

ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ (НА ПРИКЛАДІ М. КИЇВ)

Старжинський П.С., Жукова О.Г.

Київський національний університет будівництва та архітектури
пр. Повітряних сил, 31, 03037, м. Київ
pavlostarzhynskyi@gmail.com, elenazykova21@gmail.com

Навесні 1871 року в місті Києві було введено в експлуатацію перший централізований водогін, джерелом водопостачання якого стала річка Дніпро. На початковому етапі функціонування водопровідна система не мала належних фільтраційних установок, тому вода надходила до споживачів каламутною, з органічними домішками та навіть із дрібною рибою. Проте із часом запровадження відповідних технологій очищення сприяло значному підвищенню якості води та безпечному її використанню мешканцями столиці.

Водночас у сучасних умовах повномасштабної воєнної агресії з боку Російської Федерації система водопостачання Києва зазнає безпрецедентних викликів. Масштабні пошкодження елементів критичної інфраструктури, потенційні обстріли очисних споруд, а також екологічні наслідки бойових дій – усе це призводить до істотного погіршення якості води та зростання загроз для здоров'я населення. Зокрема, моніторингові дані свідчать про зниження вмісту розчиненого кисню у воді, підвищення концентрації хлоридів, фосфатів, амонійного азоту, а також виявлення слідів важких металів, нафтопродуктів та інших токсичних речовин, пов'язаних з бойовими діями.

У статті представлено результати комплексної еколого-гігієнічної оцінки сучасного стану водопровідної мережі Києва та якості води з основних джерел водозабору. Проведений аналіз виявив низку недоліків в існуючій системі водопідготовки, що не відповідає умовам підвищеної техногенної та воєнної небезпеки. Обґрунтовано необхідність модернізації інфраструктури водопостачання з урахуванням сучасних екологічних викликів, зокрема: впровадження інноваційних технологій очищення, створення розмежованих систем технічного і питного водопостачання, забезпечення резервних джерел водозабору, а також формування системи водної безпеки на випадок надзвичайних ситуацій. Результати дослідження можуть бути використані для розробки стратегій збереження водних ресурсів і підвищення екологічної безпеки в умовах воєнного часу. *Ключові слова:* екологічна безпека, питна вода, водопостачання, Київ, річка Дніпро, військові дії, водозабір, водопідготовка, хімічне забруднення, важкі метали, інфраструктура, моніторинг, водна безпека, очищення води.

Environmental and hygienic assessment of the impact of military operations on drinking water supply quality indicators in urban settlements (case study: Kyiv). Starzhynskyi P., Zhukova O.

In the spring of 1871, the first centralized water supply system was launched in the city of Kyiv, with the Dnipro River as its primary source. At the initial stage of operation, the water supply system lacked proper filtration facilities, resulting in turbid water with organic matter and even small fish reaching consumers. However, over time, the introduction of appropriate purification technologies significantly improved water quality and made it safe for consumption by city residents.

In contrast, under the current conditions of full-scale military aggression by the Russian Federation, Kyiv's water supply system faces unprecedented challenges. Large-scale damage to critical infrastructure, potential shelling of water treatment facilities, and the environmental consequences of hostilities have all led to a significant deterioration in water quality and increased risks to public health. Monitoring data indicate a decrease in dissolved oxygen levels, an increase in the concentration of chlorides, phosphates, and ammonium nitrogen, as well as the presence of heavy metals, petroleum products, and other toxic substances linked to combat activities. This article presents the results of a comprehensive ecological and hygienic assessment of the current state of Kyiv's water supply network and the quality of water from key intake sources. The analysis revealed a number of shortcomings in the existing water treatment system, which does not meet the requirements of increased technogenic and wartime hazards. The need to modernize the water supply infrastructure in light of current environmental challenges is substantiated. In particular, the implementation of innovative purification technologies, the establishment of separate systems for technical and drinking water, the provision of backup water sources, and the development of a comprehensive water safety system for emergency situations are recommended. The study results may serve as a basis for developing strategies to preserve water resources and enhance environmental safety during wartime. *Key words:* environmental safety, drinking water, water supply, Kyiv, Dnipro River, military actions, water intake, water treatment, chemical pollution, heavy metals, infrastructure, monitoring, water security, water purification.

Постановка проблеми. Відповідно до Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» (1994 року), громадяни мають право на безпечну для здоров'я та життєдіяльності питну воду. Однак, на даний час Україна не має достатнього забезпечення водою належної якості. Проблема питної води в нашій кра-

їні є загальнонаціональною, а кількість та якість води з системи водопостачання є також економічним питанням.

На якість води впливає безліч факторів. У випадку водопровідної води факторами, що впливають на якість води є система попереднього очищення, якість вихідної води в джерелі водозабору та стан системи

трубопроводів. Воєнні дії також суттєво впливають на якість водних ресурсів України, адже до водних об'єктів потрапляє велика кількість забруднюючих речовин через використання боєприпасів, руйнування гідрологічних споруд (руйнування мостів, дамб), очисних споруд, рельєфу берегової лінії, підприємств, отруєння нафтопродуктами та важкими металами.

Вплив війни на водні ресурси поширився на всі сектори економіки і вже давно вийшов за межі національних кордонів. В Україні зменшується забір води та збільшується скидання забруднених стічних вод. Відповідно існує значний дисбаланс у розвитку водопровідно-каналізаційної мережі. Повномасштабне вторгнення та військові дії додатково принесли значний негативний вплив та суттєво погіршили ситуацію. Особливо в найбільш вразливих районах, де ведуться активні бойові дії та в районах окупації.

На сьогодні міське водопостачання забезпечується в Україні за рахунок підземних вод лише на 25%. Для більшості країн Європи використання підземних вод сягає 90%, що забезпечує задоволення потреб населення високоякісною питною водою.

