

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-41-06>

УДК (UDC): 504.4.054

М. І. КУЛИК¹, канд. техн. наук, доц.,
доцент кафедри екології та менеджменту довкілля
e-mail: m.kulyk@karazin.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0605-9367>
А. А. ЛІСНЯК¹, канд. с.-г. наук, доц.,
доцент кафедри екології та менеджменту довкілля
e-mail: anlisnyak@gmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5850-7328>
¹ Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ В МЕЖАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ У 2023 РОЦІ

Мета. Надати оцінку якості масиву поверхневих вод річки Сіверський Донець в межах Харківської області у 2023 році на основі визначення індексів якості води.

Методи. Методи модифікованого індексу забруднення води (ІЗВ) та комбінаторного індексу забруднення води (КІЗ). Критеріями якості води взято ГДК для водойм рибогосподарського призначення (рг) та гігієнічними нормами (гп) якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення

Результати. Стан річкової води на пункті спостереження с. Печеніги за методом модифікованого індексу забруднення води ІЗВ_{рг} оцінюється як II клас характеризується як «чиста», ІЗВ_{гп} – I клас, «дуже чиста»; за методом комбінаторного індексу забруднення води ПКІЗ_{рг} – клас III а, «брудна», ПКІЗ_{гп} – клас I, «слабо забруднена». Стан річкової води на пункті спостереження с. Есхар за ІЗВ_{рг} оцінюється як III клас характеризується як «помірно забруднена», ІЗВ_{гп} – II клас, «чиста»; за ПКІЗ_{рг} – клас III б, «брудна», ПКІЗ_{гп} – клас II, «забруднена». Стан річкової води на пункті спостереження с. Задонецьке за ІЗВ_{рг} оцінюється як III клас характеризується як «помірно забруднена», ІЗВ_{гп} – II клас, «чиста»; за ПКІЗ_{рг} – клас III б, «брудна», ПКІЗ_{гп} – клас I, «слабо забруднена».

Висновки. Відбуваються зміни якості води вздовж водотоку річки Сів. Донець в межах Харківської області у 2023, спостерігається погіршення якості води після впадіння річки Уди, далі стан якості води покращується за величиною зміни індексів. За рахунок процесів самоочищення та зменшення антропогенного навантаження, вірогідно, якість води за показником ІЗВ варіюється від «дуже чистої» до «помірно забруднена», за показником КІЗ варіюється від «слабо забруднена» до «брудна».

КЛЮЧОВІ СЛОВА: поверхневі води, модифікований індекс забруднення, комбінаторний індекс забруднення

Як цитувати: Кулик М. І., Лісняк А. А. Оцінка якості поверхневих вод у річці Сіверський Донець в межах Харківської області у 2023 році. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2024. Вип. 41. С. 83 - 99. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-41-06>

In cites: Kulyk, M. I., & Lisnyak, A. A. (2024). Assessment of surface water quality in the Siversky Donets river within Kharkiv region in 2023. *Man and Environment. Issues of Neoeology*, (41), 83 – 99. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-41-06> (in Ukrainian)

Вступ

Життєво важливим для забезпечення життєдіяльності як людини так і для економічного зростання регіону є наявність води відповідної якості. Низька якість водних ресурсів в першу чергу несе загрозу для стану здоров'я населення при використанні для питних

потреб. Особливу увагу слід звертати на якість води на урбанізованих територіях, оскільки саме вони чинять інтенсивний вплив на водні об'єкти.

Річка Сів. Донець в межах Харківської області являється єдиною, що відноситься

© Кулик М. І., Лісняк А. А., 2024



[This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

до категорії великих річок, та головною водною артерією області. В межах області її загальна довжина становить 375 км, а притоками є річки Оскіл, Уди, Берека, Лопань, Харків, Сухий Торець та інші. До території басейну р. Сіверського Донця належить близько 22 тис км² або близько 70 % території області та проживало близько 2,5 млн. осіб [1 – 10].

Поверхневі води р. Сів. Донець та його басейну, а також Печенізьке та Краснопавлівське водосховища забезпечують, в більшому ступені, потреби м. Харкова та області у водних ресурсах, а також є об'єктами рибогосподарського призначення. Слід зазначити, що Харківська область має досить низьку забезпеченість водними ресурсами [1 – 3, 5, 6, 8 – 10].

У 2022 році з басейну Сіверського Донця з природних водних об'єктів забрано 140,7 млн. м³ води, а загалом по області – 144,9 млн. м³ води (з них 129,0 млн. м³ з поверхневих водних об'єктів). Загалом скинуто у поверхневі водні об'єкти зворотних вод 129,1 млн. м³, у тому числі недостатньо очищених 2,8 млн. м³. Причому у 2022 році об'єм забраних та відведених вод значно менший порівняно з 2021 та 2020 роками, так забрано води з поверхневих джерел у 2020 році 278,9 млн. м³, у 2021 – 201,4 млн. м³, а скинуто усього зворотних вод 308,8 млн. м³ та 238,9 млн. м³ відповідно [3, 4, 8].

Антропогенний вплив на поверхневі водні об'єкти здійснюється внаслідок діяльності комунальних та промислових підприємств, поверхневих стоків з сільськогосподарських територій, а також внаслідок проведення бойових дій. У 2022 році на території Харківської області 59 підприємств мають скиди до поверхневих водних об'єктів в басейні р. Сіверського Донця, відведено 126,65 млн. м³ води, з них 2,1 млн. м³ забруднених зворотних вод [3, 4, 8].

Дослідженнями якості поверхневих вод у басейні річки Сів. Донець займались О. Г. Васенко [2, 10], О. М. Крайнюков [11], Г. В. Коробкова [5, 6, 12, 13], О. В. Рибалова [9, 13, 14], О. В. Бірюков [15], В. Л. Безсонний [16 – 18].

Для вивчення та встановлення екологічного стану масивів поверхневих вод здійснюється державний моніторинг за біологічними, фізико-хімічними, хімічними та гідроморфологічними показниками. Державний моніторинг

здійснюється в системі Державного агентства водних ресурсів України [19]. Державний моніторинг на території Харківської області здійснюється Лабораторією моніторингу вод Східного регіону Сіверсько-Донецького басейного управління водними ресурсами, Лабораторією моніторингу вод та ґрунтів Регіонального офісу водних ресурсів у Харківській області та Харківським регіональним центром з гідрометеорології. У 2023 році моніторинг у суббасейні річки Сів. Донець здійснювався по 47 пунктах моніторингу, з них 30 у Харківській області [3, 4, 19]. Пункти контролю встановлені на типових ділянках основних річок, в місцях впадіння приток, в місцях активної господарської діяльності та місцях розташування великих питних водозаборів [12, 19].

Традиційно у Доповідях про стан навколишнього природного середовища наводиться аналіз якості води за перевищенням гранично допустимих концентрацій (ГДК). У 2022 році за даними Харківського регіонального центру з гідрометеорології у р. Сів. Донець за двома відборами проб та 18 показників, що аналізувались: у Печенізькому водосховищі, с. Печеніги перевищень ГДК не зафіксовано; у точці нижче гирла р. Уди, с. Есхар перевищення зафіксовано двічі за показниками БСК₅, ХСК, нітроген амонійний, нітроген нітритний; у точці нижче каналу Дніпро-Донбас перевищення зафіксовано двічі за показниками ХСК, мінералізація, нітроген амонійний, нітроген нітритний; у точці с. Задонецьке перевищення зафіксовано двічі за показниками БСК₅, ХСК, нітроген амонійний, нітроген нітритний; у точці с. Богородичне перевищення зафіксовано двічі за показниками нітроген амонійний, нітроген нітритний та один раз за показником ХСК [3, 4, 20]. Зазначений підхід до оцінки якості води не дає її загальної оцінки, більш доцільним є оцінка за інтегральними показниками. До таких належать методи: індекс забруднення води, модифікований індекс забруднення води, комбінаторний індекс забруднення води, коефіцієнт забруднення, комплексний показник екологічного стану та інші [5, 15, 21, 22].

Мета роботи – надати оцінку якості масиву поверхневих вод річки Сів. Донець в межах Харківської області у 2023 році на основі визначення індексів якості води.

