

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2022-38-08>

УДК (UDC): 504.054:628.4.038

В. Л. БЕЗСОННИЙ¹, канд. техн. наук, доц.,

доцент кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти

e-mail: bezsonny@gmail.com ORSID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8089-7724>

А. Н. НЕКОС¹, д-р геогр. наук, проф.,

завідувачка кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти

e-mail: anekos999@gmail.com ORSID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1852-0234>

А. В. САПУН¹,

магістрант навчально-наукового інституту екології

e-mail: anastasya18082016@gmail.com

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,

майдан Свободи, 4, Харків, 61022, Україна

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Безпечна питна вода є основною потребою для міцного здоров'я. Прісна вода вже є обмеженим ресурсом у багатьох частинах світу. У наступному столітті він стане ще більш обмеженим через збільшення населення, урбанізацію та зміну клімату.

Мета. Надати комплексну оцінку якості води Канівського водосховища на основі розрахунку індексу якості води (WQI).

Методи. Аналітико-синтетичний метод, геоінформаційний (картографічне моделювання), аналіз інформаційних джерел, математичне моделювання.

Результати. Відбувається зростання показників БСК, ХСК та вмісту розчиненого кисню на ділянці Канівського водосховища від гідропосту 500 м вище Бортицької станції аерації (БСА) до гідропосту 2 км нижче греблі Канівської ГЕС. Винятком є лише гідропост 500 м нижче БСА, для якого відповідні значення – найбільші, а показник БСК перевищують встановлені нормативи в 1,5 рази. Вміст амонію 500 м нижче БСА перевищує нормативи встановлені Директивою 98/83/ЄС майже в 3 рази. Перевищень нормативних значень за вмістом сульфатів та хлоридів та завислих речовин не зафіксовано. Найменш забруднена вода спостерігається на гідропостах, які розташовані нижче м. Українка та м. Переяслав-Хмельницький. Найвище значення індексу якості води – 242 характерне для гідропосту 500 м вище БСА і відповідає значенню найгіршої якості.

Висновки. Саме в безпосередній близькості до м. Київ вода виявилась найбільш забрудненою. Це може свідчити про недосконалість систем очистки промислових, побутових та сільськогосподарських стоків. Якість води за показником WQI варіюється від 59 до 242 (від низької до найгіршої). Відповідно така вода за відсутності іншого джерела може бути використана для пиття після проходження належної багатоступеневої очистки.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: якість води, індекс якості води, Канівське водосховище, забруднення

Як цитувати: Безсонний В. Л., Некос А. Н., Сапун А. В. Екологічна оцінка якості води Канівського водосховища. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології.* 2022. Вип. 38. С. 85-96. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2022-38-08>

In cites: Bezsonnyi, V. L., Nekos, A. N., & Sapun, A. V. (2022). Environmental assessment of the water quality of the Kaniv reservoir. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (38), 85-96. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2022-38-08> (in Ukrainian)

Вступ

Канівське водосховище – одне із шести водосховищ Дніпровського каскаду. Територіально розташоване на Черкащині і частково Київщині. Було споруджено з метою виробництва електроенергії, підтримання

рівня судноплавних глибин, питного водопостачання та рекреації. Від самого початку спорудження водосховища прилеглі території були деградовані, а пізніше проявилися вже й незворотні зміни.

© Безсонний В. Л., Некос А. Н., Сапун А. В., 2022



[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/)

Інтенсивне господарське використання водних ресурсів посилює антропогенне навантаження на водні об'єкти, що призводить до зміни водного балансу, динамічних характеристик та гідрофізичних властивостей водних мас. Ці зміни настільки потужні, що впливають на біологічні компоненти гідроекосистем. Часті випадки, коли змінення навіть деяких елементів гідрологічного режиму природних водних об'єктів зумовлюють помітну трансформацію окремих ланцюгів живлення, або водних екосистем у цілому.

Екологічний стан природних вод залежить від їхньої здатності до самоочищення. Разом із гідрологічними факторами важлива роль у процесі самоочищення належить фізико-хімічним та біологічним процесам. Хімічні процеси в природних водах тісно пов'язані з біологічними, і часто важко сказати, де закінчується один процес, і починається інший. Отже, самоочищення водотоку або водойми залежить від багатьох факторів: об'єму річкового стоку, швидкості й турбулентності потоку, хімічного складу і температури води, об'ємів і ступеню забрудненості стічних вод.

На сьогодні вихідною інформацією для завдань раціонального управління водними ресурсами є результати спостережень і вимірів – результати моніторингу [1]. Забруднення водотоку часто оцінюється на базі встановлення кратності чи повторюваності перевищення фактичних концентрацій окремих речовин ГДК.

Вже до сьогодні з'ясовано, що накопичилося достатньо претензій до системи ГДК, яка має досить багаторічну історію. З 30-х років 20-го століття у нашій державі якість природних вод оцінювалася за спрощеними показниками забрудненості. Найпоширеніші з них: середнє арифметичне, максимальне/мінімальне значення, повторюваність та кратність перевищення нормативу, що розраховуються для кожного хімічного компоненту складу води. В цих умовах, збираючи інформацію з усього річкового басейну, накопичувався великий масив даних, який є не зручним і громіздким для статистичної обробки. Тому виник інтерес до комплексних показників, що має прибрати труднощі, які пов'язані із громіздкістю системи оцінювання якості води за великим числом окремих характеристик її складу і

властивостей. Комплексні показники екологічного стану води повинні забезпечити можливість єдиної оцінки і порівняння екологічного стану вод в різних пунктах, у різні відрізки часу та можливість визначення речовин, які надають основний внесок в загальне забруднення води. Не зважаючи на очевидні переваги оцінки екологічного стану поверхневих вод за допомогою комплексних показників та створення понад 30 найбільш відомих комплексних показників екологічного стану води з часу перших спроб в цій галузі гідрохімії і по нині, єдиного комплексного показника, який об'єднав оцінку якості водних об'єктів, не існує. Це цілком очевидно та закономірно, обумовлено різними сферами застосування показників якості води, хоча, і ускладнює процедуру нормування якості природних вод в окремо взятому басейні.