Від початку повномасштабного вторгнення в Україну ці зміни посилилися, і їхні наслідки для екосистеми відчутні. Так, за 150 днів після повномасштабного вторгнення водні ресурси України зазнали значного впливу, що проявляється забрудненням водою важкими металами та різними хімічними елементами, підривом гідрологічних споруд, а також захопленням водної інфраструктури.

Україна за показником забезпеченості водними ресурсами серед 20 європейських країн посідає лише 17 місце. Прогнози на найближче майбутнє свідчать, що у період 2031–2050 рр. передбачається зменшення водних ресурсів на півдні України до 70%. Наразі найменш забезпеченими водними ресурсами є Донбас, Криворіжжя, АР Крим та південні області України, де також зосереджені найбільші споживачі води (промисловість і сільське господарство).

Основним джерелом водопостачання в Україні є поверхневі води – на них припадає майже 86% загального споживання, в т.ч. на басейн Дніпра – 66,6%). Щорічна потреба України (населення та галузей економіки) у водних ресурсах сягає 15 км³/рік. В 2012 р. було забрано прісної води 13,822 км³, що становить близько 0,5% світового споживання прісної води. На одного жителя України припадає (у середній за водністю рік) трохи більше 1 тис м³ річкового стоку, що вчетверо менше, ніж середня водозабезпеченість 1 жителя країн ЄС [1].

Поступово за роки розвитку промислового та сільськогосподарського сектору річка Дніпро перетворилася з повноводної річки на каскад водосховищ, більшість з яких відносяться до категорії мілководних. В результаті чого фізичні, хімічні та біологічні параметри дніпровських гідроекосистем змінилися та з кожним роком ситуація дедалі погір-

шується (спостерігається кількісне та якісне виснаження водотоку).

Актуальність дослідження. Якісна прісна вода стає одним з найдефіцитніших ресурсів у світі, а забезпечення її якості – одним з найглобальніших викликів для суспільства. Прісна вода відіграє широкий спектр ролей у природі та для суспільства, але головною з них, безсумнівно, є забезпечення населення якісною питною водою. Наразі в Україні система питного водопостачання перебуває під загрозою через виснаження та забруднення водних джерел, значні втрати води в мережах, перехресне забруднення та недостатнє фінансування, а також через повномасштабне вторгнення Російської Федерації.

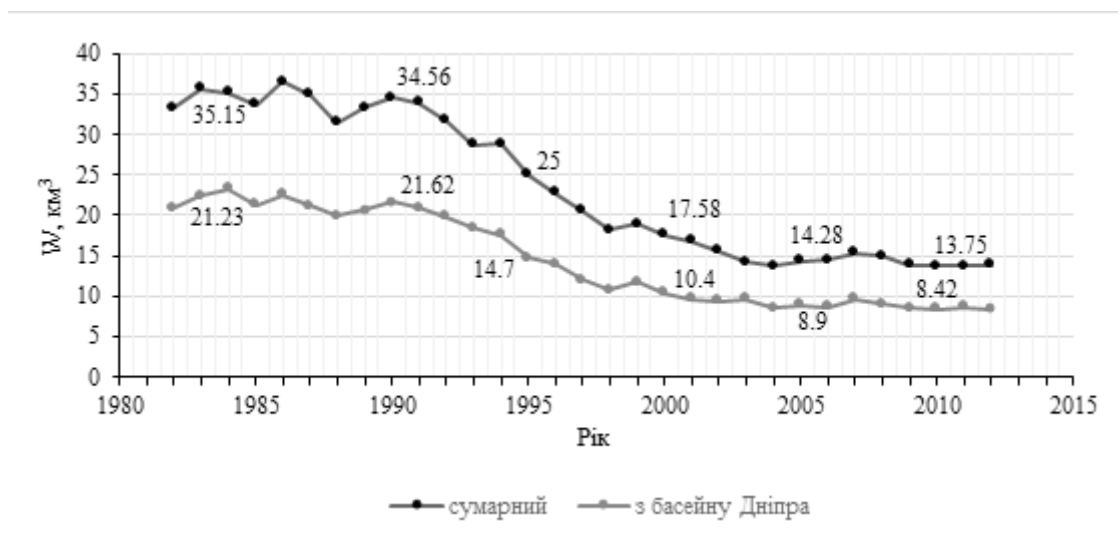
Незадовільний стан водних об'єктів – одна з головних причин низької якості питної води. У цілому проблема питного водопостачання має три складові: наявність питної води в населеному пункті, її доступність і якість.

Якісна питна вода є базовим елементом внутрішнього та зовнішнього середовища людини. Тому забезпечення населення якісною питною водою є стратегічним національним інтересом для будь-якої держави, в тому числі і для України, що визначає актуальність та важливість проблеми даного дослідження.

Актуальність дослідження пов'язана із суттєвим негативним впливом військової агресії Російської Федерації, які завдають суттєвого негативного впливу та непоправної шкоди водним об'єктам та екосистемам в цілому, у, що зумовлює необхідність проведення систематичних й аналітичних наукових досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенням проблем екологічної безпеки водних ресурсів займалися такі вчені як: Архипова Л. М., Білявський Г. О., Бондар О. І., Гриб Й. В., Дмитриков В. П., Ісаєнко В. М., Осадчий В. І., Павличенко А. В., Петрук В. Г., Удод В. М., Улицький О. А., Шмандій В. М., Шматков Г. Г., Яцик А. В. та інші. Визначенням оцінки екологічного стану водних екосистем, в зоні впливу техногенних об'єктів займалися Міхєєв О. М., Пічура В. І. Протасов О. О. та інші. Дослідженням екологічного стану басейну Дніпра присвячені праці: Романенка В. Д., Александрової Н. Г., Афанасьєвої С. О. Будкіної Л. Г., Данильченка О. С., Линника П. М., Лисецького Ф. М., Пилипенко Ю. В. та інші.