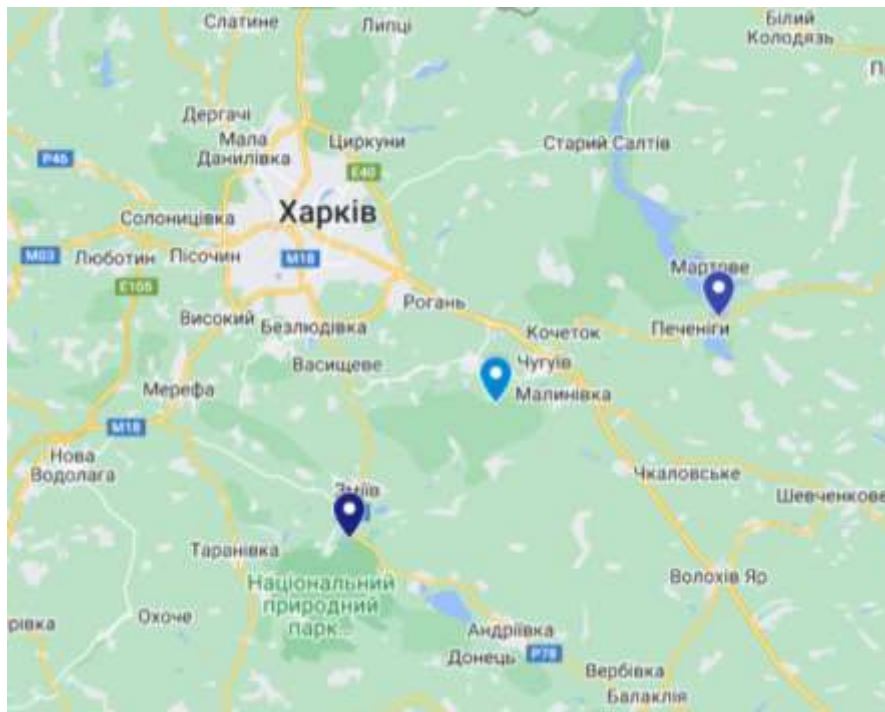
Об'єкти та методи дослідження

При дослідженні використано дані Харківського регіонального центру з гідрометеорології за 2023 рік з лютого по грудень [20]. Моніторинг якості масиву поверхневих вод річки Сів. Донець включав щомісячне спостереження за гідрохімічними показниками на трьох постах (рис. 1): 1 – Печенізьке водосховище, с. Печеніги; 2 – нижче гирла р. Уди, с. Есхар; 3 – с. Задонецьке.




Для оцінки якості масиву поверхневих вод р. Сів. Донець використано методи: збір та обробка доступної початкової інформації про якість води в річці за 2023 рік, аналіз величин гідрохімічних показників води у порівнянні з відповідними значеннями їх гранично

допустимих концентрацій (ГДК), метод модифікованого індексу забруднення води (ІЗВ) та метод комбінаторного індексу забруднення води (КІЗ). Індекс якості води, заснований на кількох параметрах, широко використовується при оцінці якості води [23 – 28]. Критеріями якості води взято ГДК для водойм рибогосподарського призначення та гігієнічними нормами якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення [29 – 32].

Метод модифікованого індексу забруднення води оцінює якість води за шістьма показниками, причому показники розчинений кисень та БСК₅ є обов'язковими [5, 15, 21, 22].



Умовні позначення:

-  Точка 1 с. Печеніги
-  Точка 2 с. Есхар
-  Точка 3 с. Задонецьке



Точка 1



Точка 2



Точка 3

Рис. 1 – Карто-схема пунктів контролю якості води на річці Сів. Донець в межах Харківської області
Fig. 1 – Map diagram of water quality control points on the Siverskiy Donets River within the Kharkiv region

Для розрахунку використовують формулу:

$$ІЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (1)$$

де C_i – середнє арифметичне значення концентрації i -го показника якості води;

$ГДК_i$ – гранично допустимих концентрацій i -го показника.

Оцінка якості води за ІЗВ здійснюється за величиною індексу та розподіляється за класами наступним чином: I клас якості води $ІЗВ \leq 0,30$ та характеризується як «дуже чиста»; II клас якості води $ІЗВ = 0,31 - 1,00$ та характеризується як «чиста»; III клас якості води $ІЗВ = 1,01 - 2,50$ та характеризується як «помірно забруднена»; IV клас якості води $ІЗВ = 2,51 - 4,00$ та характеризується як «забруднена»; V клас якості води $ІЗВ = 4,01 - 6,00$ та характеризується як «брудна»; VI клас якості води $ІЗВ = 6,01 - 10,00$ та характеризується як «дуже брудна»; VII клас якості води $ІЗВ > 10,00$ та характеризується як «надзвичайно брудна» [15, 21, 22].

Метод комбінаторного індексу забруднення води проводиться у декілька етапів [7, 15, 21, 22]. Перший ступінь класифікації заснований на встановленні міри стійкості забруднення (повторюваності перевищень ГДК) (P_i), яка розраховується за формулою:

$$P_i = \frac{N_{ГДК_i}}{N_i}, \quad (2)$$

де $N_{ГДК_i}$ – кількість результатів аналізу i -го показника якості води, значення концентрації якого перевищує його ГДК;

N_i – загальна кількість результатів аналізу i -го показника якості води.

Другий ступінь класифікації заснований на встановленні рівня забруднення, мірою якого є кратність перевищення ГДК (K_i) та розраховується за формулою:

$$K_i = \frac{C_i}{ГДК_i} \quad (3)$$

Далі за величиною повторюваності та кратності за відповідними таблицями класифікації визначаються оціночні бали й характеристика забруднення. Якщо повторюваність до 10 % випадків, то забруднення характеризується як «одиначне» та присвоюється 1 бал; від 10 % до 30 % – «нестійке», 2 бали; від 30 % до 50 % – «стійке», 3 бали; від 50 % до 100 % – «характерне», 4 бали. Якщо кратність перевищення ГДК до 2 раз, то характеризується як «низьке» та присвоюється 1 бал; від 2 до 10 разів – «середнє», 2 бали; від 10 до 50 разів – «високе», 3 бали; від 50 % до 100 % – «дуже високе», 4 бали.

Потім розраховуються узагальнені оцінки якості води за кожним гідрохімічним показником (S_i) як добуток оціночних балів та встановлюється характеристика якості води. Величина S_i може становити від 1 до 16, чим більше її значення, тим гірша якість води (від «слабо забруднена» до «неприпустимо брудна»). Якщо величина узагальненого оціночного балу дорівнює або більше 11, то даний гідрохімічний показник відносять до лімітуючих показників забруднення (ЛПЗ).

Третій ступінь класифікації заснований на розрахунку величини КІЗ шляхом додавання узагальнених оціночних балів (S_i) за усіма n гідрохімічними показниками:

$$КІЗ = \sum_{i=1}^n S_i. \quad (4)$$

Далі розраховується питомий комбінаторний індекс забруднення (ПКІЗ), як осереднене значення КІЗ в залежності від кількості досліджуваних гідрохімічних показників (n). Наступний ступінь класифікації якості води виконується в залежності від значення ПКІЗ та кількості ЛПЗ встановлюється клас (I – IV), розряд (а, б, в, г), характеристика забрудненості води («слабо забруднена», «забруднена», «брудна», «дуже брудна») та здійснюється висновок з придатності води для певного виду водокористування [15, 21, 22].

Результати та обговорення

Аналіз якості води з лютого по грудень проводився за такими показниками: розчинений кисень, біологічне споживання кисню за 5 діб (БСК₅), азот амонійний, азот нітритний,

сульфати, хлориди на трьох постах спостереження (рис. 1) [20].

За результатами моніторингу гідрохімічних показників на посту спостереження у р. Сів.

Донець с. Печеніги визначено за показниками:

- розчинений кисень, зафіксовано перевищення ГДК_{РГ} для водних об'єктів рибогосподарського призначення один випадок в 1,2 раз в серпні місяці, за ГДК_{ГП} для водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення перевищень не зафіксовано. Найвище значення розчиненого кисню було у лютому 13,70 мг/дм³, найменше – 5,03 мг/дм³ у серпні, а середнє значення становить 9,25 мг/дм³.

- БСК₅ зафіксовано перевищення ГДК_{РГ} три випадки у квітні, травні та вересні, максимально в 1,3 рази, за ГДК_{ГП} перевищень не зафіксовано. Найвище значення БСК₅ було у квітні 2,65 мг/дм³, найменше – 0,66 мг/дм³ у березні, а середнє значення становить 1,63 мг/дм³.

- азот амонійний зафіксовано перевищення ГДК_{РГ} один випадок в 1,4 рази, за ГДК_{ГП} перевищень не зафіксовано. Найвищий вміст азоту амонійного був у вересні 0,543 мг/дм³, найменший – 0,040 мг/дм³ у травні, а середнє значення становить 0,223 мг/дм³.

- азот нітритний зафіксовано перевищення ГДК_{РГ} вісім випадків, максимально в 2,7 рази, за ГДК_{ГП} перевищень не зафіксовано. Найвищий вміст азоту нітритного визначено у жовтні 0,053 мг/дм³, найменший – 0,005 мг/дм³ у лютому, а середнє значення становить 0,030 мг/дм³.

- сульфати зафіксовано перевищення ГДК_{РГ} у всіх пробах, максимально в 1,7 разів, за ГДК_{ГП} перевищень не зафіксовано. Найвищий вміст сульфатів був у лютому 167,0 мг/дм³, найменший – 103,0 мг/дм³ у вересні, а середнє значення становить 136,55 мг/дм³.

- хлориди перевищення ГДК_{РГ} та ГДК_{ГП} не зафіксовано. Найвищий вміст хлоридів у березні 40,0 мг/дм³, найменший – 32,5 мг/дм³ у липні, а середнє значення становить 37,14 мг/дм³.

