

УДК 504.06

DOI <https://doi.org/10.32782/wba.2025.1.15>

СТАЛИЙ РОЗВИТОК ВОДНИХ ЛАНДШАФТІВ: ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОСИСТЕМИ РІЧКИ ДЕСНА

Бузіна І. М. – к. с.-г. н., доцент,

Головань Л. В. – к. с.-г. н., доцент,

Чуприна Ю. Ю. – PhD з екології, доцент,
Державний біотехнологічний університет,
nezabudka120187@gmail.com

У статті представлено екологічну оцінку впливу діяльності КП «Чернігів-водоканал» на довкілля. Проаналізовано основні джерела забруднення водних ресурсів, особливості водовідведення та очищення стічних вод, а також ефективність екологічних заходів. Розглянуто нормативно-правове регулювання діяльності водоканалів та відповідність технологій очищення чинним стандартам. Виявлено основні проблеми, пов'язані з впливом підприємства на водні об'єкти, зокрема забруднення органічними речовинами, азотними та фосфорними сполуками, а також важкими металами.

Особливу увагу приділено аналізу ефективності сучасних методів очищення стічних вод та їх впливу на екологічний стан річки Десна. Встановлено, що викиди підприємства спричиняють погіршення якості води, що проявляється у зміні хімічного складу, зниженні рівня кисню та евтрофікації водойми. Проведено оцінку можливих ризиків для водних екосистем та здоров'я населення. Досліджено динаміку забруднення річки протягом останніх років та визначено ключові тенденції змін у складі води.

У статті розглянуто сучасні світові практики мінімізації впливу водоканалів на довкілля та можливості їх впровадження в Україні. Окремо приділено увагу впливу кліматичних змін на стан водних ресурсів, а також можливим адаптаційним заходам для зменшення негативних наслідків антропогенного впливу. Запропоновано рекомендації щодо модернізації систем очищення, впровадження інноваційних технологій знезараження, покращення моніторингу якості води та створення ефективних механізмів екологічного менеджменту. Вказано на необхідність посилення державного контролю за діяльністю водоканалів, розробки екологічних програм з метою зниження впливу на довкілля, а також розширення міжнародного співробітництва у сфері збереження водних ресурсів.

Ключові слова: екологічна оцінка, водопостачання, водовідведення, стічні води, забруднення, моніторинг довкілля, екологічна безпека.

Актуальність проблеми. Проблема забруднення водних ресурсів є однією з найактуальніших у сучасній екології. Водоканали відіграють ключову роль у забезпеченні населення питною водою, проте їх діяльність супроводжується утворенням стічних вод, які можуть негативно впливати на стан навколишнього середовища. КП «Чернігівводоканал» є основним підприємством водопостачання та водовідведення в Чернігівській області, що здійснює забір, очищення та транспортування води до споживачів.

Постановка завдання. Вивчення змін, що відбулися в екосистемі річки Десна внаслідок урбанізації. Дослідження екологічного стану річки Десна на основі даних моніторингу води. Оцінка можливих заходів для покращення стану водних ресурсів і екосистеми річки Десна.

Аналіз останніх досліджень і публікацій щодо впливу урбанізованого середовища на водну систему річки Десна виявляє значні екологічні виклики. Зокрема, дослідження гідрохімічного стану в Чернігові показали перевищення гранично допустимих концентрацій заліза, мангану, нітритів та органічних речовин, що пов'язано з антропогенним навантаженням [6]. Інше дослідження вказує на забруднення річки хімічними сполуками через скиди стічних вод промислових підприємств, що призводить до деградації водної екосистеми [8]. Ці дані підкреслюють необхідність комплексного підходу до моніторингу та управління водними ресурсами річки Десна для мінімізації негативного впливу урбанізації.

Матеріали і методи дослідження. У роботі використані методи екологічного моніторингу, статистичного аналізу, оцінки рівня забруднення та нормативно-правового аналізу. Джерелами інформації є звіти КП «Чернігівводоканал», дані екологічного моніторингу Чернігівської області, наукові статті та нормативно-правові акти.