І. І. Крилова, в [3,4], проаналізувала основні показники використання та охорони водних ресурсів в Україні та Вергун О. М. [5], в якій розкрив, що погіршення якості питної води негативно позначається не лише на стані здоров'я людей, а й є причиною загострення міждержавних відносин та регіональних проблем. Сокол Л. [6], Покуца І. [7], Гіроль М., Семчук Г. [8], Штогрин Г. [9] та ін. Однак стан сфери водопостачання та водовідведення

Рис. 1. Забір прісної води (W) за роками

в Україні потребує сучасного аналізу з урахуванням нових статистичних та аналітичних даних.

Аналіз стану сфери водопостачання та водовідведення можна здійснити виходячи із інформаційних даних Мінрегіону України та оприлюднених статистичних даних.

Проблеми водоспоживання, раціонального використання, охорони, інтегрованого управління водними ресурсами відображено у наукових працях вітчизняних та зарубіжних учених [10–17].

Якість води регламентується різними нормативними документами, основними з яких є:

- Закон України «Про питну воду та питне водопостачання» від 10.01.2002 р. № 2918-III [18];
- ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», затверджені наказом МОЗ № 400 від 112.05.2010 р. [19];
- ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування» [20].

Новизна статті полягає у комплексному дослідженні впливу факторів урбоєкосистеми м. Київ та військових дій на стан гідроєкосистеми р. Дніпро.

Мета статті полягає у дослідженні впливу урбоєкосистем, кліматичних факторів та наслідків повномасштабного вторгнення на стан водної екосистеми.

Викладення основного матеріалу. Екологічний стан водних ресурсів зазнає суттєвого впливу як від урбоєкосистем, так і від впливу повномасштабного вторгнення. Прояв визначається рівнем загострення проблеми та наслідками, які виникають у процесі водних конфліктів та військових дій загалом.

Варто підкреслити, що будь-які військові дії мають вплив на безпеку та життя мешканців території, крім того посилюють виникнення небезпечних явищ в контексті довкілля. Наразі виділяють декілька основних напрямків впливу військових дій

на водні екосистеми, оскільки військові дії змінюють як кількісні, так і якісні характеристики водних об'єктів: захоплення водної інфраструктури, знищення дамб і станцій очищення, мінування водойм, підрив нафтобаз та інших об'єктів, використання зброї та техніки.

На рисунку 2 представлено схематичне зображення впливу військових дій на водні екосистеми.

В таблиці 1 представлено основні наслідки впливу військових дій на стан водних об'єктів та для населення.

Застосування нових боеприпасів та нової тактики нищення всього живого призводить не лише до знищення фауни, флори та забруднення водних об'єктів, а й провокує виникнення пожеж внаслідок вибухів та утворення уламків снарядів, що підсилює негативний вплив. Слід відзначити, що при вибухах відбувається забруднення хімічними речовинами, отруйними та пороховими газами та продуктами горіння, що негативно впливає на навколишнє середовище внаслідок використання цієї зброї. На жаль, існує тенденція, що усі військові дії мають руйнівний вплив на природні об'єкти, що робиться свідомо з метою дестабілізації природних екосистем та поразки противника. Це поширене явище та використовується через такі дії, як навмисне спалювання територій, знищення стратегічних об'єктів та умисне отруєння джерел води.

Періодичні вибухи фактично заповнюють навколишнє середовище токсичними металами, роблячи їх майже непридатним для подальшого використання. Зокрема, концентрація титану в зразках ґрунту в місці розриву оболонки в 150 разів перевищувала фонове значення. Виявлено перевищення норми вмісту ванадію, свинцю та кадмію. У момент вибуху вибух призводить до появи багатьох сполук CO, CO₂, H₂O, NO, N₂O, NO₂, CH₂O, HCN, N₂ та великої кількості токсичних речовин.