Аналізуючи результати розрахунків за формулою (1) індексів забруднення води у р. Сів. Донець за 2023 рік (рис. 2) за даними з поста спостереження с. Печеніги визначено, що застосовуючи нормативи якості вод рибогосподарського призначення найменше значення ІЗВ_{РГ} = 0,65 у лютому – вода відноситься до II класу якості «чиста», найвище значення ІЗВ_{РГ} = 1,11 у вересні – вода відноситься до III класу якості «помірно забруднена», а середнє значення ІЗВ_{РГ} становить 0,84, тобто загалом вода відноситься до II класу якості «чиста».

Застосовуючи при розрахунках гігієнічні норми якості води визначено найменше значення ІЗВ_{ГП} = 0,19 у лютому – вода відноситься до I класу якості «дуже чиста», найвище значення ІЗВ_{ГП} = 0,33 у вересні – вода відноситься до II класу якості «чиста», а середнє значення ІЗВ_{ГП} становить 0,25, тобто загалом вода відноситься до I класу якості «дуже чиста».

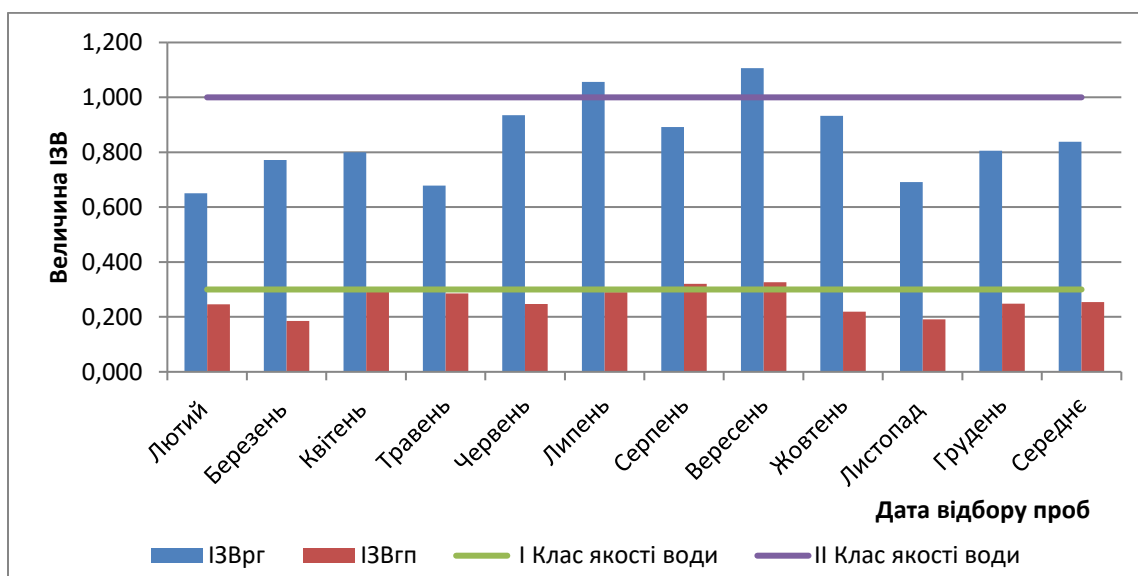


Рис. 2 – Зміни індексу забруднення води у річці Сів. Донець на посту спостереження с. Печеніги

Fig. 2 – Changes in the water pollution index in the Sivirskyi Donets River at the observation post of the v. Pechenigy

На посту спостереження р. Сів. Донець с. Есхар за показниками:

- розчинений кисень, зафіксовано перевищення ГДК_{РГ} три випадки в липні, серпні та вересні (максимально в 1,07 раз), за ГДК_{ГП} перевищень не зафіксовано. Найвище значення розчиненого кисню було у лютому 13,20 мг/дм³, найменше – 5,63 мг/дм³ у серпні, а середнє значення становить 8,04 мг/дм³.

- БСК₅ зафіксовано перевищення ГДК_{РГ} у всіх пробах, максимально в 2,2 рази, за ГДК_{ГП} перевищення зафіксовано п'ять випадків – максимально в 1,5 рази. Найвище значення БСК₅ було у березні 4,36 мг/дм³, найменше – 2,40 мг/дм³ у серпні, а середнє значення становить 3,07 мг/дм³.

- азот амонійний є перевищення ГДК_{РГ} сім випадків (максимально у 1,8 раз), за ГДК_{ГП} перевищень не зафіксовано. Найвищий вміст азоту амонійного у грудні 0,698 мг/дм³, найменший – 0,030 мг/дм³ у вересні, а середнє значення становить 0,406 мг/дм³.

- азот нітритний зафіксовано перевищення ГДК_{РГ} у всіх пробах, максимально в 5,7 разів, за ГДК_{ГП} перевищень не зафіксовано. Найвищий вміст азоту нітритного був у листопаді 0,114 мг/дм³, найменший – 0,024 мг/дм³ у липні, а середнє значення становить 0,067 мг/дм³.

- сульфати зафіксовано перевищення ГДК_{РГ} у всіх пробах, максимально в 2,28 рази, за ГДК_{ГП} перевищень не зафіксовано. Найвищий вміст сульфатів був у лютому 228,0 мг/дм³, найменший – 146,0 мг/дм³ у вересні, а середнє значення становить 193,73 мг/дм³.

- хлориди перевищення ГДК_{РГ} та ГДК_{ГП} не зафіксовано. Найвищий вміст хлоридів був у лютому 64,4 мг/дм³, найменший – 49,1 мг/дм³ у травні, а середнє значення становить 56,82 мг/дм³.

За даними з поста спостереження с. Есхар, аналізуючи результати розрахунків формулою (1) індексів забруднення води у р. Сів. Донець (рис. 3), за нормативами якості вод рибогосподарського призначення, отримане найменше значення ІЗВ_{РГ} = 1,12, тобто у серпні вода відноситься до III класу якості та характеризується як «помірно забруднена», найвище значення ІЗВ_{РГ} = 1,82 у листопаді – вода відноситься до III класу якості «помірно забруднена», а середнє значення ІЗВ_{РГ} становить 1,47, тобто загалом вода відноситься до III класу якості «помірно забруднена». Застосовуючи при розрахунках гігієнічні норми якості води отримано найменше значення ІЗВ_{ГП} = 0,48 – у березні вода відноситься до II класу якості «чиста», найвище значення ІЗВ_{ГП} = 0,33,

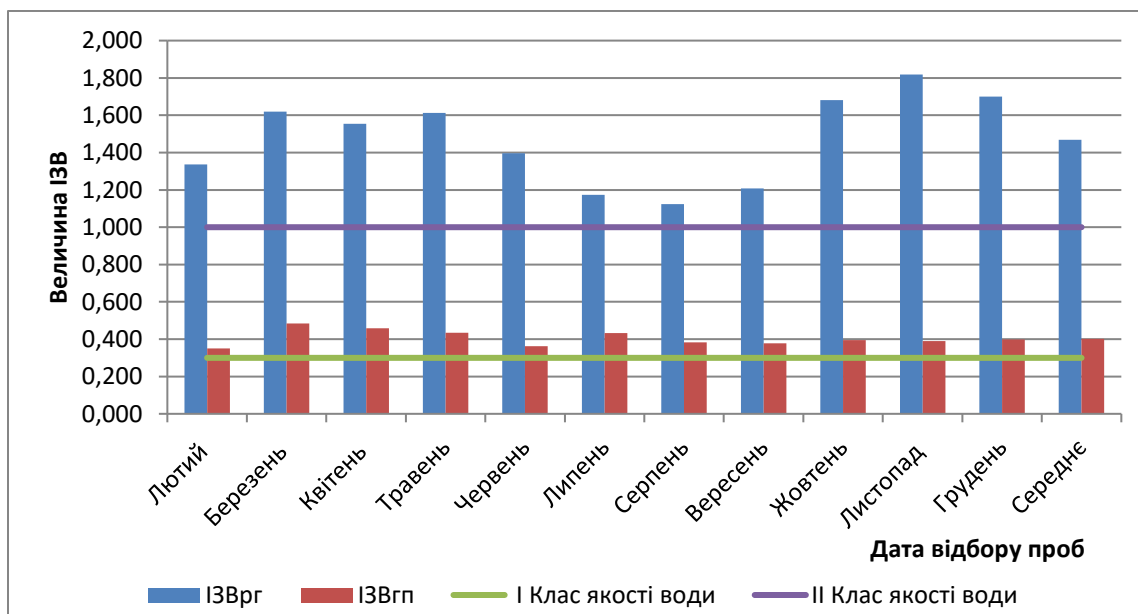


Рис. 3 – Зміни індексу забруднення води у річці Сів. Донець на посту спостереження с. Есхар
Fig. 3 – Changes in the water pollution index in the Siverskyi Donets River at the observation post of the v. Eskhar

у вересні вода відноситься до II класу якості «чиста», а середнє значення ІЗВ_{ГП} становить 0,40, тобто загалом вода відноситься до II класу якості «чиста».