Результати дослідження. Діяльність промислових підприємств Чернігівської області має суттєвий вплив на якісний стан водних об'єктів, зокрема річки Десна. Основними джерелами забруднення є підприємства водопостачання та водовідведення, харчової, хімічної, машинобудівної та будівельної промисловості, що скидають у водойми значну кількість органічних і неорганічних забруднюючих речовин. Одним із ключових забруднювачів є КП «Чернігівводоканал», яке здійснює водозабір, очистку та транспортування води. Водночас воно є джерелом скидання недостатньо очищених стічних вод, що містять органічні речовини, азотні та фосфорні сполуки, а також важкі метали. Діяльність Чернігівської ТЕЦ також спричиняє негативний вплив, оскільки її стоки можуть містити залишки вуглецю, феноли та інші токсичні сполуки [3].

Загалом, промислове навантаження на річку Десна проявляється у хімічному, біогенному, органічному та фізичному забрудненні, що спричиняє деградацію водних екосистем. Хімічні викиди накопичуються у воді

та донних відкладеннях, що негативно впливає на живі організми та якість води. Органічне забруднення призводить до зниження рівня кисню та може викликати масові замори риби. Надлишковий вміст фосфатів та азотних сполук стимулює процеси цвітіння води, що спричиняє евтрофікацію та подальше погіршення стану річки. Діяльність підприємств також змінює фізичні характеристики водойми, оскільки у воду потрапляють тверді частинки, які можуть змінювати русло та гідрологічний режим (рисунк 1).

Аналізуючи вплив промислових підприємств на екосистему річки Десна, можна зробити висновок про необхідність удосконалення систем очищення стічних вод, запровадження сучасних технологій моніторингу та посилення державного контролю за дотриманням екологічних стандартів. Важливим завданням є розробка стратегій мінімізації негативного впливу, впровадження екологічно безпечних технологій та оптимізація процесів водокористування. Тільки комплексний підхід до екологічного менеджменту дозволить зберегти якість водних ресурсів та забезпечити стабільний стан екосистеми річки Десна.

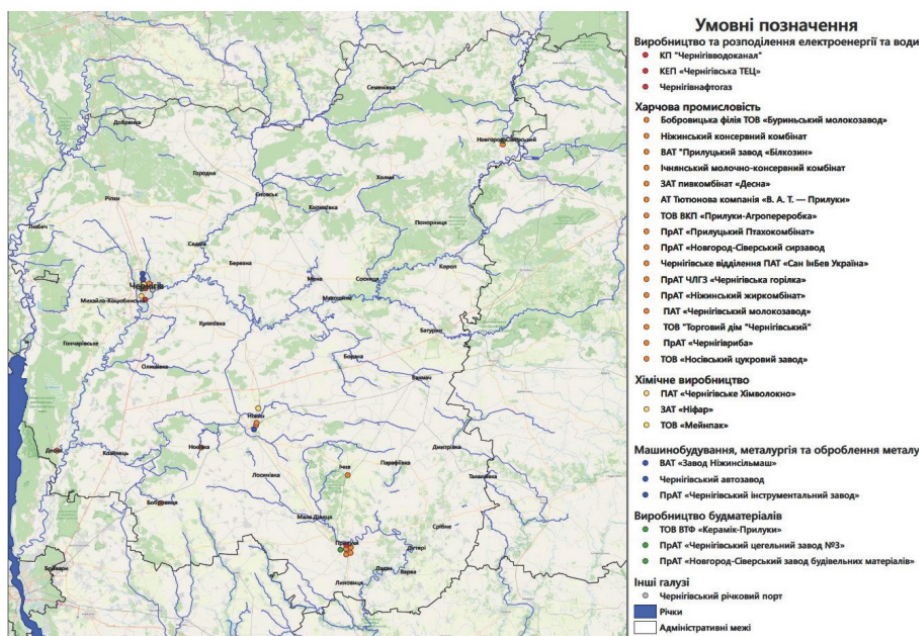


Рис. 1. Карта підприємств – потенційних забруднювачів водних об'єктів Чернівецької області [3]

Дослідження проводилось у декілька етапів. Спершу здійснено збір та аналіз літературних даних щодо стану водних ресурсів річки Десна. Далі проведено відбір проб води у різних точках річки, включаючи місця

безпосереднього скиду стічних вод. Лабораторні аналізи дозволили визначити вміст біогенних речовин, важких металів та органічних забруднень. Оцінка фізико-хімічних параметрів (рН, електропровідність, температура) допомогла встановити ступінь відхилення від нормативних показників.

