
ЕКОЛОГІЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

УДК 502.3:504.4:628.16(282.247.32)

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.1-64.6>

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ ДЛЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ (ОГЛЯД)

Божко Т.В., Пономаренко Д.В.

Регіональний офіс водних ресурсів у Харківській області
вул. Космічна, 21, 61165, м. Харків
tbozko082@gmail.com, bnsrega@gmail.com

У статті розглянуто екологічні наслідки воєнних дій для водних екосистем суббасейну Сіверського Дінця – одного з найбільш постраждалих річкових басейнів України. Руйнування гідротехнічних споруд, вибухи, пожежі та розливи нафтопродуктів сформували комплекс фізичних, хімічних, гідрологічних і біологічних факторів, що суттєво вплинули на стан річкових екосистем. Встановлено, що до водних об'єктів надходить широкий спектр токсичних речовин: вибухові речовини та продукти їх розкладу, нафтопродукти, важкі метали (Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, Cr, Hg), поліциклічні ароматичні вуглеводні, а також сполуки азоту, фосфору й інші органічні домішки техногенного походження. Ці забруднювачі чинять комбінований токсичний вплив на аквабіоценози, зумовлюючи як гостру смертність організмів, так і хронічні сублетальні ефекти, включно з оксидативним стресом, біоаккумуляцією та репродуктивними порушеннями. Показано, що сукупність воєнно-індукованих стресових факторів спричиняє трансформацію трофічних зв'язків, деградацію структурно-функціональної організації біоценозів та порушення природних процесів самоочищення та самовідновлення річкових систем. Водночас довгострокові екологічні наслідки залишаються неповністю визначеними та потребують комплексних досліджень. Військова агресія породжує ризики, які направлені на порушення водної безпеки. Наслідки воєнних дій носять довготривалий характер і є проявом водного тероризму. На окупованих територіях місцеве населення і до цих пір залишається без належного доступу до води та позбавлене елементарних санітарних умов. Допоки триває війна і йдуть активні бойові дії, немає змоги навіть оцінити наслідки завданої шкоди. А без докладної фахової оцінки стану постраждалих екосистем їх не вдасться відновити до попереднього стану.

Зроблено висновок, що ефективна оцінка впливу війни на водні ресурси можлива лише за умов відновлення системного, просторово репрезентативного та регулярного моніторингу, а також подальшого накопичення даних щодо екологічних змін у суббасейні Сіверського Дінця. *Ключові слова:* Сіверський Дінець; водні екосистеми; воєнні дії; токсичне забруднення; аквабіоценоз; гідроекологічні ризики; екологічні наслідки

The influence of military actions on the state of water resources and ecosystems of the northern donets. Bozhko T., Ponomarenko D.

The article analyzes the ecological consequences of military actions for the water ecosystems of the Siverskyi Dinets sub-basin – one of the most affected river basins of Ukraine. The destruction of hydraulic structures, explosions, fires and oil spills has generated a complex set of physical, chemical, hydrological and biological stressors that have significantly affected the condition of river ecosystems. It has been established that a broad spectrum of toxic substances enters water bodies, including petroleum hydrocarbons, heavy metals (Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, Cr, Hg), polycyclic aromatic hydrocarbons, explosive compounds and their degradation products, as well as nitrogen-, phosphorus-containing compounds and other technogenic organic pollutants. These contaminants exert combined toxic effects on aquatic biocenoses, causing both acute organism mortality and chronic sublethal impacts, such as oxidative stress, bioaccumulation and reproductive disorders. The study demonstrates that the combined influence of warfare-induced stressors leads to the transformation of trophic interactions, degradation of the structural and functional organisation of biocenoses, and disruption of natural processes of self-purification and self-recovery in river systems. At the same time, the long-term ecological consequences remain insufficiently defined and require comprehensive further investigation. It is concluded that an effective assessment of the war's impact on water resources is possible only through the restoration of systematic, spatially representative and regular environmental monitoring, as well as the continued accumulation of data on ecological transformations within the Siverskyi Donets sub-basin. *Key words:* Siverskyi Donets; aquatic ecosystems; military actions; toxic pollution; aquabiocenosis; hydroecological risks; environmental consequences.

