bug River basin within the Vinnytsia region for the period of 2023–2025. The relevance of the work is driven by the critical level of hydrosphere degradation under conditions of intensive technogenic pressure, which has reached the status of a global environmental challenge. It is substantiated that Ukraine's surface water bodies are influenced



by the cumulative effect of industrial and municipal wastewater discharges, as well as diffuse pollution caused by a high degree of watershed plowing. The aim of the study is to evaluate the ecological state of the river system based on an analysis of the spatial and temporal variability of turbidity and suspended solids content. The scientific novelty lies in the use of turbidity parameters as operational integrated indicators of anthropogenic load, allowing for the circumvention of the analytical complexity inherent in traditional hydrobiological methods. The methodological framework of the study is based on the «Methodology for Ecological Assessment of Surface Water Quality by Relevant Categories,» which enabled the comparison of the ecological status of various river sections according to unified criteria. As a result of the analysis, a pronounced hydrodynamic transformation of turbidity parameters along the longitudinal profile of the Southern Bug was established. It was found that the highest concentrations of suspended solids are concentrated in the upper reaches (Khmilnyk – 3.46 mg/dm³, Stavky village – 3.11 mg/dm³). In the middle reaches, specifically in the Ladyzhyn area, an improvement in the optical properties of the water was recorded (0.79 mg/dm³), confirming the decisive role of reservoirs as natural sedimentation barriers. Special attention is paid to the river's tributaries: the Ustia River was identified as the most degraded object with peak turbidity values of 5.8 mg/dm³, while the Sob River was determined to be the cleanest artery in the basin. It is proved that turbidity levels under modern conditions serve as a marker of intensive soil erosion, the influence of hydrotechnical regulation, and discharges from urban agglomerations. The recorded trend toward deteriorating water transparency during 2024 indicates the depletion of the ecosystem's buffer capacity. The practical significance of the results lies in the possibility of their use for developing strategies for the ecological recovery of the basin, optimizing monitoring systems, and implementing a differentiated approach to water resource management at the regional level. Systematic control of hydrophysical parameters is identified as a necessary element for ensuring national environmental security and preserving the natural resource potential of Ukraine's river systems.

Key words: Southern Bug, water turbidity, suspended solids, anthropogenic load, ecological assessment, surface water monitoring, hydrotechnical regulation, spatial variability.

Актуальність теми дослідження. Проблема деградації якісного стану водних ресурсів в умовах інтенсивного техногенного пресингу набула за останні десятиліття статусу глобального екологічного виклику. Поверхневі водні об'єкти, що виконують критично важливі екосистемні та регуляторні функції, наразі перебувають у стані, який фахівці класифікують як критичний. В умовах України ця ситуація загострюється через кумулятивний ефект від скидів недостатньо очищених промислових та комунальних зворотних вод. Окремим дестабілізуючим фактором виступає дифузне забруднення – нерегульоване надходження токсичних сполук та біогенів із поверхневим стоком, що посилюється через високий ступінь розораності сільськогосподарських угідь та порушення режиму прибережних захисних смуг [1].

Сучасний стан екосистеми Південного Бугу є результатом тривалого та інтенсивного антропогенного тиску, що зумовлений специфікою господарського освоєння його басейну. Каскадне регулювання стоку, значне аграрне навантаження та скиди промислових і комунальних стічних вод призводять до глибокої трансформації гідрохімічного режиму річки. Особливої гостроти проблема набуває в межах урбанізованих територій та у місцях впадіння малих річок-приток, які часто стають основними транзитерами забруднюючих речовин. Це спричиняє не лише погіршення якості поверхневих вод, а й виснаження природного буферного потенціалу річки, що призводить до втрати її здатності до самоочищення та деградації прибережних ландшафтів [2].