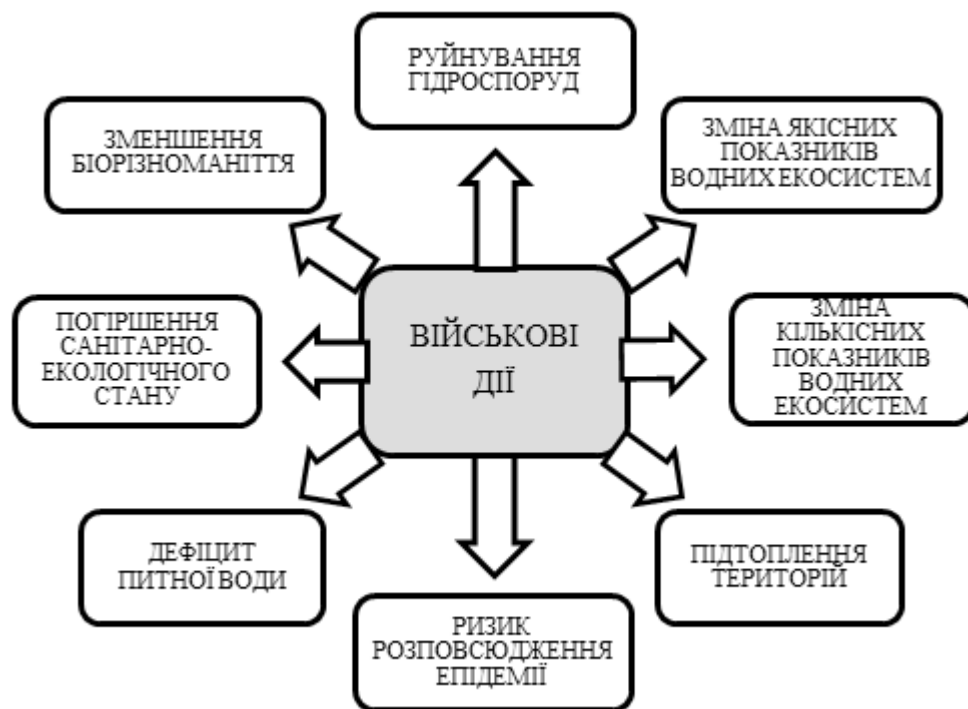


Рис. 2. Вплив військових дій на водні екосистеми

Таблиця 1

Наслідки впливу військових дій на стан водних екосистем та здоров'я населення

Дії	Наслідки	Загрози для населення
руйнування та захоплення гідрологічних об'єктів	надходження недостатньо очищених та неочищених вод в навколишнє середовище	забруднення навколишнього середовища
	затоплення територій	відсутність питного водопостачання
	відсутність можливості здійснювати водопідготовку для населеного пункту	складна санітарно-епідеміологічна ситуація
	зменшення біорізноманіття	погіршення якісних та кількісних показників водної екосистеми
обстріли об'єктів інфраструктури та промисловості	забруднення водних об'єктів речовинами антропогенного походження	забруднення навколишнього середовища
	необхідність використання додаткових методів очистки та водопідготовки	відсутність питного водопостачання
	зменшення біорізноманіття	складна санітарно-епідеміологічна ситуація
		погіршення якісних та кількісних показників водної екосистеми
мінування територій	зменшення біорізноманіття	забруднення навколишнього середовища
	розвиток водної ерозії	відсутність питного водопостачання
	забруднення водних об'єктів та територій	складна санітарно-епідеміологічна ситуація
	відсутність можливості водопідготовки	
	пошкодження споруд та гідрологічних об'єктів	

Багато забруднювачів, які потрапляють у навколишнє середовище таким чином, можуть залишатися в навколишньому середовищі протягом тривалого часу. Будучи мобільними, вони переміщуються по харчовому ланцюгу живих організмів і становлять пряму загрозу популяції через свою токсичність, канцерогенність і мутагенність.

У м. Київ повноцінно функціонують дві основні водопровідні станції: Дніпровська й Деснянська. Також, для водопостачання киян використовують воду зі свердловин. Це забезпечує надійність роботи системи та можливість переключення на інші джерела водопостачання в разі різкого погіршення якості одного з них.

КП Київводоканал дотримується всіх встановлених вимог, вони гарантують забезпечення санітарно-епідеміологічного стану. На підприємстві використовують класичну систему очищення води: річкова вода надходить на очисні споруди, де додають певні реагенти, котрі на першому етапі видаляють брудні часточки, потім додають реагенти, що осаджують ці домішки, далі вода проходить великий цикл фільтрації, через гравійні та піщані фільтри, після чого її дезінфікують, у Києві це роблять за допомогою суміші окислювачів, а не хлору, що запобігає утворенню канцерогенних сполук, які шкідливі для організму, і вже тоді вона потрапляє у водопровід.

Процес підготовки питної води на Деснянській та Дніпровській водопровідних станціях загалом триває близько семи годин (хлорування, відстійники, фільтрація та ін.). Упродовж цього часу, на кожному з етапів підготовки – від водозабору до подачі у централізовану водопровідну систему – додатково перевіряється якість води.

Нами було проаналізовано дані моніторингу щодо якості поверхневих вод, які використовують

для водопідготовки. Вони представлені у вигляді окремих графіків та таблиці, (див. рис. 3 – рис. 7, таблиця 2).

Фахівці хіміко-бактеріологічних лабораторій водопровідних станцій систематично проводять аналіз води, що надходить безпосередньо на водозабірні об'єкти міста Києва.

На (рис. 8) представлено співвідношення перевищень та відповідності проб води після очистки.

В інших країнах вже застосовується технологія зворотного осмосу, технології мембранної очистки води.

Оцінка стану питного водопостачання здійснювалась в період з 2017 по 2024 рр. за усередненими показниками (рис. 9).

На основі рис. 9 можна констатувати той факт, що вода з централізованої системи водопостачання не завжди потрапляє до споживачів з показниками, які повністю відповідають встановленим вимогам. Найчастіше спостерігаються перевищення за органолептичними показниками.

Головні висновки. Проблема забезпечення населення доброякісною питною водою в достатній кількості є комплексною і пов'язана з багатьма проблемами, такими як соціальне середовище, економіка, національна економіка, територія та нормативно-правове регулювання. Тому для її вирішення необхідно вжити низку організаційних, технічних, економічних та правових заходів. Основними серед яких є раціональне використання прісної води та поділ водопостачання на питне і господарсько-побутове, удосконалення технічних процесів водопідготовки та водоочистки, удосконалення та модернізація системи водопостачання.

1. В ході виконання досліджень було досліджено основні пости водозабору м. Київ, встановлено, що якість питної води з джерел централізованого водо-