Актуальність проблеми. Сіверський Донець є найбільшою водною артерією сходу України, басейн якої охоплює площу близько 98,9 тис. км². Із початком повномасштабної війни Росії проти України бойові дії відбувалися практично вздовж усього русла річки та її приток. Унаслідок цього

басейн Сіверського Дінця зазнав одного з найвищих рівнів воєнного і антропогенного навантаження серед українських річкових систем, що значно підвищило вразливість його екосистем і створило суттєві ризики для якості прісної води та водокористування. Комплекс цих факторів сприяє глибоким



© Божко Т.В., Пономаренко Д.В., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

змінам в життєдіяльності річкових екосистем: ураженню річної біоти; руйнуванню трофічних зв'язків, зокрема ланцюжків живлення; деградації функцій біоценозів та пригніченню природних процесів самоочищення. Проте існуючи дані залишаються фрагментарними, а просторовий моніторинг недостатнім через небезпеку проведення досліджень. Це обумовлює нагальну потребу в комплексному аналізі масштабів і наслідків воєнного впливу на водні екосистеми регіону.

Постановка задачі. Стаття має оглядовий характер і узагальнює існуючу інформацію щодо впливу і наслідків бойових дій на гідрологію і гідробіологію водних екосистеми. Задача досліджень – оцінити характер і інтенсивність фізичних, хімічних, гідрологічних та біологічних факторів стресу (стресорів), що виникли внаслідок бойових дій у суббасейні Сіверського Дінця; проаналізувати спектр основних небезпечних речовин, які надходять у водні об'єкти регіону; визначити механізми їхнього потенційного впливу на водні біоценози; встановити можливі біологічні наслідки токсичного навантаження на гідробіонтів, порушення трофічних зв'язків; визначити вимоги до достовірного контролю екологічних змін у суббасейні Сіверського Донця.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження спрямовані на розв'язання актуальних наукових і практичних завдань, пов'язаних з оцінкою техногенного впливу на суббасейн Сіверського Донця під час широкомасштабної війни і розширюють сучасні уявлення про механізми деградації річкових екосистем під дією комплексних факторів військового походження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Світова онлайн-база Water Conflict Chronology (Хронологія водних конфліктів) систематизує події, пов'язані з конфліктами, загостреннями або суперечками щодо води: її доступу, якості, забруднення чи контролю над водними ресурсами. Згідно з класифікацією цієї бази, події, зафіксовані у водному просторі України під час війни, належать до категорії «Нещасний випадок» (Accidental / Unintended) або «Жертва» (Casualty), у межах якої шкода водним ресурсам, системам водопостачання або пов'язаним із ними людям завдається навмисно або ненавмисно [1]. Такі інциденти розглядаються як порушення загальноприйнятих міжнародних норм ведення збройних конфліктів. База Water Conflict Chronology містить задокументовані випадки насильства й пошкоджень, пов'язаних із водними ресурсами, зокрема численні інциденти, що відображають негативний вплив воєнних дій на річкові системи України, у тому числі зафіксовані події в басейні Сіверського Дінця, який став одним із ключових водних об'єктів, уражених війною [2]. Основними чинниками негативного впливу в зонах активних бойових дій, які охоплюють водну сферу, стали руйнування інже-

нерних гідротехнічних споруд, забруднення поверхневих і підземних вод техногенними речовинами, продуктами вибухів, побутовими та небезпечними відходами, залишками пально-мастильних матеріалів [3 – 6]. Наслідки цих подій можуть спричинити екологічну катастрофу у водній сфері України.

Окрему загрозу становить пошкодження або знищення водоочисних споруд у прифронтових районах. У ході бойових операцій в суббасейні Сіверського Дінця було зафіксовано численні надзвичайні ситуації, що спричинили пошкодження й руйнування очисних споруд і гідротехнічних об'єктів: у Харківській області знищено або суттєво пошкоджено понад 170 об'єктів водопостачання та водовідведення. За попередніми оцінками, станом на початок 2024 року було зруйновано більше 1947 погонних км водопровідних мереж, частково пошкоджено або повністю зруйновано 25 водопровідних очисних споруд. Найбільше – у Харківській, Луганській та Донецькій областях. За попередніми оцінками, було пошкоджено понад 582 погонних км каналізаційних мереж, частково пошкоджено або повністю зруйновано 183 каналізаційних насосних станцій, більшість з яких знаходяться у Харківській області. Зруйновані або пошкоджені також 51 каналізаційна очисна споруда [7].