Постановка проблеми. Ескалація глобальних та регіональних екологічних викликів, що безпосередньо пов'язані з деградацією гідросфери, зумовлює вихід досліджень якісного стану водних ресурсів на рівень пріоритетних завдань національної екологічної безпеки. На сучасному етапі об'єктивна оцінка параметрів поверхневих вод трансформувалася з вузькоспеціалізованої наукової проблеми

у критично важливий аспект життєдіяльності широкого кола водокористувачів. Посилення антропогенного тиску на річкові екосистеми, що проявляється у зміні їхнього гідрохімічного та гідрофізичного режиму, вимагає запровадження системного моніторингу та безперервного наукового супроводу для запобігання незворотній втраті природного ресурсного потенціалу. Попри високу інформативність різних методів дослідження якості водних ресурсів, їх широке впровадження у практику стримується значною аналітичною складністю та тривалістю процедур. Фізико-хімічні параметри – зокрема вміст завислих речовин та каламутність – демонструють пряму й оперативну реакцію на техногенні викиди, що є критично важливим для оперативного моніторингу стану поверхневих вод, зокрема річки Південний Буг [3]. Розробка класифікаційних моделей для оцінки якісного стану поверхневих вод є фундаментальним етапом екологічного нормування. Попри широке використання методу порівняння фактичних концентрацій із нормативними значеннями, ефективність такого підходу обмежена через низький рівень узгодженості міжвідомчих та наукових класифікацій. Фрагментарність критеріїв оцінки в межах різних систем призводить до втрати інформативності даних, що робить актуальним пошук більш уніфікованих показників – зокрема таких, як оптична густина або каламутність, які можуть слугувати інтегральними індикаторами стану річкової системи. Тому метою дослідження є визначення стану якості поверхневих вод річки Південний Буг в межах Вінницької області на основі мінливості вмісту завислих речовин впродовж досліджуваного періоду (2023–2025 рр.) [4].

Методика досліджень. Для проведення екологічної оцінки вод р. Південний Буг було застосовано «Методику екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [5], що базується на принципах класифікації водних об'єктів за екологічними нормативами. В основі дослідження лежить аналіз просторової мінливості показників каламутності, що дозволяє інтегрувати гідрофізичні дані у загальну систему оцінки якості води. Використання цієї методики забезпечує можливість зіставлення стану окремих створів річки в умовах різного ступеня господарського освоєння її басейну.

Результати досліджень. Каламутність води являє собою фундаментальну гідрофізичну характеристику, яка визначає оптичні властивості водного середовища та є інтегральним індикатором його загального екологічного стану. Ця природна властивість зумовлюється вмістом у товщі води завислих речовин органічного та неорганічного походження, зокрема частинок глини, мулу, піску, а також органічних колоїдів, планктонних мікроорганізмів та продуктів біогенного розпаду [6].

У сучасних умовах рівень каламутності перестав бути суто природним показником і все частіше виступає маркером інтенсивного антропогенного впливу. Для річкових систем басейну Південного Бугу цей параметр набуває особливого значення через низку специфічних чинників:

- ерозійні процеси: високий ступінь розораності водозборів призводить до значного площинного змиву ґрунту під час злив та танення снігу;
- гідротехнічне регулювання: наявність численних водосховищ та ставків змінює швидкість течії, що безпосередньо впливає на процеси седиментації (осадження) або, навпаки, змучування донних відкладів;
- техногенне навантаження: скиди промислових і комунальних стічних вод у межах міст (м. Хмільник, м. Вінниця, м. Ладижин) суттєво підвищують концентрацію дрібнодисперсних домішок [7].