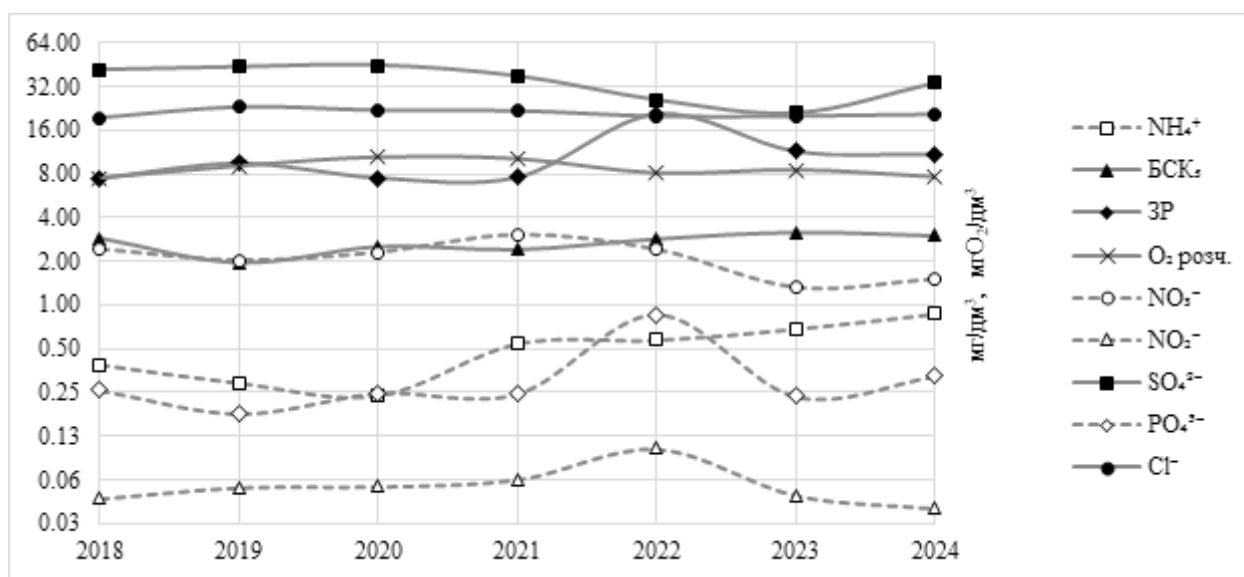


Рис. 3. Пост: р. Дніпро, 897 км, м. Вишгород, н/б Київської ГЕС, питний водозабір м. Київ