Результати проведених аналізів показали, що рівень забруднення води змінюється, залежно від сезонності. У періоди підвищеного водоспоживання концентрація забруднюючих речовин зростає, особливо спостерігається перевищення нормативів за показниками біохімічного споживання кисню (БСК5) та хімічного споживання кисню (ХСК). Значний вплив на якість води мають також атмосферні опади, які сприяють змиву забруднень із поверхневих територій у водотоки (таблиця 1).

*Таблиця 1. Основні показники якості стічних вод КП
«Чернігівводоканал» [2, 11]*

Показник	Норма ГДК	Фактичні значення
БСК5 (мг/л)	15	27
ХСК (мг/л)	30	45
Азот амонійний (мг/л)	2	4.2
Фосфати (мг/л)	1.5	3.1

Моніторинг хімічного складу навколишнього середовища є важливим індикатором екологічного стану регіону. Представлена на рисунку 2 діаграма відображає динаміку змін концентрацій деяких елементів у співвідношенні до гранично допустимих концентрацій протягом 2011–2020 років. Аналіз цих даних дозволяє виявити основні тенденції забруднення, можливі джерела його походження та оцінити ефективність екологічних заходів.

Діаграма демонструє зміну концентрації певних хімічних елементів у середовищі протягом 2011–2020 років у співвідношенні до гранично допустимих концентрацій. Найвищі показники спостерігаються для заліза, що свідчить про його стабільну присутність у середовищі та ймовірне постійне джерело забруднення.

Загальний рівень забруднення має помітні піки у 2013–2014 та 2017–2018 роках, що може бути пов'язано з періодичними техногенними викидами або природними змінами. Цинк демонструє коливання, особливо у 2017–2018 роках, тоді як мідь і нерозчинні речовини залишаються на відносно низькому рівні. Після 2018 року спостерігається тенденція до зниження концентрацій, що може свідчити про покращення екологічного контролю або зміни у промислових процесах. Ці дані вказують на необхідність подальшого моніторингу для визначення довгострокових тенденцій та оцінки ефективності екологічних заходів [2, 12].

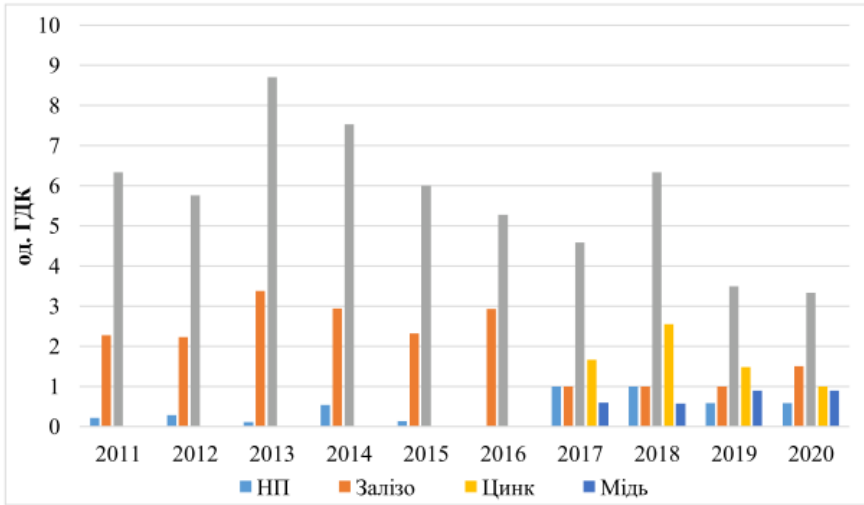


Рис. 2. Динаміка забруднення річки Десна

Ефективність очищення стічних вод. Процес очищення включає механічне, біологічне та хімічне очищення. Однак аналіз результатів свідчить, що ефективність деяких стадій є недостатньою для досягнення нормативних показників [1, 10, 13]. З метою мінімізації впливу водоканалу на екосистему річки необхідно впроваджувати сучасні методи очищення. Найбільш ефективними є мембранні технології, що дозволяють значно знизити рівень забруднюючих речовин у стічних водах. Також перспективним напрямом є використання біологічного доочищення на основі активного мулу та фітофільтрації (таблиця 2).