Найбільші екологічні зміни були пов'язані з руйнуванням Оскільської греблі (на межі Харківської та Донецької областей) і пошкодженням Печенізької греблі (у Харківській області). Ці події створили ризики забруднення водних об'єктів, затоплення територій, дефіциту водних ресурсів, втрати водної біоти та зростання екологічних загроз.

Руйнування Оскільської греблі спричинило одну з наймасштабніших екологічних катастроф у басейні Сіверського Дінця: понад 350 млн м³ води неконтрольовано надійшло до основного русла, що оголило близько 9 тис. га замуленого дна водосховища. Це призвело до масової загибелі літофільних риб, знищення лімнофільних і лімnobентосних організмів та інших гідробіонтів, які не змогли мігрувати до річки [8]; було знищено місця зимівлі й нересту багатьох видів, що використовували мілководні затоплені ділянки. Дестабілізація рівневого режиму води спричинила руйнування прибережних біоценозів та порушення водного балансу регіону.

Після влучання ракети по Печенізькій греблі у 2022 році, часткове її руйнування (за даними Державної екологічної інспекції) призвело до втрати води у Печенізькому водосховищі обсягом понад 111,8 млн. м³. У 2023 році рівень води спостерігався на 1,64 метра нижче допустимого, що вплинуло на водні та прибережні екосистеми. У 2025 р. наповнення Печенізького водосховища склало 73% але руйнування греблі загрожувало значним підтопленням територій, масової загибелі риб, моллюсків та інших гідробіонтів [9, 10].

Велику небезпеку для простору басейна Сіверського Дінця несе неконтрольоване затоплення

шахт на територіях Донецької і Луганської областей. Це величезна небезпека для водних екосистем за рахунок формування довготривалих, хронічних джерел забруднення через перетоку техногенних розчинів, зростання мінералізації, надходження високотоксичних хімічними сполуками (бензолу, толуолу, фенолу, метанолу, хлорбензолу, формальдегіду, моноетаноламіну тощо), важких металів, нафтопродуктів, токсичних сполук, і як наслідок, деградації біоценозів та зниження здатності річок до самоочищення [11, 12].

Великою техногенною подією було знищення інфраструктури Зміївської ТЕС – охолоджувальних водойм, золівдвалів, технічних каналів. Наслідком руйнування енергоблоків було припинення скиду підігрітих вод і порушення гідрологічного режиму у вигляді термоградієнту, який, зазвичай, сприяв формуванню і функціонуванню термотолерантної біоти. За даними науковців аналогічні події приводять до масового знищення адаптованих угруповань біоценозу, пристосованого до існування у середовищі з підвищеною температурою [8]. Імовірними наслідками є виникнення локальної гіпоксії, забруднення води завислими частинками золи, важкими металами та іншими токсичними сполуками, підвищення лужності водного середовища, а також кумулятивний ефект накопичення забруднювальних речовин у донних відкладах. Це дає підстави припускати погіршення якості води в р. Сіверський Дінець та розвиток токсичного впливу на іхтіофауну й бентосні організми. Водночас обмеженість фактичних даних зумовлює необхідність проведення цілеспрямованих комплексних наукових досліджень для об'єктивної оцінки стану водної екосистеми в районі руйнування ТЕС.