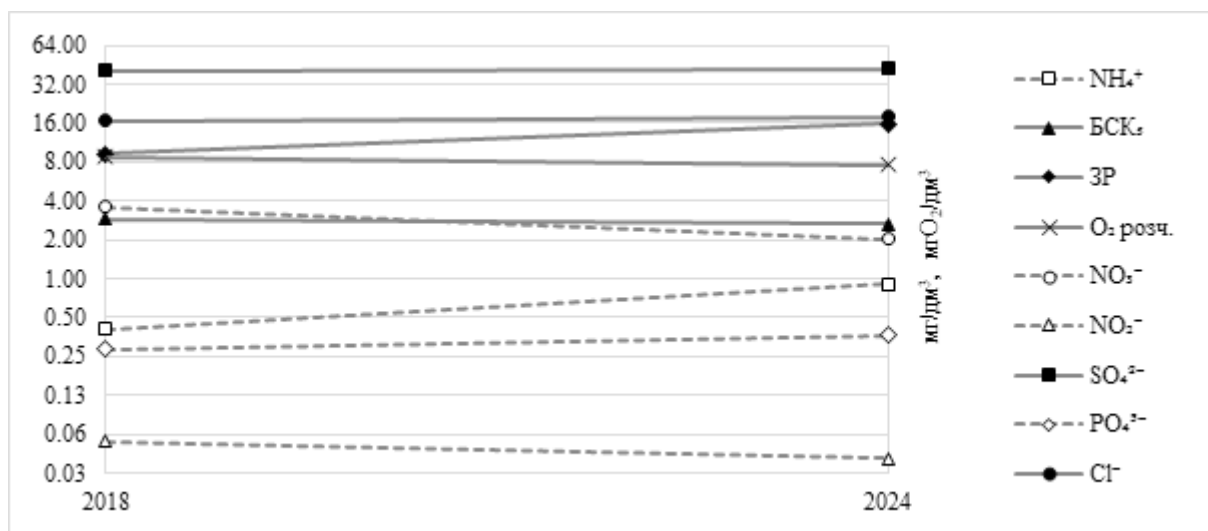


Рис. 4. Пост: р. Дніпро. 870 км, м. Київ, Гідропарк, Лівий берег

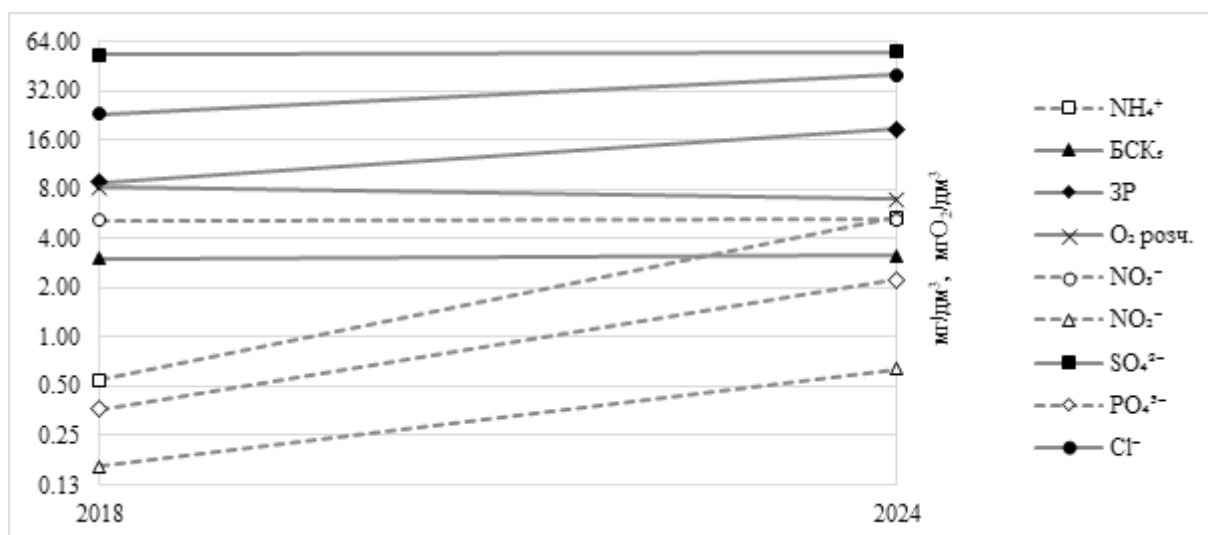


Рис. 5. Пост: р. Дніпро, 855.5 км, водосховище, 500 м вище БСА

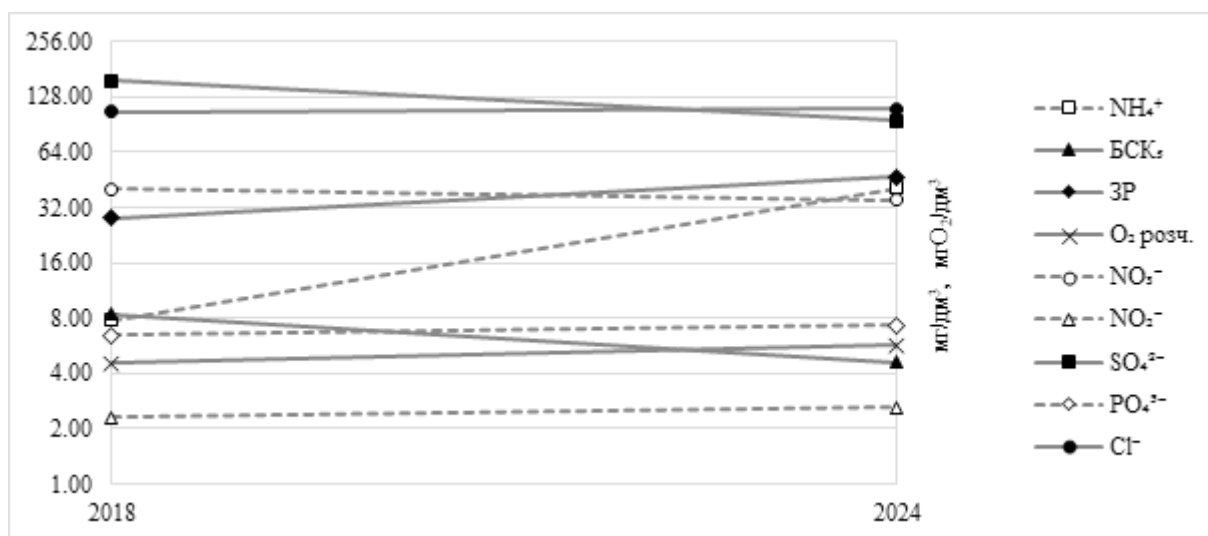


Рис. 6. Пост: р. Дніпро, 855 км, Скидний канал БСА

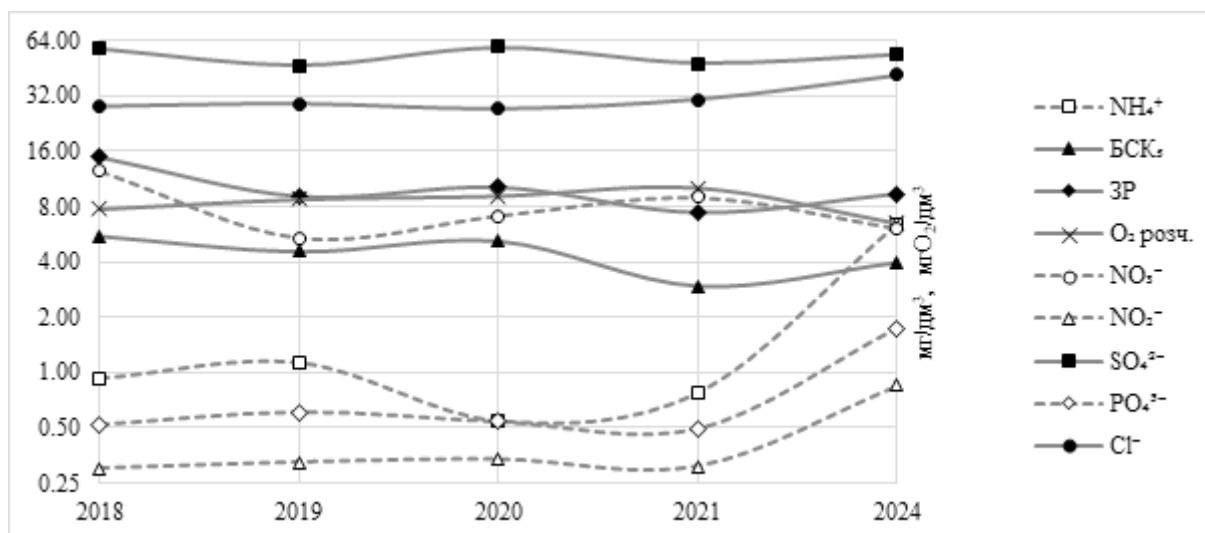


Рис. 7. Пост: р. Дніпро, 854.5 км, водосховище, 500 м нижче БСА

Таблиця 2

Порівняльний аналіз ключових показників

Показник	Довоєнний період 2018–2021рр.	В умовах війни 2022–2024рр.	Тенденція / Причина
Хлориди (Cl^-)	18–22 мг/дм ³	30–40 мг/дм ³ max нижче БСА 2024р.	зростання на 50–80% витоки з пошкодженої інфраструктури; скиди без очищення
Амонійний азот (NH_4^+)	0.2–0.4 мг/дм ³	0.6–1.2 мг/дм ³ max біля БСА у 2023–2024рр.	подвоєння концентрації надходження неочищених побутових сто- ків, зокрема з аварійних ділянок
Фосфати (PO_4^{3-})	0.1–0.2 мг/дм ³	0.3–0.5 мг/дм ³	суттєве зростання побутові стоки; порушення режиму очи- щення на БСА; зростання вико- ристання фосфатовмісних мийних засобів без належ- ної нейтралізації