Аналізуючи результати моніторингу гідрохімічних показників на посту спостереження р. Сів. Донець с. Задонецьке за показниками:

- розчинений кисень, зафіксовано перевищення ГДК_{РГ} чотири рази в липні, серпні, вересні та грудні, максимально в 1,3 раз, за ГДК_{ГП} перевищень не зафіксовано. Найвище значення розчиненого кисню було у лютому 10,70 мг/дм³, найменше – 7,74 мг/дм³ у серпні, а середнє значення становить 6,89 мг/дм³.

- БСК₅ зафіксовано перевищення ГДК_{РГ} у дев'яти пробах, максимально в 1,8 раз, за ГДК_{ГП} перевищення зафіксовано один раз у серпні в 1,2 раз. Найвище значення БСК₅ було у серпні 3,62 мг/дм³, найменше – 1,58 мг/дм³ у листопаді, а середнє значення становить 2,33 мг/дм³.

- азот амонійний зафіксовано перевищення ГДК_{РГ} чотири випадки, максимально у 1,5 раз, за ГДК_{ГП} перевищень не зафіксовано. Найвищий вміст азоту амонійного був у грудні 0,599 мг/дм³, найменший – 0,203 мг/дм³ у травні, а середнє значення становить 0,398 мг/дм³.

- азот нітритний зафіксовано перевищення ГДК_{РГ} у всіх пробах, максимально в 4,6 рази, за ГДК_{ГП} перевищень не зафіксовано. Найвищий вміст азоту нітритного був у липні 0,092 мг/дм³, найменший – 0,036 мг/дм³ у грудні, а середнє значення становить 0,056 мг/дм³.

- сульфати зафіксовано перевищення ГДК_{РГ} у всіх пробах, максимально в 2 рази, за ГДК_{ГП} перевищень не зафіксовано. Найвищий вміст сульфатів був у квітні 206,0 мг/дм³, найменший – 145,0 мг/дм³ у вересні, а середнє значення становить 183,64 мг/дм³.

- хлориди перевищення ГДК_{РГ} та ГДК_{ГП} не зафіксовано. Найвищий вміст хлоридів був у лютому 63,7 мг/дм³, найменший – 45,9 мг/дм³ у квітні, а середнє значення становить 54,09 мг/дм³.

З аналізу результатів розрахунків за формулою (1) індексів забруднення води та застосовуючи нормативи якості вод рибогосподарського призначення за даними з поста спостереження с. Задонецьке у р. Сів. Донець (рис. 4) визначено: найменше значення ІЗВ_{РГ} = 1,11 у травні – вода відноситься до III класу якості та характеризується як «помірно забруднена»; найбільше значення ІЗВ_{РГ} = 1,66 у липні – вода відноситься до III класу якості «помірно забруднена», а середнє значення ІЗВ_{РГ} = 1,3, тобто загалом вода відноситься до III класу якості «помірно забруднена». Застосовуючи при розрахунках гігієнічними нормами якості води найменше значення ІЗВ_{ГП} = 0,32 у листопаді вода відноситься до II класу якості «чиста», найвище значення ІЗВ_{ГП} = 0,49 у серпні вода відноситься до II класу якості «чиста», а середнє значення ІЗВ_{ГП} = 0,37, тобто загалом вода відноситься до II класу якості «чиста».

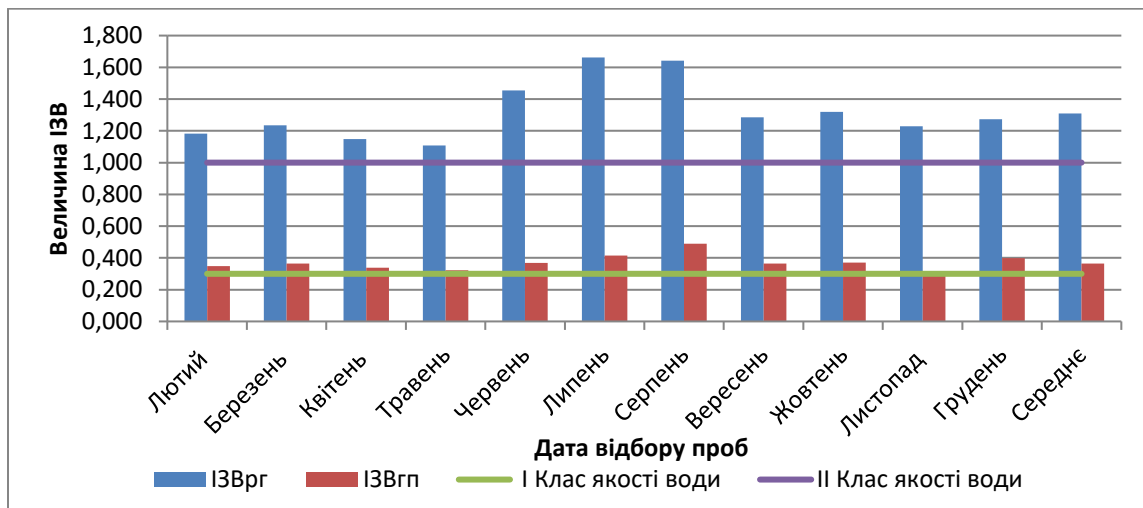


Рис. 4 – Зміни індексу забруднення води у річці Сів. Донець на посту спостереження с. Задонецьке
Fig. 4 – Changes in the water pollution index in the Siverskyi Donets River at the observation post of the v. Zadonetskyi

З аналізу якості води за комбінаторного індексу забруднення води у р. Сів. Донець с. Печеніги (табл. 1) зафіксовано перевищення нормативи якості вод рибогосподарського призначення (ГДК_{РГ}) за показниками розчинений кисень, БСК₅, азот амонійний, азот нітритний, сульфати про що свідчить величина повторюваності перевищення (P_i), яка розрахо-

вана за формулою (2). Перевищень за гігієнічними нормами якості води (ГДК_{ГП}) не зафіксовано. За результатами розрахунків визначено часткові оціночні бали, величина яких для різних показників змінюється від 1 до 4. Таким чином, проведено перший ступінь класифікації вод, який заснований на встановлені міри стійкості забруднення.

Таблиця 1

Результати оцінки якості води у р. Сів. Донець на посту спостереження с. Печеніги за методом КІЗ

Table 1

The results of water quality assessment in the Siverskyi Donets River at the observation post of the v. Pechenigi according to the CIP method

Показник	Вміст забруднюючих речовин, S_i , мг/дм ³	Повторюваність випадків перевищення ГДК, P_i		Чаткові оціночні бали, бал		Кратність перевищення ГДК, K_i		Чаткові оціночні бали, бал		Загальні оціночні бали, S_i , бал		Характеристика якості води		Лімітуючий показник забруднення води	
		РГ	ГП	РГ	ГП	РГ	ГП	РГ	ГП	РГ	ГП	РГ	ГП	РГ	ГП
Розчинений кисень	9,248	0,09	0,00	1	1	0,65	0,43	1	1	1	1	Слабо забруднена	Слабо забруднена	0	0
БСК ₅	1,629	0,27	0,00	2	1	0,82	0,54	1	1	2	1	Забруднена	Слабо забруднена	0	0
Азот амонійний	0,223	0,09	0,00	1	1	0,57	0,11	1	1	1	1	Слабо забруднена	Слабо забруднена	0	0
Азот нітритний	0,030	0,73	0,00	4	1	1,50	0,06	1	1	4	1	Брудна	Слабо забруднена	0	0
Сульфати	136,545	1,00	0,00	4	1	1,37	0,27	1	1	4	1	Брудна	Слабо забруднена	0	0
Хлориди	37,136	0,0	0,00	1	1	0,12	0,11	1	1	1	1	Слабо забруднена	Слабо забруднена	0	0
$KI3 = \sum S_i$										13	6				
$KI3_{РГ} = 13, n = 6, PKI3_{РГ} = 2,17, 0$ ЛПЗ (клас IIIa, брудна)															
$KI3_{ГП} = 6, n = 6, PKI3_{ГП} = 1,0, 0$ ЛПЗ (клас I, слабо забруднена)															

За формулою (3) розраховано кратність перевищення нормативів (K_i) та за результатами розрахунків визначено часткові оціночні бали. За всіма показниками величина часткових оціночних балів дорівнює 1. Тож, проведено другий ступінь класифікації вод, який заснований на встановлені рівня забруднення.

Розраховано узагальнені оцінки якості води за кожним гідрохімічним показником (S_i) та для відповідного нормативу. За розрахунками встановлено характеристику якості води, так за нормативами якості вод рибогосподарського призначення за показниками розчинений кисень, азот амонійний, хлориди вода характеризується як «слабо забруднена», за показником БСК₅ –

«забруднена» та за показниками азот нітритний та сульфати – «брудна». За гігієнічними нормами якості води за всіма показниками вода характеризується як «слабо забруднена». Жодний гідрохімічний показник за обома нормативами не відноситься до лімітуючого показника забруднення.

На третьому етапі класифікації вод розраховано величини комбінаторного індексу забруднення за формулою (4) для двох нормативів: за нормативами якості вод рибогосподарського призначення $KI3 = 13$, а за гігієнічними нормами якості води $KI3 = 6$.