Руйнування нафтобази в Харкові у 2024 році спричинило надходження до річки Немишля близько 3 тисяч тонн нафтопродуктів, що призвело до екстремального забруднення: рівень нафтопродуктів перевищував екологічні нормативи приблизно у 820 разів. Забруднення поширювалося каскадно річковою мережею – через річки Харків, Лопань та Уди і згодом вплинуло на якість акваторії Сіверського Дінця, де на окремих ділянках також фіксувалося перевищення екологічних нормативів за нафтопродуктами в 3,7 разів [3]. За попередніми оцінками, загальна площа забруднених водних поверхонь і берегових смуг становила близько 780000 м², що створило значне навантаження на річкові екосистеми та призвело до порушень гідробіологічних процесів різного ступеня. Оперативні протиаварійні заходи (встановлення бонових загороджень, застосування сорбентів, локалізація і вилучення забруднених фракцій) дозволили поступово знизити концентрації нафтопродуктів у воді. Після заходів рівень забруднення Сіверського Дінця поступово повернувся до значень, близьких до нормативних.

За орієнтовними даними Державної екологічної інспекції України станом на кінець серпня 2025 року, загальні збитки, завдані водним ресурсам України, перевищували 117 млрд. грн, з яких понад 60 % припадало на поверхневі водні об'єкти басейну Сіверського Дінця.

Водночас слід відзначити і певні позитивні зміни, зокрема зменшення антропогенного навантаження, яке пов'язане зі скороченням обсягів скидів стічних вод унаслідок руйнування, зупинки або часткового функціонування промислових об'єктів у зоні бойових дій і на прилеглих територіях. Так, об'єми скидів забруднених стічних вод в басейн Сіверського Дінця в 2024 році склали – 8,038 млн. куб. м, що майже в 3 рази менше ніж у 2021 році. Це локально сприяло покращенню води за окремими гідрохімічними показниками.

Моніторинг 2017 року (Звіт ОБСЄ) [11], стану поверхневих вод Сіверського Дінця (у період військових операцій) на підконтрольній Україні території, порівняно з результатами аналізу річної води і донних відкладів у 2013 року, не виявив значних змін за вмістом важких металів, нафтопродуктів, специфічних органічних речовин. За даними моніторингу хімічний стан води, у цілому, оцінювався, як “добрий”, “наближений до доброго”. За результатами останніх досліджень (дані моніторингу 2022 – 2024 років) масивів поверхневих вод Сіверського Дінця в Харківській та Донецькій областях, які проводилися у 45 пунктах моніторингу, річки залишаються частково забрудненими. Встановлено перевищення гранично допустимих концентрацій за інтегральними показниками органічного забруднення – ХСК і БСК-5, іонами амонію, нітрит-іонами, частково нафтопродуктами, спостерігалось перевищення вмісту марганцю і кадмію. Лабораторними дослідженнями Сіверсько-Донецького басейнового управління водних ресурсів Держагентства водних ресурсів України в басейні р. Уди встановлено перевищення нормативів по поліароматичним вуглеводням, які утворюються внаслідок горіння палива, у 1,5 – 7 разів. А в басейні р. Сіверський Донець, у 2023 році, було зафіксовано наявність у воді нафтопродуктів, які раніше у районах поверхневих питних водозаборів взагалі не фіксувались [13]. У різних контрольних пунктах, за хімічними показниками, стан Сіверського Дінця оцінювали, як «слабко забруднений», «помірно забруднений», «брудний» [14]. За оцінкою ризику щодо недосягнення доброго екологічного стану/потенціалу масиву поверхневих вод району басейну річки Дон на території України – «без ризику» недосягнення доброго екологічного стану знаходиться 1 об'єкт, «можливо під ризиком» – 114 об'єктів, «під ризиком» – 584 об'єктів [15].

Значні перевищення забруднюючих речовин реєстрували переважно на ділянках, що безпосередньо постраждали від військових інцидентів, техногенних аварій або локальних катастроф, де спостеріга-

лися різке короткострокове підвищення токсичності. Однак повна і достовірна оцінка екологічного стану басейну Сіверського Дінця істотно ускладнена. Через активні бойові дії, мінування, руйнування інфраструктури та постійні обстріли значна частина території залишається недоступною для безпечного та систематичного моніторингу, що не дозволяє отримати репрезентативні дані щодо масштабів економічних і екологічних втрат.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Наявна інформація про руйнування, забруднення та деградацію водних екосистем має фрагментарний характер, тому для формування цілісної картини необхідні комплексні та довгострокові дослідження (можливих відтермінованих наслідків), які зможуть бути здійснені лише після стабілізації безпекової ситуації та припинення активних бойових дій.