Розчинений кисень (O_2)	8–9 мг/дм ³	5–7 мг/дм ³	зменшення на 25–40% органічне забруднення; зниження тур- булентності води
Завислі речовини (ЗР)	10–15 мг/дм ³	25–40 мг/дм ³ max у 2023 р.	зростання у 2–3 рази руйнування берегів; підмив; змиви з від- критої території; відсутність фільтрації на очисних спорудах
БСК ₅ (біохімічне спо- живання кисню)	2–3 мг/дм ³	4–6 мг/дм ³	зростання органічного забруднення скиди побутових та господарських стоків; порушення роботи БСА в умовах війни (відсутність енергозабезпечення, част- кове знищення інфра-структури); потрапляння біологічно активних речовин у водні об'єкти; локальні застої води у районах з пошкодже- ною гідрологією; сезонні чинники

постачання м. Київ за деякими показниками перевищує ГДК, що пов'язано з незадовільністю технічного стану та зношеністю значної частини фондів системи централізованого водопостачання, обладнання та повномасштабного вторгнення.

2. Схематично зображено вплив військових дій на водні екосистеми. Серед основних наслідків впливу воєнних дій на водні ресурси є забруднення вод важкими металами та азотовмісними елементами (мінування водойм, вибухи нафтобаз тощо),