У впровадженні моніторингу зустрічаються труднощі і з визначенням компонентів хімічного складу вод. В галузі моніторингу екологічного стану водних об'єктів на сьогодні виділяють низку основних проблем:

- методичний хаос - багато методик різного рівня узгодження;
- вихід на ринок значної кількості розробок, приладів, в тому числі «сирих», що не пройшли технічну експертизу;
- складність об'єкта контролю - поверхневих і підземних водних об'єктів;
- складність організації пробовідбору при масовому аналізі в системі моніторингу тощо.

Проблеми вибору показників, які використовуються при здійсненні моніторингу якості поверхневих вод, широко відомі. Те, що пропонується для вирішення проблеми, автори поділяють на три групи [2]:

- використання усіх показників, для яких встановлені ГДК;
- застосування невеликого числа нормованих показників;
- облік деяких нормованих показників, а також сполук, які характеризують процеси, що впливають на якість води.

Питанням оцінки екологічного стану басейну р. Дніпро присвячена низка досліджень, так, у роботі [3] розраховано блокові індекси, проведено екологічну оцінку Запорізького водосховища. У дослідженні [4] пропонується концептуальна модель для еколого-раціональної експлуатації транскор-

донного басейну, обґрунтовано застосування ієрархічної моделі організації аналітично-інформаційної системи управління басейном та моніторингом. Дослідники [5] виконали оцінку екологічного стану водотоку згідно з методикою розрахунку комплексного показника якості води для пониззя р. Дніпро у відповідності до рибогосподарських стандартів. У дослідженні [6] розроблено математичні прогнози моделі впливу важких металів на інтегральні показники стану водотоку.

На сьогодні розроблено різноманітні індекси, які використовують для моніторингу і оцінки стану води у водотоках [7 – 10]. Однією з перших систем, розроблених Р. Хортоном [11], було створення загальних показників, що дозволяють систематизувати різні параметри якості води. Потім цю методологію була вдосконалив Національний фонд санітарії США, що призвело до появи відомого індексу якості води [12]. Це такий індекс, який показує рівень кумулятивного впливу обраних параметрів на загальну якість води як єдине числове значення [13,14]. Запропонована концепція широко використовується для оцінки якості води в усьому світі [15 – 20].

Сучасний стан поверхневих вод вимагає розробки нових інструментів управління водоохоронною діяльністю. Екологічне нормування антропогенного впливу на навколишнє середовище потребує урахування

стійкості і регенераційних можливостей екосистем на основі аналізу взаємозв'язку всіх компонентів ландшафтно-географічної системи в цілому і дослідження закономірностей формування, функціонування, а також їх зміни під впливом природних і антропогенних чинників. В багатьох країнах світу зроблено класифікації поверхневих вод на основі оцінки їх екологічного стану, але єдиний методичний підхід поки не визначений [17,21].

Якість питної води – це відносний термін, який пов'язує склад води з впливом природних процесів і діяльності людини. Погіршення якості питної води виникає внаслідок потрапляння хімічних сполук як у джерела, так і систему водопостачання [22]. Системи водопостачання дедалі частіше стикаються з проблемами забезпечення достатніх запасів безпечної питної води. Проблеми, такі як застаріла лінійна та точкова інфраструктура, недостатнє обслуговування та побічні продукти дезінфекції, можуть вплинути на безпеку та доступність питної води. Дослідження якості питної води надають важливі результати та інструменти, які допомагають керувати існуючими та майбутніми потребами в питній воді.

Мета роботи – надати екологічну оцінку якості води Канівського водосховища на основі розрахунку індексу якості води (WQI).

Матеріали та методи досліджень

Для досягнення мети дослідження були використані відкриті дані державного моніторингу поверхневих вод інформаційного порталу «Дія» [23] за період 2003 – 2021 роки.

Дослідження проводилось за даними з 5-ти офіційних гідропостів відбору проб води в межах Канівського водосховища (рис. 1):

- Точка 1 – Post ID: 26976, р. Дніпро, 855,5 км, 500 м вище Бортницької станції аерації (БСА), (Канівське водосховище);
- Точка 2 – Post ID: 26978, р. Дніпро, 854,5 км, 500 м нижче БСА, (Канівське водосховище);
- Точка 3 – Post ID: 26979, р. Дніпро, 825 км, нижче м. Українка, (Канівське водосховище);

- Точка 4 – Post ID: 26980, р. Дніпро, 795 км, м. Переяслав-Хмельницький, вище гирла р. Трубіж;
- Точка 5 – Post ID: 26981, р. Дніпро, 739 км, м. Канів, н/б Канівської ГЕС, 2 км нижче греблі.

Оцінка екологічного стану водного об'єкту здійснювалася за допомогою індексу якості води (WQI), за допомогою якого можна науково представити якість води одним числовим значенням. Розрахунки індексу якості води (WQI) виконувалися за наступною процедурою [24]:

$$WQI = \sum_{i=1}^n W_i Q_i \quad (1)$$

де W_i - одиниця ваги параметрів; Q_i - субіндекс.

Одиниця ваги (W_i) параметрів математично виражається як:

$$WQI = \sum_{i=1}^n W_i Q_i \quad (2)$$

де: w_i — вага i -го параметра, обернено пропорційна рекомендованому стандартному значенню (S_i) i -го параметру.

Визначення субіндексів виконувалося шляхом перетворення різних масштабних даних у безрозмірну величину шляхом

віднесення виміряного актуального значення до стандартного (нормативного) значення:

$$Q_i = 100 \left(\frac{V_i}{S_i} \right) \quad (3)$$

де: Q_i – субіндекс, V_i – аналітичне значення параметрів якості води, S_i – стандарт значення параметрів якості води.

Градування розрахованих значень здійснювалося відповідно до таблиці 1.