Для класифікації води розраховано величини питомого комбінаторного індексу забруднення для двох нормативів, так за кількістю ЛПЗ

встановлено, що за нормативами якості вод рибогосподарського призначення $ПКІЗ_{РГ} = 2,17$, тобто вода відноситься до III класу якості води, розряд класу якості – а, характеристика забрудненості води – «брудна»; за гігієнічними нормами якості $ПКІЗ_{ГП} = 1,0$, вода відноситься до I класу якості води та має характеристику забрудненості води – «слабо забруднена».

З аналізу якості вод за методом комбінаторного індексу забруднення води у р. Сів. Донець с. Есхар (табл. 2) зафіксовано перевищення нормативи якості вод рибогосподарського призна-

чення ($ГДК_{РГ}$) за показниками розчинений кисень, $БСК_5$, азот амонійний, азот нітритний, сульфати про що свідчить величина повторюваності перевищення (P_i), яка розрахована за формулою (2). Перевищення за гігієнічними нормами якості води ($ГДК_{ГП}$) зафіксовано за показниками $БСК_5$ та азот нітритний. За результатами розрахунків визначено часткові оціночні бали, величина яких для різних показників змінюється від 1 до 4. Таким чином, проведено перший ступінь класифікації вод, який заснований на встановлені міри стійкості забруднення.

Таблиця 2

Результати оцінки якості води у р. Сів. Донець на посту спостереження с. Есхар за методом КІЗ

Table 2

The results of water quality assessment in the Siverskyi Donets River at the observation post of the v. Eskhar according by the CIP method

Показник	Вміст забруднюючих речовин, S_i , мг/дм ³	Повторюваність випадків перевищення $ГДК$, P_i		Чаткові оціночні бали, бал		Кратність перевищення $ГДК$, K_i		Чаткові оціночні бали, бал		Загальні оціночні бали, S_i , бал		Характеристика якості води		Лімітуючий показник забруднення води	
		РГ	ГП	РГ	ГП	РГ	ГП	РГ	ГП	РГ	ГП	РГ	ГП	РГ	ГП
Розчинений кисень	8,035	0,27	0,00	2	1	0,75	0,5	1	1	2	1	Забруднена	Слабо забруднена	0	0
$БСК_5$	3,073	1,00	0,55	4	4	1,54	1,07	1	1	4	4	Брудна	Брудна	0	0
Азот амонійний	0,406	0,73	0,00	4	1	1,04	0,20	1	1	4	1	Брудна	Слабо забруднена	0	0
Азот нітритний	0,067	1	0,18	4	2	2,35	0,0	2	1	8	2	Дуже брудна	Забруднена	0	0
Сульфати	193,727	1	0,00	4	1	1,94	0,39	1	1	4	1	Брудна	Слабо забруднена	0	0
Хлориди	56,818	0,00	0,00	1	1	0,19	0,16	1	1	1	1	Слабо забруднена	Слабо забруднена	0	0
$KІЗ = \sum S_i$										23	10			0	0
$KІЗ_{РГ} = 23, n = 6, ПКІЗ_{РГ} = 3,83, 0$ ЛПЗ (клас IIIб, брудна)															
$KІЗ_{ГП} = 10, n = 6, ПКІЗ_{ГП} = 1,67, 0$ ЛПЗ (клас II, забруднена)															

За формулою (3) розраховано кратність перевищення нормативів (K_i) та за результатами визначено часткові оціночні бали, величина яких для всіх показників дорівнює 1, окрім азоту нітратного – 2. Тож, проведено другий ступінь класифікації вод, який заснований на встановлені рівня забруднення.

Розраховано узагальнені оцінки якості води за кожним гідрохімічним показником (S_i) та для відповідного нормативу. За розрахунками встановлено характеристику якості води, так за нормативами якості вод рибогосподарського призначення за показником хлориди вода

характеризується як «слабо забруднена», за показником розчинений кисень – «забруднена», за показниками $БСК_5$, азот амонійний та сульфати – «брудна» та за показником азот нітритний – «дуже брудна».

За гігієнічними нормами якості води за показниками розчинений кисень, азот амонійний, сульфати та хлориди вода характеризується як «слабо забруднена», за показником азот нітритний – «забруднена» та за показником $БСК_5$ – «брудна». Жодний гідрохімічний показник за обома нормативами не відноситься до лімітуючого показника забруднення.

На третьому етапі класифікації вод розраховано величини комбінаторного індексу забруднення за формулою (4) для двох нормативів, так за нормативами якості вод рибогосподарського призначення $KI3 = 23$, а за гігієнічними нормами якості води $KI3 = 10$.

На заключному класифікації вод розраховано величини питомого комбінаторного індексу забруднення для двох нормативів, так за кількістю ЛПЗ встановлено, що за нормативами якості вод рибогосподарського призначення $PKI3_{PG} = 3,83$, вода відноситься до III класу якості води, розряд класу якості – б, характеристика забрудненості води – «брудна»; за гігієнічними нормами якості $PKI3_{GP} = 1,67$, вода відноситься до II класу якості води та має характеристику забрудненості води – «забруднена».

З аналізу якості води за методом комбінаторного індексу забруднення води у р. Сів. Донець с. Задонецьке (табл. 3) зафіксовано перевищення нормативи якості вод рибогосподарського призначення (ГДК_{PG}) за показниками розчинений кисень, БСК₅, азот амонійний, азот нітритний, сульфати про що свідчить величина повторюваності перевищення (P_i), яка розрахована за формулою (2). Перевищень за гігієнічними нормами якості води (ГДК_{GP}) не зафіксовано. За результатами розрахунків визначено часткові оціночні бали, величина яких для різних показників змінюється від 1 до 4. Таким чином, проведено перший ступінь класифікації вод, який заснований на встановлені міри стійкості забруднення.

Таблиця 3

Результати оцінки якості води у р. Сів. Донець на посту спостереження с. Задонецьке за методом $KI3$

Table 3

The results of water quality assessment in the Siverskyi Donets River at the observation post of the v. Zadonetskyi according by the CIP method

Показник	Вміст забруднюючих речовин, C_i , мг/дм ³	Повторюваність випадків перевищення ГДК, P_i		Чаткові оціночні бали, бал		Кратність перевищення ГДК, K_i		Чаткові оціночні бали, бал		Загальні оціночні бали, S_i , бал		Характеристика якості води		Лімітуючий показник забруднення води	
		РГ	ГП	РГ	ГП	РГ	ГП	РГ	ГП	РГ	ГП	РГ	ГП	РГ	ГП
Розчинений кисень	6,886	0,36	0,00	3	1	0,87	0,58	1	1	3	1	Брудна	Слабо забруднена	0	0
БСК ₅	2,325	0,82	0,00	4	1	1,16	0,78	1	1	4	1	Брудна	Слабо забруднена	0	0
Азот амонійний	0,398	0,36	0,00	3	1	1,02	0,2	1	1	3	1	Брудна	Слабо забруднена	0	0
Азот нітритний	0,056	1,00	0,00	4	1	2,80	0,11	2	1	8	1	Дуже брудна	Слабо забруднена	0	0
Сульфати	183,636	1,00	0,00	4	1	1,84	0,37	1	1	4	1	Брудна	Слабо забруднена	0	0
Хлориди	54,091	0,00	0,00	1	1	0,18	0,16	1	1	1	1	Слабо забруднена	Слабо забруднена	0	0
$KI3 = \sum S_i$										23	6			0	0
$KI3_{PG} = 23, n = 6, PKI3_{PG} = 3,83, 0$ ЛПЗ (клас ШБ, брудна)															
$KI3_{GP} = 6, n = 6, PKI3_{GP} = 1,0, 0$ ЛПЗ (клас I, слабо забруднена)															

За формулою (3) розраховано кратність перевищення нормативів (K_i) та за результатами визначено часткові оціночні бали, величина яких для всіх показників дорівнює 1, окрім азоту нітратного – 2. Тож, проведено другий ступінь

класифікації вод, який заснований на встановлені рівня забруднення.

Розраховано узагальнені оцінки якості води за кожним гідрохімічним показником (S_i) та для відповідного нормативу. За розрахунками

встановлено характеристику якості води, так за нормативами якості вод рибогосподарського призначення за показником хлориди вода характеризується як «слабо забруднена», за показниками розчинений кисень, БСК₅, азот амонійний та сульфати – «брудна», за показником азот нітритний – «дуже брудна». За гігієнічними нормами якості води за всіма показниками вода характеризується як «слабо забруднена». Жодний гідрохімічний показник за обома нормативами не відноситься до лімітуючого показника забруднення.

На третьому етапі класифікації вод розраховано величини комбінаторного індексу забруднення за формулою (4) для двох нормативів, так за нормативами якості вод рибогосподарського призначення КІЗ = 23, а за гігієнічними нормами якості води КІЗ = 6.

На заключному етапі класифікації води розраховано величини питомого комбінаторного індексу забруднення для двох нормативів: за кількістю ЛПЗ встановлено, що за нормативами якості вод рибогосподарського призначення ПКІЗ_{рг} = 3,83, вода відноситься до III класу якості води, розряд класу якості – б, характеристика забрудненості води – «брудна»; за гігієнічними нормами якості ПКІЗ_{гп} = 1,0, вода відноситься до I класу якості води та має характеристику забрудненості води – «слабо забруднена».