Таблиця 2. Інноваційні технології очищення води [5]

Технологія	Опис	Переваги
Біоінженерні системи	Використання водних рослин і мікроорганізмів для очищення води	Екологічно чисті, висока ефективність
Озонування	Застосування озону для окислення органічних та неорганічних забруднювачів	Висока ступінь очищення, відсутність залишкових хімікатів
Ультрафіолетове опромінення	Застосування УФ-ламп для знищення мікроорганізмів	Висока ефективність, швидкість процесу

Вплив на екосистему. Річка Десна є основним водним об'єктом, що приймає стічні води КП «Чернігівводоканал». Вплив кліматичних змін на екосистему річки Десна у поєднанні зі скидами стічних вод КП «Чернігівводоканал» спричиняє суттєве погіршення екологічного стану водойми. Підвищення температури води та зниження рівня річки через зміну гідрологічного режиму

посилюють концентрацію забруднювачів, зокрема важких металів, біогенних сполук (азоту і фосфору) та органічних речовин. Це призводить до зменшення концентрації розчиненого кисню, що негативно впливає на водні організми, спричиняючи загибель риби та розвиток анаеробних процесів.

Посилення процесів евтрофікації, спричинене надходженням біогенних елементів зі стічних вод, веде до масового розмноження водоростей, які після відмирання розкладаються, додатково споживаючи кисень. Це створює гіпоксичні зони, де життя водних організмів стає неможливим. Крім того, при розкладанні органіки у безкисневих умовах утворюються токсичні сполуки, такі як аміак та сірководень, які погіршують якість води [4, 7].

Зміни у гідрологічному режимі, викликані нерівномірним розподілом опадів та посухами, зменшують здатність річки до самоочищення. В періоди низької водності концентрація забруднювачів зростає, що робить воду непридатною для використання та створює загрозу для здоров'я населення. Частіші зливи та повені сприяють потраплянню у річку великої кількості забруднень з міських територій та сільськогосподарських угідь, що додатково ускладнює ситуацію [9].

Кліматичні зміни значно впливають на якість води у річці Десна, змінюючи її хімічний склад, вміст кисню та біологічний стан (таблиця 3). Зменшення рівня води та підвищення температури сприяють концентрації забруднювачів, а екстремальні погодні явища, такі як повені чи зливи, посилюють надходження антропогенних забруднень. Це вимагає адаптаційних заходів, зокрема вдосконалення систем очищення стічних вод та посиленого екологічного моніторингу.

Таблиця 3. Вплив кліматичних змін на рівень забруднення води у річці Десна

Кліматичний фактор	Вплив на річку Десна	Наслідки для якості води
Підвищення температури	Зростання випаровування, зниження рівня води	Підвищення концентрації забруднювачів через зменшення об'єму води
Зменшення опадів	Менший обсяг стоку, зменшення розведення забруднень	Підвищення концентрації хімічних речовин та органіки
Збільшення кількості злив	Посилене змивання забруднень із ґрунтів та міст	Підвищення рівня важких металів, пестицидів, нафтопродуктів
Танення снігу та повені	Потрапляння великої кількості забруднень із берегової зони	Підвищення рівня біогенних речовин (азот, фосфор), мікроорганізмів
Зменшення тривалості льодоставу	Інтенсивніше розкладання органіки взимку	Посилене споживання кисню, зниження його концентрації у воді
Зміни в гідрологічному режимі	Нерівномірний розподіл води протягом року	Коливання якості води, поява гіпоксичних зон

Для зниження негативного впливу необхідне впровадження сучасних методів очищення стічних вод, таких як мембранні технології та біологічне доочищення. Також важливо посилити екологічний моніторинг та розробити адаптаційні заходи для зменшення впливу кліматичних змін на водну екосистему річки Десна. Таким чином, результати досліджень свідчать про необхідність удосконалення системи очищення стічних вод, посилення моніторингу забруднень та впровадження адаптивних заходів для мінімізації впливу антропогенних і природних факторів на водну екосистему річки Десна.