Рис. 1 – Розташування офіційних гідропостів відбору проб води
Fig. 1 – Location of official water sampling stations

Результати дослідження

Водосховища – це водні об’єкти, утворені або змінені діяльністю людини для певних цілей, щоб забезпечити надійний і контрольований ресурс. Основне їх використання включає:

- питне та комунальне водопостачання,
- промислове та охолоджувальне водопостачання,
- вироблення енергії,
- сільськогосподарське зрошення,
- регулювання річок і контроль за повеннями,
- промислове та любительське рибальство,

- рекреація, водні види спорту та інші естетичні види відпочинку,
- навігація,
- утилізація відходів (у деяких ситуаціях).

Водосховища зазвичай знаходяться в районах дефіциту або надлишку води, або там, де є сільськогосподарські або технологічні причини мати контрольований водний об’єкт.

Незважаючи на складність екологічних проблем навколо даних водних об’єктів, нові водосховища продовжують невпинно будуватися. Щоб керувати цими системами

Таблиця 1

Категоризація індексу якості води (WQI) для оцінки якості води [24]

Table 1

Categorization of the water quality index (WQI) for water quality assessment [24]

WQI	Якість води	Пояснення
0-25	Відмінна	Воду можна використовувати для пиття без будь-якої обробки
25-50	Добра	Воду можна використовувати для пиття тільки після знезараження
50-70	Низька	Воду можна використовувати для пиття після первинної обробки з подальшим знезараженням
75-100	Дуже низька	Воду можна використовувати для пиття після первинної та вторинної обробки
більше 100	Найгірша	Вода за відсутності іншого джерела може бути використана для пиття з відповідним первинним, вторинним також як третинна і розширена очистка води

екологічно безпечним способом потрібен аналіз даних щодо їх екологічного стану. У цьому плані водосховища не відрізняються від природних озер.

Канівське водосховище є наймолодшим у каскаді водосховищ, що створені на Дніпрі. Підпор від Канівської гідроелектростанції (ГЕС) поширюється до створу Київської ГЕС. Канівське водосховище покриває площу 675 км² і містить близько 2,63 км³ води. Його довжина становить приблизно 123 км, максимальна ширина — 8 км. Найбільша глибина 21 м. Найбільші річки, що впадають: Стугна і Трубіж. Найбільші міста на узбережжі Канівського водосховища: Київ, Українка, Переяслав та Канів. Гребля водосховища розташована на схід від Канева. Складається з Канівської гідроелектростанції та шлюзу [25].

Для виконання досліджень було опрацьовано та проаналізовано дані державного моніторингу поверхневих вод за період 2003 – 2021 рр. У набір параметрів спостережень було взято 9 з ключових показників моніторингу: біохімічне споживання кисню за 5 діб, завислі (суспендовані) речовини, кисень розчинений, сульфат-іони, хлорид-іони, амоній-іони, нітрат-іони, нітрит-іони, фосфат-іони (поліфосфати), хімічне споживання кисню [23].

Водосховища, як і природні озера, зазнають впливу процесу евтрофікації. Деякі водойми проходять повний процес поступового старіння, який в кінцевому підсумку перетворює озера на водно-болотні угіддя. Проте, на відміну від природних озер, більшість резервуарів мають проектний термін служби (зазвичай оцінюється понад 30 років), який відображає період, протягом якого структура капіталізована.

Так, важливими показниками для оцінки стану водойми є біохімічне споживання

кисню, хімічне споживання кисню (ХСК) та вміст розчиненого кисню. БСК – це кількість кисню в міліграмах, яка потрібна для окиснення органічних речовин, що містяться в 1 л води, аеробними бактеріями до CO₂ і H₂O впродовж 5 діб без доступу повітря і світла. ХСК визначається як кількість кисню, яка необхідна для хімічного окислення в одиниці об'єму води органічних і мінеральних речовин. У природних водах ХСК обумовлено наявністю гумінових речовин, сірководню, сульфідів, заліза (II).

На рис. 2 продемонстровано, що відбувається зростання показників від точки 1 до точки 5. Винятком є лише точка 2 для якої відповідні значення – найбільші і перевищують встановлені нормативи для БСК в 1,5 рази. Збільшення показника БСК може свідчити про зростання вмісту органіки. А раптове збільшення ХСК води є наслідком забруднення її побутовими стоками. Важливо зазначити, що перші 2 точки розміщуються в безпосередній близькості до м. Київ.

Нітрати і нітрити є спорідненими сполуками, які виробляються природним шляхом в результаті розщеплення органічних речовин. Неорганічні нітрати є поширеним компонентом добрив. Обидві ці сполуки можуть легко потрапити в питну воду. Високий рівень нітратів у воді часто викликаний якістю поверхневого стоку з сільськогосподарських угідь, а також недостатньо очищених скидів промислових підприємств. Іони амонію, нітратні, нітритні іони можуть потрапляти до води за рахунок розкладу органічних речовин тваринного і рослинного походження. Іони амонію, крім того, потрапляють до водосховища зі стічними промисловими стоками. З сільськогосподарськими добривами до водойми також можуть потрапляти фосфати. Підвищений вміст фосфатів у воді є показником її забруднення.

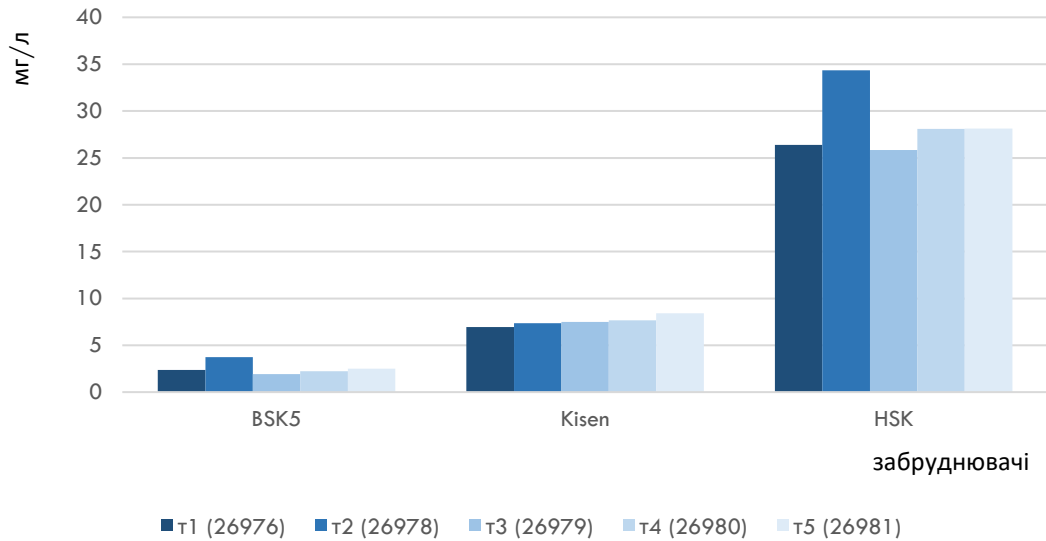


Рис. 2 – Середньорічні значення БСК, ХСК та розчиненого кисню вздовж досліджуваної ділянки Канівського водосховища