Наведені дані на рис. 5 ілюструють зміни якості води по довжині річки Сів. Донець в межах Харківської області у 2023 році. Аналізуючи зміни якості води вздовж водотоку річки на основі модифікованого індексу забруднення води за середніми значеннями за обома нормативами можна відмітити, що погіршення якості води спостерігається після впадіння річки Уди в 1,7 раз за величиною зміни індексів. Далі стан якості води покращується в 1,14 раз за величиною зміни індексів, вірогідно за рахунок процесів самоочищення та нижчого антропогенного навантаження. Подібні висновки відмічаються і в роботі [12]. Аналізуючи зміни якості води вздовж водотоку річки на основі комбінаторного індексу забруднення води за гігієнічними нормативами можна спостерігати подібне до змін ІЗВ, а саме погіршення якості води після впадіння річки Уди в 1,8 раз за величиною зміни індексів, а далі стан якості води покращується в 1,7 раз, але за нормативами якості вод рибогосподарського призначення спостерігається погіршення якості води після впадіння річки Уди в 1,7 раз, а потім стан якості води залишається на такому ж рівні. Слід звернути увагу, що р. Уди зазнає досить значного антропогенного впливу, пов'язаного зі скидом стічних вод, втому числі комунальних [12].

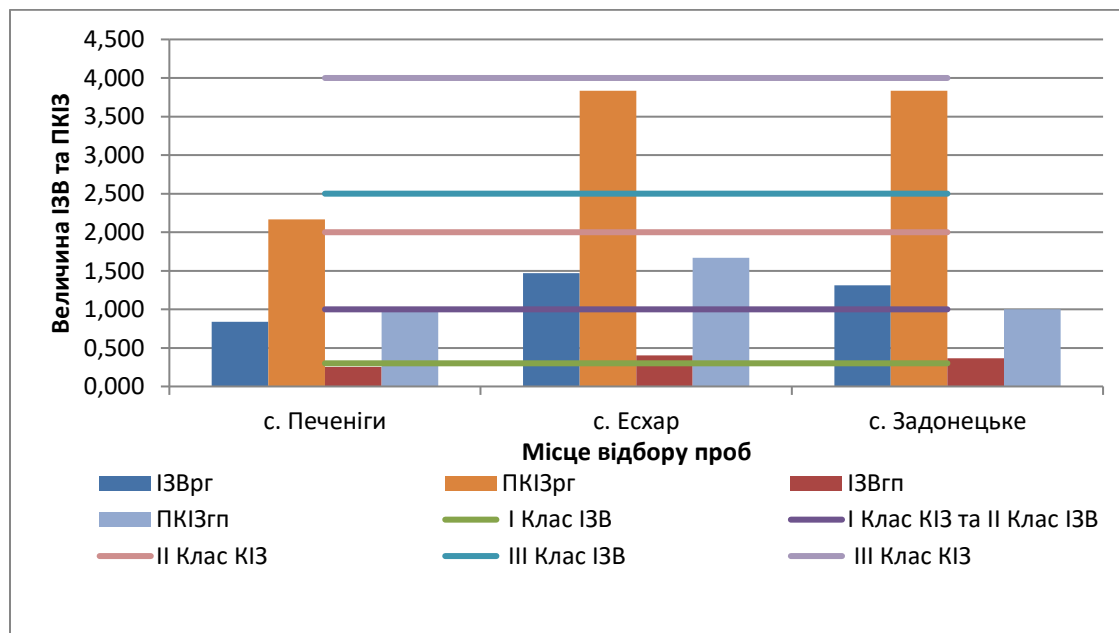


Рис. 5 – Величини ІЗВ та ПКІЗ вздовж водотоку р. Сів. Донець за 2023 рік
Fig. 5 – Values of WPI and SCWPI along the watercourse of the Siverskyi Donets River for the year 2023

Стан річкової води на пункті спостереження с. Печеніги за методом модифікованого індексу забруднення води $I_{ЗВ_{РГ}}$ (0,84) оцінюється як II клас характеризується як «чиста», $I_{ЗВ_{ГП}}$ (0,25) – I клас, «дуже чиста»; за методом комбінаторного індексу забруднення води $PKI_{ЗРГ}$ (2,17) – клас III а, «брудна», $PKI_{ЗГП}$ (1,0) – клас I, «слабо забруднена».

Стан річкової води на пункті спостереження с. Есхар за методом модифікованого індексу забруднення води $I_{ЗВ_{РГ}}$ (1,47) оцінюється як III клас характеризується як «помірно забруднена», $I_{ЗВ_{ГП}}$ (0,40) – II клас, «чиста»; за методом комбінаторного індексу забруднення води $PKI_{ЗРГ}$ (3,83) – клас III б, «брудна», $PKI_{ЗГП}$ (1,67) – клас II, «забруднена».

Стан річкової води на пункті спостереження с. Задонецьке за методом модифіко-

ваного індексу забруднення води $I_{ЗВ_{РГ}}$ (1,31) оцінюється як III клас характеризується як «помірно забруднена», $I_{ЗВ_{ГП}}$ (0,37) – II клас, «чиста»; за методом комбінаторного індексу забруднення води $PKI_{ЗРГ}$ (3,83) – клас III б, «брудна», $PKI_{ЗГП}$ (1,0) – клас I, «слабо забруднена».

Аналізуючи результати оцінок якості річкової води за методами $I_{ЗВ}$ та $KI_{З}$ можна сказати, що застосовуючи нормативи якості вод рибогосподарського призначення індекси забруднення води вище ($I_{ЗВ_{РГ}}$ 0,84 – 1,47; $PKI_{ЗРГ}$ 2,17 – 3,83) ніж при застосуванні гігієнічних нормативів якості вод для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення ($I_{ЗВ_{ГП}}$ 0,25 – 0,40; $PKI_{ЗГП}$ 1,00 – 1,67), оскільки останні менші за значенням (більш «м'які»).

Висновки

Проведено оцінку якості води річки Сів. Донець в межах Харківської області у 2023 році за двома методами, а саме модифікованого індексу забруднення води та комбінаторного індексу забруднення води. Для оцінки якості води використано два нормативи для водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства та гігієнічні нормативів водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення.

Якість води в Печенізькому водосховищі, с. Печеніги за методом модифікованого $I_{ЗВ}$ за різними критеріями оцінюється як I клас «дуже чиста» та II клас «чиста», за методом комбінаторного індексу забруднення – як I клас «слабо забруднена» та клас III а «брудна».

Якість води в річці Сів. Донець нижче гирла р. Уди, с. Есхар за методом модифікованого $I_{ЗВ}$ за різними критеріями оцінюється як II клас «чиста» та III клас «помірно забруднена», за методом комбінаторного індексу забруднення – як II клас «забруднена» та клас III б «брудна».

Якість води в річці Сів. Донець на пункті спостереження с. Задонецьке за методом

модифікованого $I_{ЗВ}$ за різними критеріями оцінюється як II клас «чиста» та III клас «помірно забруднена», за методом комбінаторного індексу забруднення – як I клас «слабо забруднена» та клас III б «брудна».

Відбуваються зміни якості води вздовж водотоку річки Сів. Донець в межах Харківської області у 2023, спостерігається погіршення якості води після впадіння річки Уди, далі стан якості води покращується за величиною зміни індексів. За рахунок процесів самоочищення та зменшення антропогенного навантаження, вірогідно, якість води за методом модифікованого $I_{ЗВ}$ варіюється від «дуже чистої» до «помірно забрудненої», за методом $KI_{З}$ варіюється від «слабо забрудненої» до «брудної».

Гідрохімічними показниками, що визначають клас якості води вздовж річки Сів. Донець в межах Харківської області у 2023 році є БСК5, азот нітритний та сульфати. Перевищення ГДК за показниками розчинений кисень та азот амонійний спостерігалось в окремі періоди та не на всіх постах. За показником хлориди перевищень ГДК не зафіксовано на всіх постах спостереження.

Конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів. Крім того, автори дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. Артерія сходу України. Резюме аналізу проблем Сіверського Дінця та програми заходів для їхнього вирішення. К.: Видавництво «Компанія ВАІТЕ»: 2021. 102 с. URL: <https://sdbuvr.gov.ua/pres-centr/publikatsiyi>
2. Васенко, О. Г., Карлюк А. А. Оцінка сучасного стану озер Лиманської групи, річки Сіверський Донець та прогнозування їх якості води. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. 2019. Вип. 41. С. 171–182. URL: <http://www.niiep.kharkov.ua/sites/default/files/sbornik2019.pdf#page=171>
3. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2022 році. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/123378>
4. Екологічний паспорт Харківської області за 2022 рік. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/123379>
5. Коробкова Г. В. Використання макрофітних індексів для оцінки екологічного стану поверхневих вод України. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*, 2017. № 1-2(27), 62-70. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2017-27-06>
6. Korobkova H., Yermakovych I., Rybalova O., Artemiev S., Kocheto G.. The Ecological Risk of Deterioration in the Water Flow of the Udy River Basin. *Book of abstracts. 11 th Eastern European Young Water Professionals Conference IWA YWP*. Prague : University of Chemistry and Technology, 2019. 319-320. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8736>
7. Кулик М. І., Голуб В. Р. Оцінка якості поверхневих вод у річці Сіверський Донець в межах Харківської області у 2021 році. «*Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво – 2023*»: матеріали XXV Міжнар. наук.-практ. конф. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2023. С. 44–45.
8. Кулик М. І., Петренко А. С. Сучасний стан води у річці Сіверський Донець в межах Харківської області. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XIX Всеукраїнських наукових Таліївських читань*. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2023 р. С. 70–73. URL: <https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2024/05/taliev-2023.pdf>
9. Рибалова О. В., Бригада О. В., Ільїнський О. В., Бондаренко О. О. Оцінка екологічного стану басейну р. Сіверський Донець в межах Харківської області. *The scientific heritage*. № 49 (2020). С. 27–32. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/12371>
10. Васенко О. Г., Брук В. В., Карлюк А. А., Свиридов Ю. В. Прогнозування якості води в річках Дунай та Сіверський Донець за допомогою геоінформаційних технологій. *World science*. Poland, 2019. № 11(51). С. 45–136. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30112019/6766
11. Крайнюков О. М. Сучасний екологічний стан водних об'єктів басейну річки Сіверський Донець. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. № 3–4. 2015. С. 71–77. URL: <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/5558>
12. Васенко О. Г., Ієвлева, О. Ю., Коробкова Г. В., Жук В. М. Формування сучасного гідрохімічного стану басейну річки Сіверський Донець під впливом природних та антропогенних чинників. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. 2017. Вип. 39. С. 41–53. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ponp_2017_39_6
13. Рибалова О. В., Ільїнський О. В., Бондаренко О. О., Макаров Є. О., Жук, В. М. Визначення екологічних нормативів для басейну річки Уди в межах Харківської області. *World Science*. № 1(41), Vol.1, 2019. р. 36–43. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/31012019/6296
14. Рибалова, О. В., Артем'єв, С. Р., Бригада, О. В., Ільїнський, О. В., Бондаренко, О. О., Макаров, Є. О., Жук, В. М. Визначення екологічного ризику погіршення стану водотоків басейну річки Уди. *Fundamentalis scientiam*. №27 /2019, VOL. 1. P.14-21. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/8964>
15. Бірюков О. В. Гідрохімічний аналіз динаміки змін якості поверхневих вод річки Оскіл. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Екологія»*. 2023. Вип. 29. С. 17–25. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-29-02>
16. Безсонний В. Л. Моніторинг поверхневих джерел водопостачання в умовах впровадження водної рамкової директиви. *Комунальне господарство міст*. 2019. Т. 3, вип. 149. С. 69–76. URL: <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/5418>
17. Bezsonnyi V., Ponomarenko R., Tretyakov O., Asotsky V., Kalynovskyi A. Regarding the choice of composite indicators of ecological safety of water in the basin of the Siversky Donets. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 2021, 30(4), 622-631. DOI: <https://doi.org/10.15421/112157>

18. Третьяков О. В., Шевченко Т. О., Безсонний В. Л. Підвищення рівня екологічної безпеки питного водопостачання Харківського регіону (Україна). *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 5/10 (77). 2015. С. 40–49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.51398>
19. Сіверсько-Донецьке басейнове управління водних ресурсів. Державне агентство водних ресурсів України. Державний моніторинг поверхневих вод. URL: <https://sdbuvr.gov.ua/derzhavnyy-monitorynh-poverkhnevyykh-vod>
20. Стан навколишнього природного середовища міста Харкова та Харківської області. Харківська обласна військова адміністрація. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736>
21. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: підручник. К.: Ніка. Центр, 2001. 264 с.
22. Юрасов С. Н., Кур'янова С. О., Юрасов Н. С. Комплексна оцінка якості вод за різними методиками та шляхи її вдосконалення. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2009. № 5. С. 42–53. URL: <http://uhmj.odeku.edu.ua/wp-content/uploads/2016/08/5-Yurasov-Kurianova.pdf>
23. Uddin M.G., Nash S., Rahman A., Agnieszka I. Olbert A.I. Performance analysis of the water quality index model for predicting water state using machine learning techniques. *Process Safety and Environmental Protection*. 2023. Vol. 169. С. 808–828. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.11.073>
24. Pan B., Han X., Chen Y., Wang L., Zheng X. Determination of key parameters in water quality monitoring of the most sediment-laden Yellow River based on water quality index. *Process Safety and Environmental Protection*. 2022. Vol. 164. P.249-259. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.05.067>
25. Wang J., Xue B., Wang Y., A Y., Wang G., Han D. Identification of pollution source and prediction of water quality based on deep learning techniques. *Journal of Contaminant Hydrology*. 2024. Vol. 261. С. 104287. <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2023.104287>
26. Mihali C., Dippong T. Water quality assessment of Remeti watercourse, Maramureş, Romania, located in a NATURA 2000 protected area subjected to anthropic pressure. *Journal of Contaminant Hydrology*. 2023. Vol. 257. 104216. <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2023.104216>
27. Haji S.B., Asadollah S., Sharafati A., Motta D., Yaseen Z. M. River water quality index prediction and uncertainty analysis: A comparative study of machine learning models. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2021, Vol. 9. N 1, 104599 <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104599>
28. Abba S.I., Hadi S. J., Sammen S. Sh., Salih S.Q., Abdulkadir R.A., Pham Q.B., Yaseen Z. M. Evolutionary computational intelligence algorithm coupled with self-tuning predictive model for water quality index determination. *Journal of Hydrology*. 2020. Vol. 587, August 124974 <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124974>
29. Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення, затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 02.05.2022 № 721. URL: https://moz.gov.ua/uploads/7/36944-dn_721_02_05_2022_dod.pdf
30. ДСанПіН 2.2.4-171-10: 2010. Державні санітарні норми та правила. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Затверджено МОЗ України наказом № 400 від 12.05.2010 року. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin_2_2_4_171_10/25-1-0-1180
31. Клименко М. О., Вознюк Н. М., Вербецька К. Ю. Порівняльний аналіз нормативів якості поверхневих вод. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів та природокористування*. 2012. Вип. 1(30). URL: http://nd.nubip.edu.ua/2012_1/12kmo.pdf
32. Нормативи екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах, затверджені наказом Міністерства аграрної політики України від 30.07.2012 № 471. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1369-12#Text>

Стаття надійшла до редакції 08.04.2024

Стаття рекомендована до друку 14.05.2024

M. I. KULYK¹, PhD (Technical),

Associate Professor of the Department of Ecology and Environmental Management

e-mail: m.kulyk@karazin.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0605-9367>

A. A. LISNYAK¹, PhD (Agriculture),

Associate Professor of the Department of Ecology and Environmental Management

e-mail: anlisnyak@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5850-7328>

¹ V. N. Karazin Kharkiv National University,

4, Svobody Square Kharkiv, 61022, Ukraine

ASSESSMENT OF SURFACE WATER QUALITY IN THE SIVERSKY DONETS RIVER WITHIN KHARKIV REGION IN 2023

Purpose. Provide an assessment of the quality of the massif of surface waters of the Siverskyi Donets River within the Kharkiv region in 2023 based on the determination of water quality indices.

Methods. The methods of the modified water pollution index (WPI) and the combinatorial water pollution index (CWPI).

Results. State of the river water at the observation point of the v. Pechenyg according to the method of the modified water pollution index WPI_F is estimated as II class characterized as "clean", WPI_H - I class, "very clean"; according to the method of the combinatorial index of water pollution CWPI_F - class III a, "dirty", CWPI_H - class I, "slightly polluted".

State of the river water at the observation point of the v. Eschar according to the method of the modified water pollution index of WPI_F is estimated as III class characterized as "moderately polluted", WPI_H - II class, "clean"; according to the method of the combinatorial index of water pollution CWPI_F - class III b, "dirty", CWPI_H - class II, "polluted".

State of the river water at the observation point of the v/ Zадонetskyi according to the method of the modified index of water pollution, WPI_F is estimated as III class characterized as "moderately polluted", WPI_H is II class, "clean"; according to the method of the combinatorial index of water pollution CWPI_F - class III b, "dirty", CWPI_H - class I, "slightly polluted".

Conclusions. It was determined that there are changes in water quality along the watercourse of the Siverskyi Donets River within the Kharkiv Region in 2023. There is a deterioration of water quality after the confluence of the Uda River, by 1.69 times the magnitude of the index change, then the state of water quality improves by 1.25 times the magnitude index changes, probably due to self-cleaning processes and lower anthropogenic load. The quality of water according to WPI indicators varies from 0.25 to 1.47 (from "very clean" to "moderately polluted"). The quality of water according to the CWPI indicators varies from 1.0 to 3.83 (from "slightly polluted" to "dirty"). It was established that according to both assessment methods and both standards, the quality of water in the Pechenyg reservoir, p. Pechenegs the best, and the worst water quality in the Siverskyi Donets River below the mouth of the Uda River, village Eschar.