Висновки. Дослідження впливу урбанізованого середовища на водну систему річки Десна свідчать про серйозні екологічні виклики, які виникають через антропогенне навантаження. Забруднення води хімічними сполуками, перевищення гранично допустимих норм та зниження якості водних ресурсів мають значний негативний вплив на екосистему річки. Виявлені забруднювачі, зокрема важкі метали, органічні речовини та хімічні сполуки, призводять до деградації флори та фауни. Діяльність КП «Чернігівводоканал» суттєво впливає на екологічний стан річки Десна через скидання недостатньо очищених стічних вод. Ефективність існуючих методів очищення стічних вод є недостатньою для відповідності нормативним вимогам. Рекомендується впровадження сучасних технологій очищення, зокрема мембранних методів та біологічного доочищення, запровадження комплексних заходів моніторингу водного середовища та ефективного управління водними ресурсами для мінімізації наслідків урбанізації. Це включає в себе не лише очищення стічних вод, а й впровадження сталих екологічних практик, орієнтованих на збереження природних ресурсів річки Десна.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF WATER LANDSCAPES: INNOVATIVE APPROACHES TO THE RESTORATION OF THE DESNA RIVER ECOSYSTEM

Buzina I. M. – Candidate of in Agricultural Sciences, Associate Professor,

Holovan L. V. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,

Head of the Department,

Chupryna Yu. Yu. – PhD in Ecology, Associate Professor,

State Biotechnological University,

nezabudka120187@gmail.com

The article presents an ecological assessment of the impact of the activity of the "Chernihivvodokanal" municipal enterprise on the environment. The main sources of water resource pollution, the features of wastewater treatment and sewage treatment,

as well as the effectiveness of environmental measures, are analyzed. The article examines the regulatory framework governing the activities of water supply and sewage companies and the compliance of water treatment technologies with current standards. The main problems related to the impact of the enterprise on water bodies are identified, including pollution by organic substances, nitrogen and phosphorus compounds, as well as heavy metals.

Special attention is given to the analysis of the effectiveness of modern wastewater treatment methods and their impact on the ecological state of the Desna River. It was found that the emissions from the enterprise cause deterioration in water quality, manifested in changes in the chemical composition, reduction of oxygen levels, and eutrophication of the water body. An assessment of potential risks to aquatic ecosystems and public health was conducted. The dynamics of river pollution over recent years were studied, and key trends in water composition changes were identified.

The article discusses current global practices for minimizing the environmental impact of water utilities and the potential for their implementation in Ukraine. Particular attention is paid to the impact of climate change on water resources and possible adaptation measures to reduce the negative consequences of anthropogenic influence. Recommendations are made for modernizing purification systems, implementing innovative disinfection technologies, improving water quality monitoring, and creating effective environmental management mechanisms. The article highlights the need for enhanced state control over the activities of water utilities, the development of environmental programs aimed at reducing environmental impact, and expanding international cooperation in water resource conservation.

Keywords: ecological assessment, water supply, sewage treatment, wastewater, pollution, environmental monitoring, ecological safety.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гончаренко Г. В., Чередніченко В. І. Стан водних ресурсів України: аналіз і перспективи: монографія. К.: Освіта України, 2015. 256 с.
2. Екологічний паспорт Чернігівської області 2021 року. Департамент екології та природних ресурсів Чернігівської ОДА. Чернігів: ДП «Поліграфічний комбінат», 2022. 150 с.
3. Кірейцева Г., Циганенко-Дзюбенко І., Замула І., Демчук Л. Аналіз стану та моніторинг поверхневих водних об'єктів Чернігівської області. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Екологія*. 2024. Випуск 1(144). С. 84-91.
4. Кузьменко А. В. Екологічні проблеми водних ресурсів та шляхи їх вирішення. ПНТУ, 2019. 270 с.
5. Кучеренко С. М., Куценко А. М. Методологія оцінки забруднення водних об'єктів. ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. 224 с.
6. Одноріг З. С., Пархоменко Н. С. Оцінювання гідрохімічного стану водного басейну річки Десна (місто Чернігів). URL: https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/1634?utm_source=chatgpt.com
7. Паламарчук М. М., Синельников І. В. Водні ресурси та їх охорона: монографія. Видавничий дім «Київський університет», 2020. 320 с.

8. Пертняк Є. С. Екологічна оцінка якості вод річки Десна в межах України. URL: <https://dspace.onu.edu.ua/handle/123456789/39290>
9. Питна вода України: стандарти і якість. За ред. А. В. Кузьменка. Полтавський національний технічний університет, 2018. 230 с.
10. Проблеми та перспективи забезпечення якості водних ресурсів України. За ред. І. О. Коваль. УЖНУ, 2017. 280 с.
11. Регіональна схема екологічної мережі Чернігівської області. URL: <https://eco.cg.gov.ua/index.php?id=22805&tp=1&pg>
12. Стандарти Європейського Союзу у сфері охорони водних ресурсів: збірник нормативних документів. Центр адаптації державної служби до стандартів ЄС, 2018. 210 с.
13. Харченко Г. П., Корнієнко Т. В. Стан водних ресурсів України: аналіз та рекомендації. ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2021. 280 с.