Fig. 2 – Average annual values of BSK, HSC and dissolved oxygen along the studied section of the Kaniv Reservoir

Результати, що наведені на рис. 3 показують, що для ділянки водосховища на гідропосту 500 м нижче Бортницької станції характерний підвищений вміст речовин, які аналізуються. Слід вказати, що вміст амонію на цій точці перевищує нормативи встановлені Директивою 98/83/ЄС майже у 3 рази.

Причиною несприятливої ситуації є скид недостатньо очищених побутових стоків Бортницькою станцією аерації через магістрального каналу у річку Дніпро. БСА є єдиним комплексом очисних споруд стічних вод м. Києва та прилеглих міст і селищ Київської області.

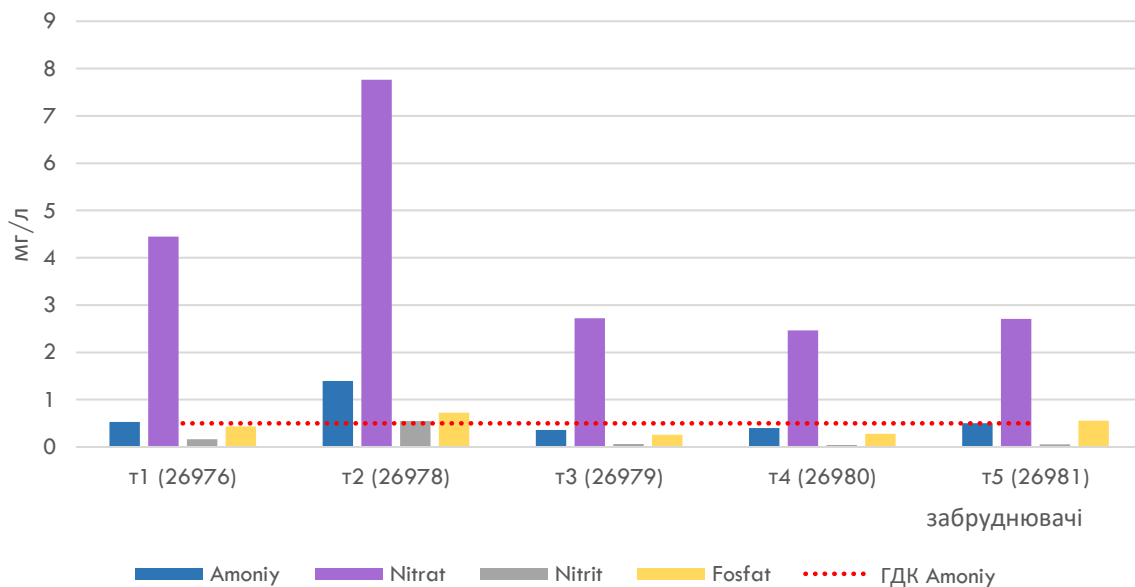


Рис. 3 – Середньорічні значення вмісту амонію, нітратів, нітритів та фосфору на відповідних точках спостереження ділянки Канівського водосховища

Fig. 3 – Average annual values of ammonium, nitrate, nitrite and phosphorus content at the relevant monitoring points of the Kaniv Reservoir site

Сульфати – разом з хлоридами є найпоширенішими видами забруднення у воді. Вони потрапляють у воду внаслідок вимивання осадових гірських порід, вилуговування ґрунту і іноді внаслідок окислення сульфідів та сірки – продуктів розкладу білку із стічних вод.

Великий вміст сульфатів у воді, яку використовує населення для питних потреб, може бути причиною хвороб системи травлення, а також така вода може викликати корозію бетону і залізобетонних конструкцій, що вкрай небезпечно для інженерних споруд водосховища.

Аналіз графіку на рис 4 показує, що відбуваються зміни значень вмісту сульфатів та хлоридів у воді. Знову ж таки для точки 2 (гідропост 500 м нижче БСА) досліджуваної ділянки Канівського водосховища спостерігаються підвищені показники, але перевищень нормативних значень не зафіксовано.

До завислих речовин відносять частки глини, дрібного піску, мулу, планктонних організмів, решток водних рослин. Концентрація завислих речовин зумовлюється сезонними факторами, режимом стоку, ерозією ґрунтів і гірських порід, продуктами метаболізму та розкладу гідробіонтів, скидами стічних вод.

Завислі речовини спричиняють замулювання водних об'єктів, впливають на прозорість води, проникнення світла та температуру, склад і розподіл відкладень та швидкість осадоутворення, адсорбцію токсичних речовин, сприяють сорбції вірусів на частках глини та перенесенню їх течією води.

На графіку (рис. 5) спостерігається помітне збільшення концентрації завислих речовин в точці 2. Проте всі значення знаходяться в межах норми.