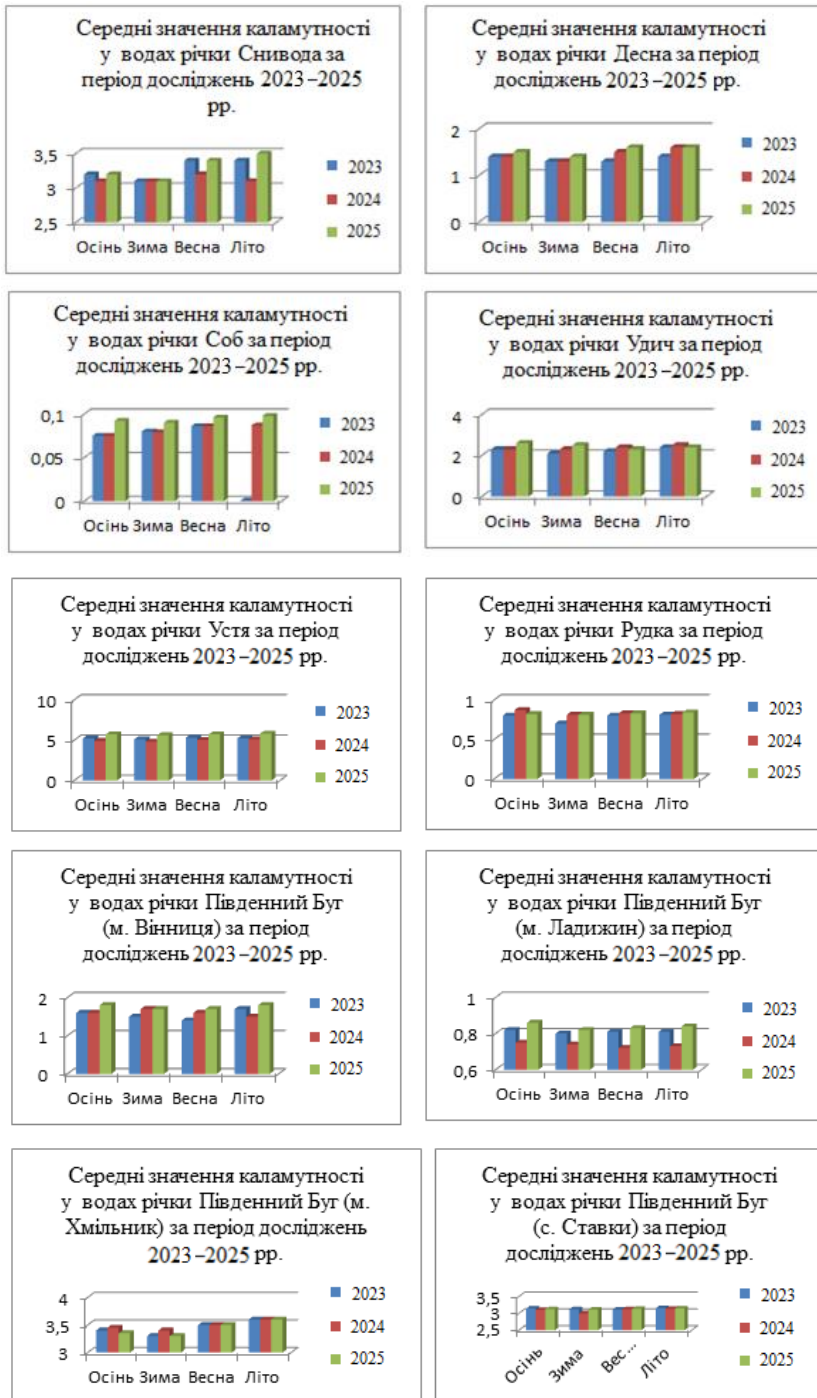


Рис. 1. Особливості динаміки каламутності води в басейні Південного Бугу впродовж 2023–2025 рр.

Дослідження просторової та часової мінливості каламутності дозволяє оцінити не лише прозорість води, а й прогнозувати перенос адсорбованих забруднюючих речовин, оскільки завислі частки часто виступають носіями важких металів та інших токсикантів. Нижче наведено детальний аналіз динаміки цього показника на основі моніторингових даних за період 2023–2025 рр. для головного русла Південного Бугу та його основних приток (рис. 1) [4, 7].

Аналіз гідрофізичного стану річок басейну Південного Бугу за період 2023–2025 років свідчить про виражену просторову та часову неоднорідність показників каламутності, а також про загальну тенденцію до погіршення прозорості води до кінця досліджуваного періоду.

Найбільш критичний стан за вмістом завислих речовин зафіксовано на річці Устя, де середня каламутність склала $5,28 \text{ мг/дм}^3$, досягаючи свого піку влітку 2024 року ($5,8 \text{ мг/дм}^3$). Високі та стабільно напружені показники також характерні для річок Снивода ($3,23 \text{ мг/дм}^3$) та Удич ($2,36 \text{ мг/дм}^3$), де спостерігаються помітні сезонні коливання з максимумами у літньо-осінній період. На противагу їм, річка Соб залишається найбільш чистою артерією басейну з мінімальним середнім значенням $0,078 \text{ мг/дм}^3$, хоча навіть тут до 2023 року намітився поступовий ріст концентрації домішок. Річки Десна та Рудка демонструють помірне навантаження, проте у Десні чітко простежується динаміка щорічного зростання каламутності.