KEY WORDS: *surface waters, modified water pollution index, combinatorial water pollution index*

References

1. *Artery of eastern Ukraine. Summary of the analysis of the problems of Siversky Dinets and the program of measures to solve them.* (2021). Kyiv: Publishing house "Company VAITE". Retrieved from <https://sdbuvr.gov.ua/press-centr/publikatsiyi> (in Ukrainian)
2. Vasenko, O. G. & Karlyuk, A. A. (2019). Assessment of the current state of lakes of the Lyman group, Siverskyi Donets River and forecasting of their water quality. *Problems of environmental protection and ecological safety.* 2019. Issue 41. P. 171–182. URL: <http://www.nieep.kharkov.ua/sites/default/files/sbornik2019.pdf#page=171>. (in Ukrainian)
3. Report on the state of the natural environment in the Kharkiv region in 2022. Retrieved from <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/123378>. (in Ukrainian)
4. Environmental passport of the Kharkiv region for 2022. Retrieved from <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/123379> (in Ukrainian)
5. Коробкова, Г. Б. (2017). Use of macrofit indexes for evaluation environmental state of surface waters of Ukraine. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (1-2(27)), 62-70. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2017-27-06>

6. Korobkova, H., Yermakovych, I., Rybalova, O., Artemiev, S., & Kocheto, G. (2019). The Ecological Risk of Deterioration in the Water Flow of the Udy River Basin. *Book of abstracts. 11 th Eastern European Young Water Professionals Conference IWA YWP*. Prague : University of Chemistry and Technology, 319-320. <http://hdl.handle.net/123456789/8736>
7. Kulyk, M. I. & Golub, V. R. (2023). Assessment of surface water quality in the Siverskyi Donets River within the Kharkiv region in 2021. *Proceedings of the XXV International scientific and practical conference: Ecology, environmental protection and balanced nature use: education - science - production - 2023*. Kharkiv: KGNU, 44–45. (in Ukrainian)
8. Kulyk, M. I. & Petrenko, A. S. (2023). Current state of water in the Siverskyi Donets River within the Kharkiv region. *Environmental protection: coll. of science articles of the 19th All-Ukrainian scientific Taliiv readings. Kharkiv: V. N. Karazin KhNU*, 70–73. Retrieved from <https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2024/05/taliev-2023.pdf> (in Ukrainian)
9. Rybalova, O. V., Brigada, O. V., Ilyynskiy, O. V. & Bondarenko, O. O. (2020). Assessment of the ecological state of the Siverskyi Donets river basin within the Kharkiv region. *The scientific heritage*, (49), 27–32. Retrieved from <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/12371>. (in Ukrainian)
10. Vasenko, O. G., Bruk V. V., Karlyuk, A. A. & Sviridov, Yu. V. (2019). Prediction of water quality in the Danube and Siverskyi Donets rivers using geoinformation technologies. *World science*. № 11(51). С. 45–136. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30112019/6766. (in Ukrainian)
11. Kraynyukov, O. M. (2015). Current ecological state of water bodies of the Siverskyi Donets river basin. *Man and environment. Problems of neocology*, (3–4), 71–77. Retrieved from <https://periodicals.karazin.ua/humanenviron/article/view/5558> (in Ukrainian)
12. Vasenko O. G., Ievlyeva, O. Yu., Korobkova, G. V. & Zhuk, V. M. (2017). Formation of the modern hydrochemical state of the Siverskyi Donets river basin under the influence of natural and anthropogenic factors. *Problems of environmental protection and ecological safety*, (39), 41–53. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ponp_2017_39_6. (in Ukrainian)
13. Rybalova, O. V., Ilyynskiy, O. V., Bondarenko, O. O., Makarov, E. O. & Zhuk, V. M. (2019). Determination of ecological standards for the Uda River basin within the Kharkiv region. *World Science*, 1(1(41), 36–43. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/31012019/6296 (in Ukrainian)
14. Rybalova, O., & Artemiev, S. (2017). Development of a procedure for assessing the environmental risk of surface water status deterioration. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (10(89), 67–76. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112211> (in Ukrainian)
15. Biryukov O. V. (2023). Hydrochemical analysis of the dynamics of changes in the quality of surface waters of the Oskil River. *Bulletin of Kharkiv National University named after V. N. Karazin, series "Ecology"*, (29), 17–25. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-29-02> (in Ukrainian)
16. Bezsonnyi, V. L. (2019). Monitoring of surface sources of water supply under the conditions of implementation of the water framework directive. *Communal management of cities*, 3(149), 69–76. Retrieved from <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/5418> (in Ukrainian)
17. Bezsonnyi, V., Ponomarenko, R., Tretyakov, O., Asotsky, V. & Kalynovskiy, A. (2021). Regarding the choice of composite indicators of ecological safety of water in the basin of the Siversky Donets. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 30(4), 622-631. <https://doi.org/10.15421/112157>
18. Tretyakov, O. V., Shevchenko, T. O. & Bezsonniy, V. L. (2015). Increasing the level of ecological safety of drinking water supply in the Kharkiv region (Ukraine). *Eastern European journal of advanced technologies*, 5(10 /77), 40–49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.51398> (in Ukrainian)
19. Seversky-Donetsk basin management of water resources. State Agency of Water Resources of Ukraine. State monitoring of surface waters. Retrieved from <https://sdbuvr.gov.ua/derzhavnyy-monitorynh-poverkhnevyykh-vod> (in Ukrainian)
20. The state of the natural environment of the city of Kharkiv and the Kharkiv region. Kharkiv Regional Military Administration. Retrieved from <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736> (in Ukrainian)
21. Snizhko, S. I. *Evaluation and forecasting of the quality of natural waters*. 2001. Kyiv: Nika-Center. (in Ukrainian)
22. Yurasov, S. N., Kur'yanova, S. O. & Yurasov, N. S. (2009). Complex assessment of water quality by various methods and ways of its improvement. *Ukrainian hydrometeorological journal*, (5), 42–53. Retrieved from <http://uhmj.odeku.edu.ua/wp-content/uploads/2016/08/5-Yurasov-Kurianova.pdf> (in Ukrainian)

23. Uddin, M.G., Nash, S., Rahman, A., & Olbert, A.I. (2023). Performance analysis of the water quality index model for predicting water state using machine learning techniques. *Process Safety and Environmental Protection*, 169, 808–828. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.11.073>
24. Pan, B., Han, X., Chen, Y., Wang, L., & Zheng, X. (2022). Determination of key parameters in water quality monitoring of the most sediment-laden Yellow River based on water quality index. *Process Safety and Environmental Protection*, 164, 249-259. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.05.067>
25. Wang, J., Xue, B., Wang, Y., A, Y., Wang, G., & Han D.I. (2024). Identification of pollution source and prediction of water quality based on deep learning techniques. *Journal of Contaminant Hydrology*. 261, 104287. <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2023.104287>
26. Mihali, C., & Dippong, T. (2023). Water quality assessment of Remeți watercourse, Maramureș, Romania, located in a NATURA 2000 protected area subjected to anthropic pressure. *Journal of Contaminant Hydrology*, 257, 104216. <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2023.104216>
27. Haji, S.B., Asadollah, S., Sharafati, A., Motta, D., & Yaseen, Z. M. (2021). River water quality index prediction and uncertainty analysis: A comparative study of machine learning models. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(1), 104599 <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104599>
28. Abba, S.I., Hadi, S.J., Sammen, S.Sh., Salih, S.Q., Abdulkadir, R.A., Pham, Q.B., & Yaseen, Z.M. (2020), Evolutionary computational intelligence algorithm coupled with self-tuning predictive model for water quality index determination. *Journal of Hydrology*, 587, 124974 <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124974>
29. Hygienic standards of water quality of water bodies to meet drinking, household and other needs of the population, approved by the Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 721. (2022, May 2).. Retrieved from https://moz.gov.ua/uploads/7/36944-dn_721_02_05_2022_dod.pdf (in Ukrainian)
30. DSanPiN 2.2.4-171-10: 2010. State sanitary norms and rules. Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption. Approved by the Ministry of Health of Ukraine by Order No. 400. (2010, Dec 05). Retrieved from https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin_2_2_4_171_10/25-1-0-1180 (in Ukrainian)
31. Klymenko, M. O., Voznyuk, N. M. & Verbetska, K. Yu. (2012). Comparative analysis of surface water quality standards. *Scientific reports of the National University of Bioresources and Nature Management*. (1(30)). Retrieved from http://nd.nubip.edu.ua/2012_1/12kmo.pdf (in Ukrainian)
32. Norms of ecological safety of water bodies used for the needs of fisheries regarding the maximum permissible concentrations of organic and mineral substances in sea and fresh waters, approved by order of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine No. 471. (2012, Jul 30). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1369-12#Text> (in Ukrainian)

The article was received by the editors 08.04.2024

The article is recommended for printing 14.05.2024