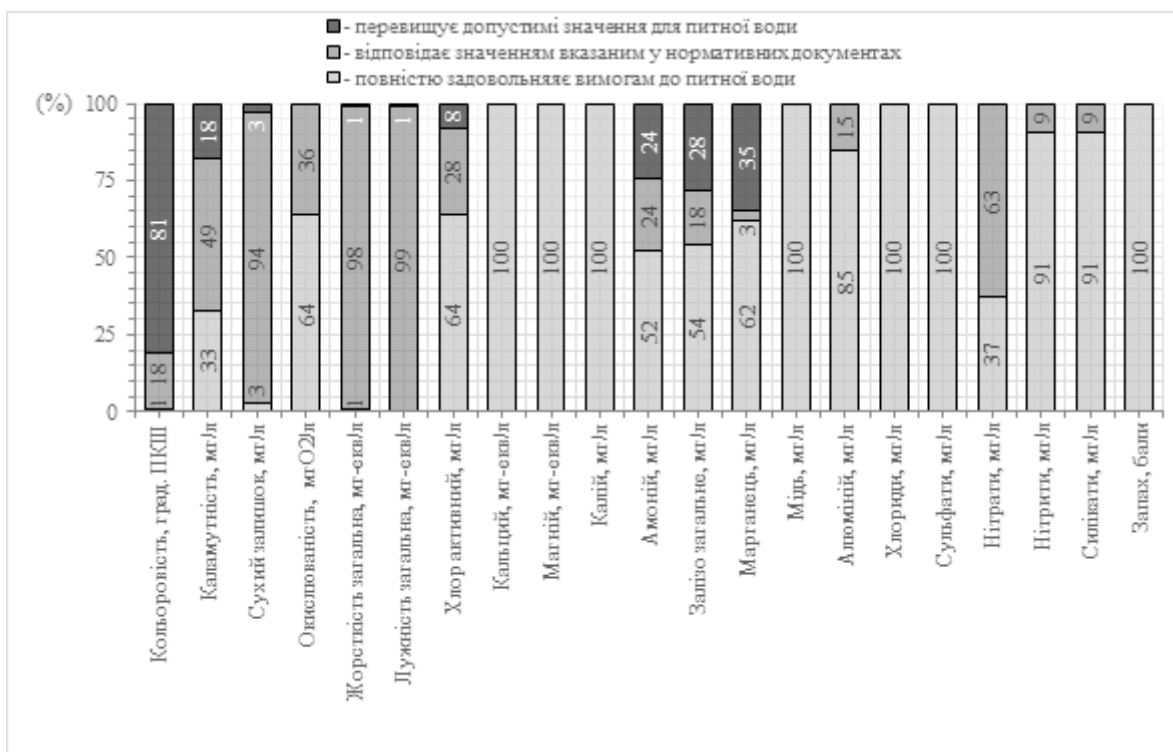


Рис. 8. Аналіз якості води після очистки для м. Київ

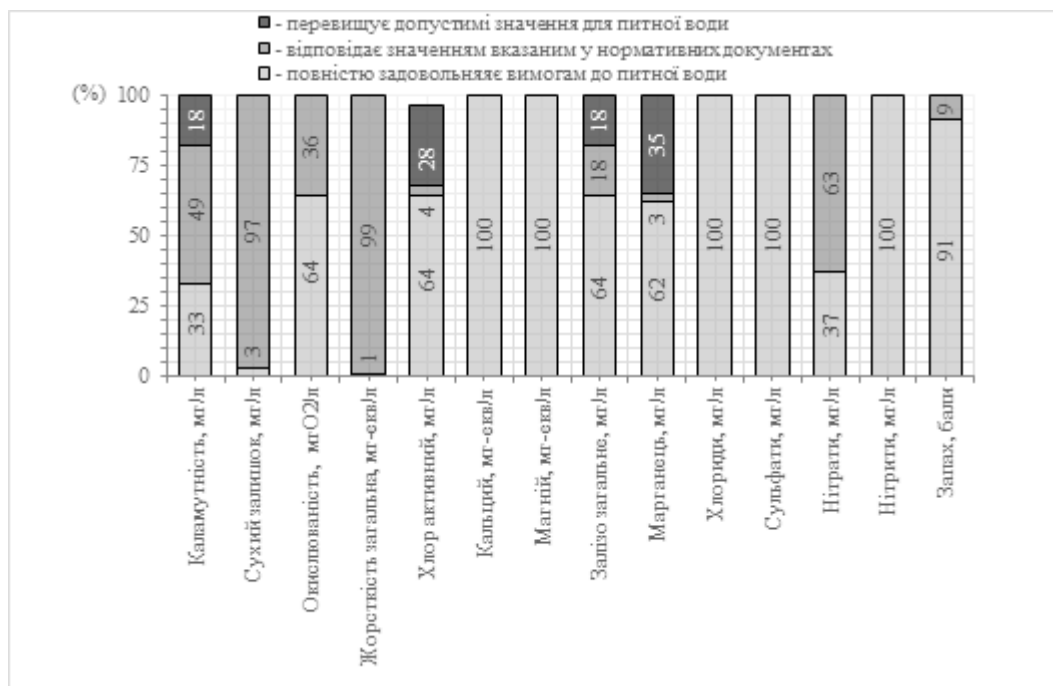


Рис. 9. Якість питної води водопровідної мережі м. Київ

підтоплення територій та погіршення їхнього санітарного стану (руйнування та підриг дамб), відсутність централізованого водопостачання (руйнування гідрологічних споруд).

Перспективи використання результатів дослідження. Результати досліджень можуть бути використані під час розробки управлінських заходів та заходів спрямованих на покращення екологічного стану екосистем.

Література

1. Князькова Т. В. Вода як інструмент концепції більш чистого виробництва (Методичний посібник для оцінки водокористування на підприємствах). Київ : Центр ресурсоефективного та чистого виробництва, 2016. 28 с.
2. Стасюк С., Майданович В. Проблема питної води в Україні. URL: <https://aw-therm.com.ua/problema-pitnoyi-vodi-v-ukrayini/> (дата звернення: 15.04.2025).
3. Крилова І. Система нормативно-правових актів у сфері водопостачання та водовідведення. Ефективність та реалізація. Аспекти публічного управління, 2019. Т. 7. № 1–2. С. 14–26.
4. Крилова І. І. Аналіз сучасного стану сфери водопостачання та водовідведення в Україні. Інвестиції: практика та досвід, 2018. № 23. С. 118–125. DOI: 10.32702/2306-6814.2018.23.118.
5. Вергун О. М., Яковлев С. О. Аналіз актуальних чинників погіршення якості джерел питного водопостачання в контексті екологічної безпеки України. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки, 2013. Вип. 22. С. 30–38. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PVVG_2013_22_5 (дата звернення: 15.04.2025).
6. Сокол Л. М. Аналіз водокористування в Україні на відповідність сталим підходам. Екологічна безпека, 2009. С. 49–55.
7. Покуца І. В. Комплексна модель системного планування капітального ремонту основних фондів підприємств ВКГ. Науковий вісник Херсонського державного університету, 2014. № 9. С. 124–128.
8. Гіроль М. М., Семчук Г. М. Ефективність систем водопостачання України як фактор національної безпеки держави. Надзвичайна ситуація, 2001. № 5.
9. Штогрин Г. С. Аналіз сучасного стану водовідведення та водозабезпечення сільських територій в умовах євроінтеграційних процесів. Економіка природокористування та охорони навколишнього середовища, 2016. № 2. С. 470–475.
10. Лютий Г. Г., Люта Н. Г., Саніна І. В. Шляхи розвитку моніторингу експлуатаційних запасів питних підземних вод. Збірник наукових праць УкрДГПІ, 2017. Вип. 1–2. С. 209–217.
11. Лютий Г. Г., Саніна І. В. Фактори погіршення якості підземних вод у процесі експлуатації водозаборів в Україні. Збірник наукових праць УкрДГПІ, 2011. № 1. С. 91–103.
12. Kometa S. S., Akoh N. R. The hydro-geomorphological implications of urbanisation in Bamenda, Cameroon. Journal of Sustainable Development, 2012. Vol. 5(6). P. 64–73. DOI: 10.5539/jsd.v5n6p64.
13. Pawari M. J., Gawande S. Ground water pollution and its consequence. International Journal of Engineering Research and General Science, 2015. Vol. 3(4). P. 773–776.
14. Hasan M. K., Shahriar A., Jim K. U. Water pollution in Bangladesh and its impact on public health. Heliyon, 2019. Vol. 5(8). P. 1–23. DOI: 10.1016/j.heliyon.2019.e02145.
15. Glińska-Lewczuk K., Gołaś I., Koc J. The impact of urban areas on the water quality gradient along a lowland river. Environmental Monitoring and Assessment, 2016. Vol. 188(11). P. 624. DOI: 10.1007/s10661-016-5638-z.
16. Zereg S., Boudoukha A., Benaabidate L. Impacts of natural conditions and anthropogenic activities on groundwater quality in Tebessa plain, Algeria. Sustainable Environment Research, 2018. Vol. 28(6). P. 340–349.
17. Yang Q., Wang L., Martin J. D. Hydrochemical characterization and pollution sources identification of groundwater in salawusu aquifer system of Ordos basin, China. Environmental Pollution, 2016. Vol. 216. P. 340–349. DOI: 10.1016/j.envpol.2016.05.076.
18. Про питну воду та питне водопостачання: Закон України від 10 січ. 2002 р. № 2918-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14> (дата звернення: 15.04.2025).
19. Державні санітарні правила і норми ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: затв. наказом МОЗ України від 12 трав. 2010 р. № 400.
20. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ: Мінрегіон України, 2013.