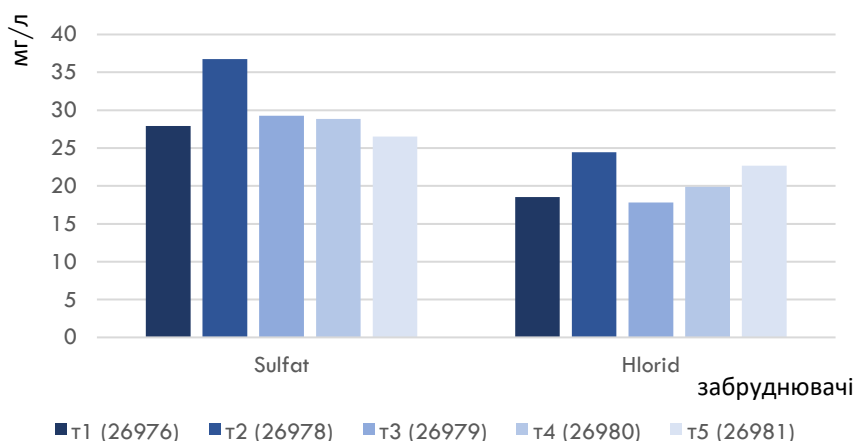


Рис. 4 – Середньорічні значення вмісту сульфату та хлориду вздовж досліджуваної ділянки Канівського водосховища

Fig. 4 – Average annual values of sulfate and chloride content along the studied section of the Kaniv Reservoir

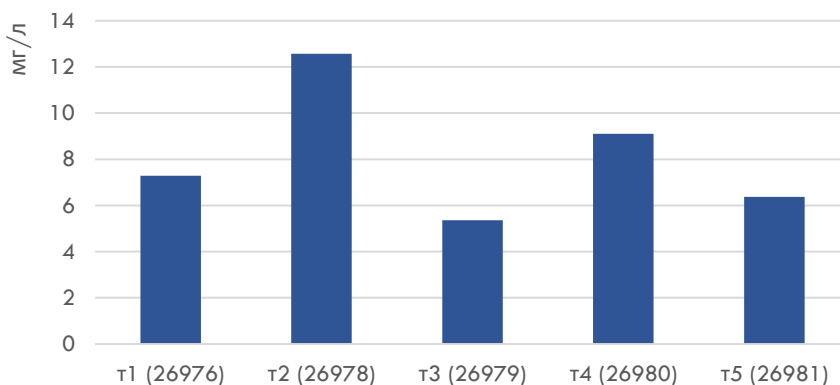


Рис. 5 – Середньорічні значення вмісту завислих речовин вздовж досліджуваної ділянки Канівського водосховища

Fig. 5 – Average annual values of the content of suspended solids along the studied section of the Kaniv Reservoir

На наступному етапі після визначення середньорічних значень досліджуваних параметрів (БСК₅, завислі речовини, сульфати, хлориди, амоній, нітрати, нітрити, фосфати) розраховано значення індексу якості води WQI для кожної точки відповідно. Нормативні значення досліджуваних параметрів

(табл. 2) обрані відповідно до Директиви [26]. В таблиці 3 представлено результати розрахунків за процедурою (1) – (5). На рис. 6 відображено динаміку зміну індекси якості води за відповідними точками спостережень.

Таблиця 2
Нормативні значення досліджуваних параметрів та відповідні значення одиниці ваги

Table 2
Normative values of the studied parameters and corresponding values of the weight unit

Параметр	Норматив (S _i)	Одиниця ваги (W _i)
BSK ₅	3	0,08993
Zavisli	25	0,0108
Sulfat	250	0,00108
Hlorid	250	0,00108
Amoniy	0,5	0,53962
Nitrat	50	0,0054
Nitrit	0,5	0,53962
Fosfat	0,7	0,1888
HSK	50	0,0054

Результати визначення WQI на ділянках дослідження

Таблиця 3

Results of determination of WQI at the study sites

Table 3

Точка дослідження	WQI	Якість води
т3 (26979)	59	Низька
т4 (26980)	63	Низька
т5 (26981)	83	Дуже низька
т1 (26976)	94	Дуже низька
т2 (26978)	242	Найгірша

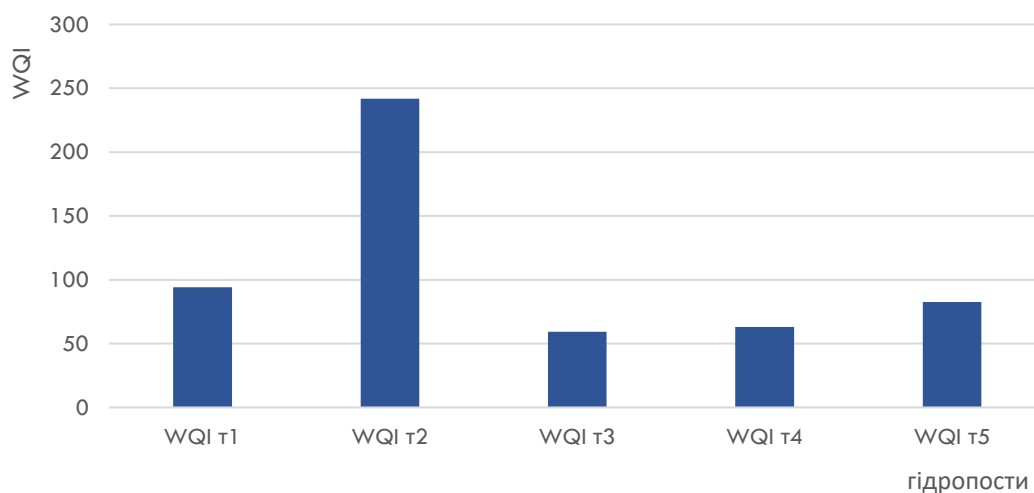


Рис. 6 – Динаміка значення WQI за пунктами спостережень
Fig. 6 – Dynamics of the WQI value by observation points

Очевидно, що якість води можна в цілому оцінити як дуже низьку. Найменш забруднена вода спостерігається на точках 3 та 4, які розташовані нижче м. Українка та м. Переяслав-Хмельницький. Такий результат можна пояснити зменшеним антропогенним навантаженням на територію басейну.

Висновки

Проведено екологічну оцінку якості води Канівського водосховища. Визначено, що її якість варіюється від низької (точка 3, WQI = 59) до найгіршої (точка 2, WQI = 242). Відповідно така вода за відсутності іншого джерела може бути використана для потреб питного водопостачання після проходження належної підготовки.