Новізна. Здійснено інтегральну оцінку воєно-техногенного впливу на водні екосистеми суббасейну Сіверського Дінця під час повномасштабних бойових дій, яка поєднує аналіз фізичних, хімічних, гідрологічних та біологічних факторів порушення екосистем.

Методи досліджень: аналітичні (аналіз інформації з офіційних джерел, які здійснюють контроль та моніторингові спостереження в регіоні; аналіз наукових досліджень у сфері впливу техногенних стресорів і токсичних речовин на стан аквабіоти).

Основні дослідження. Як було встановлено, бойові дії можуть спричинити широкомасштабну екологічну катастрофу у водній сфері України за наслідками:

- руйнування водної інфраструктури, очисних споруд;
- порушення процесу водокористування населенням та підприємствами;
- прямого механічного хімічного та біологічного забруднення поверхневих водних об'єктів та підземних вод.

Найнебезпечнішими наслідками є масове затоплення військової техніки та боєприпасів; виток нафтопродуктів і паливно-мастильних матеріалів та інших небезпечних хімічних сполук, як продуктів вибуху снарядів так й внаслідок руйнування великих промислових об'єктів; біологічне забруднення через велику кількість трупів людей і тварин.

Бойові дії формують масштабний комплексний вплив на екологію річок, у тому числі, аквобіоценози – від зміни фізико-хімічних параметрів до глибоких трансформацій біотичних компонентів, які можуть мати тривалі або незворотні наслідки. На рисунку надана схема наслідків озброєного конфлікту.

Форсування річок, обстріли та знищення гідроспоруд призводять до порушення цілісності ґрунтів дна та берегів і зміни природного русла в місцях боїв.

У річці та на прибережних смугах залишаються затоплені вибухонебезпечні предмети снаряди, міни та рештки вибухівки. Використання снарядів різного типу, включно з можливим використанням фосфорних бомб, спричиняє потрапляння у воду токсичних речовин, у тому числі, важких металів, та продуктів розпаду вибухівки, що створює пряму токсичну дію на живі організми.

Боєприпаси (артилерійські снаряди, ракети та інші) являють складні конструкції, переважно складені з металевого корпусу (оболонки), наповненого вибуховою речовиною, а також металю заряду (палива) та ініціюючого пристрою (детонатора). Вибухові речовини поділяють на первинні (гримуча ртуть, азид свинцю) – ініціатори детонації і вторинні (тринітролуол, гексоген, октоген, тетрил, пікрінова кислота, амоніти). Метали є супутніми компонентами боєприпасів і потрапляють у довкілля внаслідок вибухів, корозії уламків та розсіювання матеріалів оболонок. Найбільш поширеними є свинець, мідь, сурма, кадмій, хром, нікель, ртуть та миш'як, які характеризуються високою токсичністю, здатністю до біоаккумуляції та тривалого збереження у ґрунтах і донних відкладах [16]. Хімічні сполуки вибухових пристроїв, у тому числі, підвищені концентрації металів, що утворюються внаслідок вибухів, створюючи суттєві екологічні ризики для водних систем. Руйнування очисних споруд і неконтрольоване скидання стічних вод призводить до підвищення концентрації сполук азот, фосфору, органічних речовин і хвороботворних мікроорганізмів.

Комплексна характеристика небезпечних сполук військового походження у водних екосистемах: властивості, біотрансформація та екологічні ефекти – надані у таблиці.

Наслідком воєнних дій є страждання біоти і деградація екосистем. Від ударних хвиль від вибухів може відбуватися миттєва загибель риб у радіусі десятків метрів, руйнуватися нерестилища, знищуватися планктон та інша мікрофауна; зміна структури русла і осипання берегів приводить до втрати біотопів для нересту, знищення бентосу.