REFERENCES

1. Honcharenko, H. V., & Cherednichenko, V. I. (2015). *Stan vodnykh resursiv Ukrainy: analiz i perspektyvy: monohrafiia* [The state of Ukraine's water resources: analysis and prospects]. Kyiv: Osvita Ukrainy. [in Ukrainian].
2. *Ekolohichniy pasport Chernihivskoi oblasti 2021 roku* (2022). Departament ekolohii ta pryrodnykh resursiv Chernihivskoi ODA. [Environmental passport of the Chernihiv region for 2021]. Chernihiv: DP «Polihrafichnyi kombinat». [in Ukrainian].
3. Kireitseva, H., Tsyhanenko-Dziubenko, I., Zamula, I., & Demchuk, L. (2024). *Analiz stanu ta monitorynh poverkhnevykh vodnykh obektiv Chernihivskoi oblasti* [Analysis of the state and monitoring of surface water bodies in the Chernihiv region]. *Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho. Ekolohiya*, 1(144), 84-91. [in Ukrainian].
4. Kuzmenko, A. V. (2019). *Ekolohichni problemy vodnykh resursiv ta shliakhy yikh vyrishennia* [Environmental problems of water resources and ways to solve them]. Poltava: PNTU. [in Ukrainian].
5. Kucherenko, S. M., & Kutsenko, A. M. (2019). *Metodolohiia otsinky zabrudnennia vodnykh obektiv* [Methodology for assessing pollution of water bodies]. Kharkiv: KhNU imeni V.N. Karazina. [in Ukrainian].
6. Odnorih, Z. S., & Parkhomenko, N. S. (2018). *Otsiniuvannia hidrokhimichnogo stanu vodnoho baseinu richky Desna (misto Chernihiv)* [Assessment of the hydrochemical state of the Desna River basin (Chernihiv city)]. URL: https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/1634?utm_source=chatgpt.com [in Ukrainian].
7. Palamarchuk, M. M., & Synelnykov, I. V. (2020). *Vodni resursy ta yikh okhorona: monohrafiia* [Water resources and their protection: monograph]. Kyiv: Vydavnychy dim «Kyivskyi universytet». [in Ukrainian].

8. Pertniak, Ye. S. (2024). *Ekolohichna otsinka yakosti vod richky Desna v mezakh Ukrainy* [Environmental assessment of the quality of Desna River waters within Ukraine]. URL: <https://dspace.onu.edu.ua/handle/123456789/39290> [in Ukrainian].
9. *Pytna voda Ukrainy: standarty i yakist* (2018). [Drinking water of Ukraine: standards and quality]. By the edit. A. V. Kuzmenka. Poltava: Poltava National Technical University. [in Ukrainian].
10. *Problemy ta perspektyvy zabezpechennia yakosti vodnykh resursiv Ukrainy* (2017). [Problems and prospects for ensuring the quality of Ukraine's water resources]. By the edit. I. O. Koval. Uzhhorod: UzhNU. [in Ukrainian].
11. *Rehionalna skhema ekolohichnoi merezhi Chernihivskoi oblasti* (2024). [Regional scheme of the ecological network of the Chernihiv region]. URL: <https://eco.cg.gov.ua/index.php?id=22805&tp=1&pg> [in Ukrainian].
12. *Standarty Yevropeiskoho Soiuzu u sferi okhorony vodnykh resursiv: zbirnyk normatyvnykh dokumentiv* (2018). [European Union standards in the field of water resource protection: a collection of regulatory documents]. Kyiv: Center for adaptation of the state service to EU standards. [in Ukrainian].
13. Kharchenko, H. P., & Kornienko, T. V. (2021). *Stan vodnykh resursiv Ukrainy: analiz ta rekomendatsii* [The state of Ukraine's water resources: analysis and recommendations]. Kharkiv: KhNU imeni V. N. Karazina. [in Ukrainian].