Саме в безпосередній близькості до м. Київ вода водосховища виявилась найбільш забрудненою. Це може свідчити про недосконалість систем очистки промислових, побутових та сільськогосподарських стоків. Для ділянки, де розташована точка 2 були зафіксовані також перевищення нормативних значень за параметром вмісту амонію та БСК, інші ж параметри знаходяться або на межі нормативу або наближувалися до неї. Важливим є те, що даний гідропост спостережень розміщується нижче впадання магістрального каналу Бортницької станції

Найвище значення індексу якості води – 242 – визначено на для гідропосту 500 м нижче БСА Канівського водосховища (точка 2), відповідає значенню найгіршої якості. Даний пост спостережень знаходиться нижче м. Київ і зазнає значного антропогенного впливу.

аерації, яка є єдиним комплексом очисних споруд стічних вод м. Києва та прилеглих міст і селищ Київської області (Вишгород, Ірпінь, Вишневе, Бортничі, Гнідин, Щасливе, Чабани, Коцюбинське, Пухівка, Новосілки, Софіївська та Петропавлівська Борщагівка, Гатне). На станції проходять очистку всі побутові стічні води, а також стоки промислових підприємств. Результати одержані після комплексного аналізу якості води на ділянці водосховища в точці 2 свідчать про недостатній ступінь очистки. Це може бути викликано, по-перше, застарілістю системи очистки, адже перший блок споруд був побудований ще у 1965 році. А, по-друге, недостатньою проективною потужністю станції, яка становить 1,8 млн м³ на добу [27]. Саме на цю ділянку необхідно звернути найбільшу увагу при проведенні подальших досліджень та при вирішенні питань якості водних ресурсів.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автори повністю дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. Ahmad Z., Khalid R., Muhammad A. Spatially distributed water quality monitoring using floating sensors. *Proceedings: IECON 2018 - 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 2018, art. no. 8591395, P. 2833-2838. DOI: <https://doi.org/10.1109/IECON.2018.8591395>
2. Безсонний В.Л., Пономаренко Р. В., Третьяков О. В., Калда Г. С., Асоцький В. В. Моніторинг екологічної безпеки водотоків за кисневими показниками. *Науково-технічний журнал «Техногенно-екологічна безпека»*, 10 (2/2021) С. 75-83. DOI: <https://doi.org/10.52363/2522-1892.2021.2.12>
3. Nikolenko Y., Fedonenko O. Ecological assessment of the zaporizhzya (Dniprovsky) reservoir. *Scientific Reports Of NULES Of Ukraine. Series: Biology, biotechnology, ecology*, 2021, 4 (92). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.04.004>
4. Pichura V. I., Potravka L. O. Ecological condition of the Dnipro river basin and improvement of the mechanism of organization of nature use on the water catchment territory. *Aquatic Bioresources and Aquaculture*, 2001, 1, 170–200. DOI: <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.14>
5. Шахман І. О. Оцінка екологічного стану та екологічної надійності пониззя річки Дніпро. *Екологічні науки. Науково-практичний журнал* № 1(24). Т. 1 С. 117–120. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-1-24-1>
6. Buts Y., Asotskiy V., Kraynyuk O., Ponomarenko R., Kovalev P. Dynamics of migration property of some heavy metals in soils in Kharkiv region under the influence of the pyrogenic factor. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 2019, 28(3). P. 409–416. DOI <https://doi.org/10.15421/111938>
7. Podlasek A., Koda E., Markiewicz A., Osinski P. Identification of Processes and Migration Parameters for Conservative and Reactive Contaminants in the Soil-Water Environment: *Towards a Sustainable Geoenvironment*. 2019, DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-13-2221-1_60

8. Grinberga L., Grabuža D., Gr⁻infelde I., Lauva D., Celms A.; Sas, W., Głuchowski A., Dzieciol J. Analysis of the Removal of BOD5, COD and Suspended Solids in Subsurface Flow Constructed Wetland in Latvia. *Acta Sci. Polonorum. Archit.* 2021. Vol. 20. P. 8. DOI: <https://doi.org/10.22630/ASPA.2021.20.4.31>
9. 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>
10. Nekos A., Boiaryn M, Lugowska M., Tsos O., Netrobchuk I. Assessment of the ecological condition of the Western Bug river basin according to the macrophyte index for rivers (MIR). *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series «Geology. Geography. Ecology»*; 2021 (54), 316-328. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-54-24>
11. Paun I., Cruceru L., Chiriac F.L., Niculescu M., Vasile G., Marin N. Water quality indices - methods for evaluating the quality of drinking water. *Incd ecoind – international symposium – simi 2016 “The environment and the industry”*, proceedings book, 2016. 395-402. DOI: <https://doi.org/10.21698/simi.2016.0055>
12. Shwetank, Suhas, Chaudhary, J.K. A Comparative Study of Fuzzy Logic and WQI for Groundwater Quality Assessment. *Procedia Comput. Sci.*, 2020171, P. 1194–1203. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.128>
13. Pandey R., Pattanaik L. A. Fuzzy QFD Approach to Implement Reverse Engineering in Prosthetic Socket Development. *Int. J. Ind. Syst. Eng.* 2014. Vol. 17. P.1–14. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJISE.2014.060819>
14. Rezaei A., Hassani H., Hassani S., Jabbari N., Fard Mousavi S.B., Rezaei S. Evaluation of Groundwater Quality and Heavy Metal Pollution Indices in Bazman Basin, Southeastern Iran. *Groundw. Sustain. Dev.* 2019. Vol. 9. P. 100245. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100245>
15. Li R., Zou Z., An Y. Water Quality Assessment in Qu River Based on Fuzzy Water Pollution Index Method. *J. Environ. Sci.* 2016. Vol. 50. P. 87–92. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2016.03.030>
16. Rezaei A., Hassani H., Hayati M., Jabbari N., Barzegar R. Risk Assessment and Ranking of Heavy Metals Concentration in Iran’s Rayen Groundwater Basin Using Linear Assignment Method. *Stoch Environ. Res. Risk Assess.* 2018. Vol. 32. P. 1317–1336. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00477-017-1477-x>
17. Chapman, Deborah V, World Health Organization, UNESCO & United Nations Environment Programme. *Water quality assessments : a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring /* edited by Deborah Chapman, 2nd ed. E & FN Spon. 1996. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/41850>
18. Cao Truong Son; Nguyen Thị Huong Giang; Trieu Phuong Thao; Nguyen Hai Nui; Nguyen Thanh Lam; Vo Huu Cong. Assessment of Cau River water quality assessment using a combination of water quality and pollution indices. *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua.* 2020, 69 (2): 160–172. DOI: <https://doi.org/10.2166/aqua.2020.122>
19. Podgorski J., Berg M. Global analysis and prediction of fluoride in groundwater. *Nature Communications*, 2022, 13(1). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31940-x>
20. C.W.K. Chow. Potable Water. WATER ANALYSIS. *Encyclopedia of Analytical Science (Second Edition)*, 2005, Pages 253-262. DOI: <https://doi.org/10.1016/B0-12-369397-7/00654-3>
21. EPA. U.S. Environmental Protection Agency. Source Water Assessments and Planning. *State Source Water Assessment Programs (SWAPs)* URL: <https://www.epa.gov/sourcewaterprotection/source-water-assessments#swap>
22. Meride Y., Ayenew B. Drinking water quality assessment and its effects on residents health in Wondo genet campus, Ethiopia. *Environ Syst Res* 5, 1, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40068-016-0053-6>
23. Дані державного моніторингу поверхневих вод. Інформаційний портал Дія. URL: <https://data.gov.ua/dataset/surface-water-monitoring>
24. Syed Yakub Alia, Sangeeta Sunarb, Priti Saha, Pallavi Mukherjeed, Sarmistha Sahae and Suvanka Dutta. Drinking water quality assessment of river Ganga in West Bengal, India through integrated statistical and GIS techniques. *Water Science & Technology.* 2022, Vol 84 No 10-11, 2997. DOI: <https://doi.org/10.2166/wst.2021.293>
25. Яцик А. В., Яцик В. А. Канівське водосховище. Енциклопедія Сучасної України: енциклопедія [електронна версія]. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2012. Т. 12. URL: <https://esu.com.ua/article-9315>
26. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради "Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики" від 23 жовтня 2000 року. Верховна рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962
27. Бортницька станція аерації ПрАТ «АК «Київводоканал». Департамент експлуатації каналізаційного господарства. URL: <https://www.vodokanal.kiev.ua/bortniczka-stancziya-aeraczii>