Щодо самої річки Південний Буг, то результати моніторингу виявляють чітку залежність від локації: найвищі рівні каламутності зосереджені у верхній течії – у містах Хмільник ($3,46 \text{ мг/дм}^3$) та с. Ставки ($3,11 \text{ мг/дм}^3$), де показники залишаються стабільно високими протягом усього року. Нижче за течією, зокрема у районі Вінниці, рівень каламутності знижується до $1,63 \text{ мг/дм}^3$, а в Ладижині досягає мінімуму для основного русла ($0,79 \text{ мг/дм}^3$), що може бути результатом седиментації часток у чашах водосховищ. Спільною рисою для більшості досліджених ділянок став 2024 рік, який відзначився максимальними значеннями каламутності, що вказує на посилення ерозійних процесів або антропогенного тиску на водну екосистему регіону.

Для головного русла Південного Бугу характерною є виражена поздовжня трансформація: найвищі концентрації завислих часток зосереджені у верхній течії м. Хмільник та у пониззі – с. Ставки, тоді як у середній течії (м. Ладижин) спостерігається значне покращення оптичних властивостей води. Це підтверджує визначальну роль гідротехнічного регулювання та процесів седиментації у водосховищах як чинників природного самоочищення річкової системи. Отримані дані підкреслюють необхідність впровадження диференційованого підходу до моніторингу та охорони водних ресурсів басейну з урахуванням локальних осередків забруднення.

Висновки. Визначення якісного стану поверхневих вод р. Південний Буг в межах Вінницької області, має стратегічне значення для об'єктивної оцінки екологічної ситуації в межах усього басейну, який є однією з ключових водних артерій України. Проведені дослідження просторової та часової динаміки каламутності як у головному руслі, так і в основних притоках – Сниводі, Десні, Собі, Удичі, Усті та Рудці – дозволяють чітко ідентифікувати осередки найбільшого антропогенного навантаження. Результати аналізу гідрофізичних показників можуть бути використані як наукове підґрунтя для визначення пріоритетних напрямів водоохоронної діяльності щодо оздоровлення екосистеми Південного Бугу, розробки цільових заходів із покращення стану окремих деградованих ділянок приток (зокрема р. Устя) та оцінки ефективності впроваджених природоохоронних стратегій

у межах басейнового управління. Системний моніторинг вмісту завислих речовин є необхідним інструментом для контролю процесів самоочищення річки та забезпечення екологічної безпеки водокористування в регіоні [8, 9].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кулікова Д. В. Оцінка якісного стану водних об'єктів, що перебувають під впливом скиду шахтних вод. *Екологічні науки*. 2019. № 1(24). Т. 1. С. 112–116. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-1-24-1-19>.
2. Butterworth J., Warner J., Moriarty P., Smits S., Batchelor C. Finding practical approaches to Integrated Water Resources Management. *Water Alternatives*. 2010. Vol. 3, no. 1. P. 68–81.
3. Васенко О. Г., Рибалова О. В., Коробкова Г. В. Комплексна оцінка екологічного стану басейну річки Лопань у Харківській області. *Екологія та промисловість*. 2012. № 4 (33). С. 114–118.
4. Залізник Я. І. Оцінка якості вод за інтегральним показником забруднення у річках басейну Південного Бугу в межах Вінницької області. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2021. № 28. С. 37–48. DOI: <https://doi.org/10.31481/uhmj.28.2021.04>.
5. Гриценко А. В., Васенко О. Г., Верніченко Г. А. *Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями*. Харків : УкрНДІЕП, 2012. 37 с.
6. Ліхо О. А. Обґрунтування моніторингу антропогенних змін в басейнах малих річок : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.02. Київ, 1998. 17 с.
7. Залізник Я. І. Дослідження стану басейну річки Південний Буг за допомогою геоекологічних методів. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2020. Вип. 34. С. 31–40. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2020-34-03>.
8. Ганущак М. М., Тарасюк Н. А. Оцінка якості поверхневих вод басейну р. Стир. *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія* : наук. збірник. Київ, 2015. Т. 1 (36). С. 110–118.
9. Дорофєєв О. В. Наслідки впливу інтенсифікації землеробства на екологічну рівновагу навколишнього середовища. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 4. С. 136–141.

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026