Стаття надійшла до редакції 04.11.2022

Стаття рекомендована до друку 25.11.2022

V. L. BEZSONNYI, PhD (Technical),
Associate Professor of the Department of Environmental Safety and Environmental Education
e-mail: bezsonny@gmail.com ORSID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8089-7724>

A. N. NEKOS, DSc (Geography), Prof.,
Head of the Department of Environmental Safety and Environmental Education
e-mail: alnekos999@gmail.com ORSID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1852-0234>

A. V. SAPUN,
Master's Student of the Karazin Institute of Environmental Sciences
e-mail: anastasya18082016@gmail.com
V. N. Karazin Kharkiv National University,
4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE WATER QUALITY OF THE KANIV RESERVOIR

Safe drinking water is a basic requirement for good health. Fresh water is already a limited resource in many parts of the world. In the next century, it will become even more limited due to population growth, urbanization and climate change.

Purpose. Provide a comprehensive assessment of the water quality of the Kaniv Reservoir based on the calculation of the Water Quality Index (WQI).

Methods. Analytical-synthetic method, geo-information (cartographic modeling), analysis of information sources, mathematical modeling.

Results. There is an increase in BOD, COD and dissolved oxygen content in the area of the Kaniv Reservoir from the hydropost 500 m above the Bortnytsky Aeration Station (BAS) to the hydropost 2 km below the Kanivska Hydropower Station's dam. The only exception is the hydropost 500 m below the BAS, for which the corresponding values are the largest, and the BOD indicator exceeds the established standards by 1.5 times. Ammonium content 500 m below BAS exceeds the standards established by Directive 98/83/EC by almost 3 times. Exceeding the normative values for the content of sulfates and chlorides and suspended substances were not recorded. The least polluted water is observed at hydrostations located below Ukrainka and Pereyaslav-Khmelnytskyi. The highest value of the water quality index is 242, which is typical for the hydropost 500 m above the BAS and corresponds to the value of the worst quality.

Conclusions. It was in the immediate vicinity of the city of Kyiv that the water turned out to be the most polluted. This may indicate the imperfection of industrial, domestic and agricultural wastewater treatment systems. For the hydropost 500 m below the BAS, excesses of the normative values for the parameters of ammonium and BOD content were also recorded, while other parameters are either at the limit of the norm or approaching it. Studies of the water quality of the Kaniv Reservoir showed that its quality according to the WQI indicator varies from 59 to 242 (from low to the worst). Accordingly, such water, in the absence of another source, can be used for drinking after passing proper multi-stage purification.

KEYWORDS: water quality, water quality index, Kaniv reservoir, pollution

References

- Ahmad, Z., Khalid, R., & Muhammad, A. (2018). Spatially distributed water quality monitoring using floating sensors. *Proceedings: IECON 2018 - 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, art. no. (8591395), 2833-2838. <https://doi.org/10.1109/IECON.2018.8591395>
- Bezsonnyi, V., Ponomarenko, R., Tretyakov O., Kalda, G., & Asotskyi, V. (2021). Monitoring of ecological safety of watercourses by means of oxygen indicators. *Technogenic and ecological safety*, 10(2/2021), 75–83. <https://doi.org/10.52363/2522-1892.2021.2.12>
- Nikolenko, Y., & Fedonenko, O. (2021). Ecological assessment of the zaporizhzya (Dniprovsky) reservoir. *Scientific Reports Of NULES Of Ukraine. Series: Biology, biotechnology, ecology*, 4 (92). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.04.004>
- Pichura, V. I., & Potravka, L. O. (2001). Ecological condition of the Dnipro river basin and improvement of the mechanism of organization of nature use on the water catchment territory. *Aquatic Bioresources and Aquaculture*, 1, 170–200. <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.14>
- Shahman, I. O. (2019). Assessment of the ecological state and ecological reliability of the lower reaches of the Dnipro River. *Environmental sciences. Scientific and practical journal*, 1(24), 1, 117–120. <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-1-24-1-20>
- Buts, Y., Asotskyi, V., Kraynyuk, O., Ponomarenko, R., & Kovalev, P. (2019). Dynamics of migration property of some heavy metals in soils in Kharkiv region under the influence of the pyrogenic factor. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 28(3), 409–416. <https://doi.org/10.15421/111938>

7. Podlasek, A., Koda, E., Markiewicz, A., & Osinski, P. (2019). Identification of Processes and Migration Parameters for Conservative and Reactive Contaminants in the Soil-Water Environment: Towards a Sustainable Geoenvironment. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2221-1_60
8. Grinberga, L.; Grabuža, D.; Grīnfelds, I.; Lauva, D.; Celms, A.; Sas, W.; Gluchowski, A.; & Dziecioł, J. (2021) Analysis of the Removal of BOD5, COD and Suspended Solids in Subsurface Flow Constructed Wetland in Latvia. *Acta Sci. Polonorum. Archit.*, 20(4):21-28. <https://doi.org/10.22630/ASPA.2021.20.4.31>
9. Bezsonnyi, V., Ponomarenko, R., Tretyakov, O., Asotsky, V., & Kalynovskyi, 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>
10. Nekos, A., BoiarynM., Lugowska, M., Tsos, O., & Netrobchuk, I. (2021). Assessment of the ecological condition of the Western Bug river basin according to the macrophyte index for rivers (MIR). *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Geology. Geography. Ecology"*, (54), 316-328. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-54-24>
11. Paun, I., Cruceru, L., Chiriac, F.L., Niculescu, M., Vasile, G. & Marin, N. (2016). Water quality indices - methods for evaluating the quality of drinking water. *Incd ecoind – international symposium – simi 2016 "The environment and the industry", proceedings book*. 395-402. <https://doi.org/10.21698/simi.2016.0055>
12. Shwetank, Suhas, Chaudhary, J.K. (2020). A Comparative Study of Fuzzy Logic and WQI for Groundwater Quality Assessment. *Procedia Comput. Sci.*, 171, 1194–1203. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.128>
13. Pandey, R., & Pattanaik, L. (2014). A Fuzzy QFD Approach to Implement Reverse Engineering in Prosthetic Socket Development. *Int. J. Ind. Syst. Eng.*, 17, 1–14. <https://doi.org/10.1504/IJISE.2014.060819>
14. Rezaei, A., Hassani, H., Hassani, S., Jabbari, N., Fard Mousavi, S.B., & Rezaei, S. (2019). Evaluation of Groundwater Quality and Heavy Metal Pollution Indices in Bazman Basin, Southeastern Iran. *Groundw. Sustain. Dev.*, 9, 100245. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100245>
15. Li, R., Zou, Z., & An, Y. (2016). Water Quality Assessment in Qu River Based on Fuzzy Water Pollution Index Method. *J. Environ. Sci.*, 50, 87–92. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2016.03.030>
16. Rezaei, A., Hassani, H., Hayati, M., Jabbari, N., & Barzegar, R. (2018). Risk Assessment and Ranking of Heavy Metals Concentration in Iran's Rayen Groundwater Basin Using Linear Assignment Method. *Stoch Environ. Res. Risk Assess.*, 32, 1317–1336. <https://doi.org/10.1007/s00477-017-1477-x>
17. Chapman, Deborah, V. (1996). World Health Organization, UNESCO & United Nations Environment Programme. *Water quality assessments : a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring* / edited by Deborah Chapman, 2nd ed. E & FN Spon. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/41850>
18. Cao Truong Son; Nguyen Thi Huong Giang; Trieu Phuong Thao; Nguyen Hai Nui; Nguyen Thanh Lam; & Vo Huu Cong. (2020) Assessment of Cau River water quality assessment using a combination of water quality and pollution indices. *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua* 69 (2): 160–172. <https://doi.org/10.2166/aqua.2020.122>
19. Podgorski, J., & Berg, M. (2022). Global analysis and prediction of fluoride in groundwater. *Nature Communications*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31940-x>
20. C.W.K.Chow. (2005). Potable Water. WATER ANALYSIS . Encyclopedia of Analytical Science (Second Edition), Pages 253-262. <https://doi.org/10.1016/B0-12-369397-7/00654-3>
21. EPA. U.S. Environmental Protection Agency. Source Water Assessments and Planning. State Source Water Assessment Programs (SWAPs). Retrieved from <https://www.epa.gov/sourcewaterprotection/source-water-assessments#swap>
22. Meride, Y., & Ayenew, B. (2016). Drinking water quality assessment and its effects on residents health in Wondo genet campus, Ethiopia. *Environ Syst Res.* 5, 1 <https://doi.org/10.1186/s40068-016-0053-6>
23. State surface water monitoring data. Diya information portal. Retrieved from <https://data.gov.ua/dataset/surface-water-monitoring>
24. Syed Yakub Alia, Sangeeta Sunarb, Priti Saha, Pallavi Mukherjeed, Sarmistha Sahae & Suvanka Dutta (2022). Drinking water quality assessment of river Ganga in West Bengal, India through integrated statistical and GIS techniques. *Water Science & Technology*, 84 (10-11), 2997. <https://doi.org/10.2166/wst.2021.293>
25. Yatsik, A. V., & Yatsik, V. A. (2012). Kaniv Reservoir. Encyclopedia of Modern Ukraine: encyclopedia. Kyiv: Institute of Encyclopedic Research of the National Academy of Sciences of Ukraine, 12. Retrieved from <https://esu.com.ua/article-9315> (in Ukrainian).
26. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/directive-2000-60-ec-of>
27. Bortnytsk aeration station. KYIVVODOKANAL. Department of Sewerage Operation. Retrieved from <https://www.vodokanal.kiev.ua/bortniczka-stancziya-aeraczii>

The article was received by the editors 04.11.2022

The article is recommended for printing 25.11.2022