Збройні конфлікти створюють багаторівневі загрози для водних екосистем, що проявляється у зміні гідрологічного режиму, токсичному забрудненні та деградації водної біоти. Так, спостерігається пригнічення водних екосистем у результаті руйнування гідроспоруд, дамб і промислових об'єктів (Senckenberg Institute, 2022; Springer Open, 2025). Як наслідок бойових дій відмічені масові зміни у мікроводоростях і макрофітах (Khmara et al., 2024). У місцях катастроф зафіксовані суттєві забруднення вод важкими металами та продуктами вибухів (Melnyk et al., 2025). Збільшення біогенних речовин у воді, особливо сполук фосфору, сприяє розвитку автотрофних організмів, що порушає рівновагу серед гідробіонтів, стимулюючи розвиток сине-зельоних водоростей і погіршення якості води.



Рис. 1. Схема причино-наслідкових військових дій

Науковці відзначають, що одним із найбільш вразливих компонентів є спільноти простіших організмів, які першими реагують на зміну хімічного складу води та надходження токсикантів (Ivanov et al., 2023).

Донні біоценози (особливо макрзообентос) страждають від накопичення металів і органічних сполук у донних відкладах, що знижує різноманіття та спричиняє довготривалі структурні зміни (SpringerOpen, 2025). Це екологічна група водних безхребетних (одноденок, ручайників, кам'янок), які притаманні водним екосистемам Сіверського Дінця і є індикаторною групою якісного стану води через чутливість до забруднення і змін у довкіллі. Вони

швидко зникають у зонах вибухів, замулювання, підвищення токсичності і повільно відновлюються; їх відсутність у раніше чистих ділянках є сигналом екологічного порушення.

Іхтіофауна також зазнає комплексного тиску: токсичного (важкі метали, нафтові вуглеводні, нітросполуки), гідрологічного (зміна течії, рівня води), а також фізичного (ударні хвилі вибухів), також відзначається різке скорочення чисельності окремих видів риб у басейнах річок, що розташовані в зоні активних бойових дій [16 – 18].

В результаті гідрохімічного забруднення можуть проявитися такі ефекти, як пригнічення фітопланк-

Таблиця 1

Екотоксикологічні характеристики і механізм впливу вибухових речовин у водних екосистемах

Назва речовини	Властивості, що визначають токсичність	Механізм біотрансформації	Екотоксикологічні ефекти
1	2	3	4
Тринітротолуол (уламки боєприпасів)	Мутагенні, канцерогенні, цитотоксичні та гепатотоксичні властивості. Особливо небезпечний через утворення ароматичних амінів у процесі розкладу	У водному середовищі утворює реактивні форми кисню шляхом редукції нітрогруп, які є більш токсичні та стійкі; викликає генотоксичність (мутації). Деградація уповільнена і може тривати роками	Для <i>іхтіофауни</i> : оксидативний стрес, пошкодження ДНК, ураження печінки, порушення дихання, зниження фертильності; для <i>планктону</i> : пригнічення фотосинтезу, зниження біомаси; для <i>фітопланктону</i> і <i>моллюсків</i> : зниження виживання, летальність; для <i>бентосу</i> : зміни морфологічних властивостей, накопичення в тканинах (Rosen & Lotufo (2007); Ek et al. (2005); ATSDR TNT Profile (2019))
Гексоген (вибухові речовини, розклад боєприпасів у воді)	Потужний нейротоксикант, який викликає судоми у риб і безхребетних. Характеризується високою міграційною здатністю – може потрапляти у підземні води	В анаеробних умовах формує дуже токсичні нейротоксини (моно-, ді- і тринітрозаміни сполуки). В аеробних умовах бактерії <i>Rhodococcus</i> sp. утворюють формальдегід і нітрозосполуки	Для <i>іхтіофауни</i> : порушення нервової діяльності, дихання, летальний токсикоз; для <i>зоопланктону</i> : порушення рухової активності, зниження виживаності; для <i>мікроорганізмів</i> : зміни метаболізму азоту та структури мікробного співтовариства; для <i>личинок риб, земноводних і безхребетних</i> – зниження росту та репродукції, підвищена летальність (Sunahara et al., <i>RDX Toxicology Review</i> (2009); EPA (2021))
Октоген (фрагменти вибухівки, вимивання з ґрунтів)	Хімічно стабільний і мало піддається природному розкладу, має кумулятивні ефекти	Анаеробне розкладання дуже повільне; основні продукти – токсичні нітрузо сполуки; низька, але стабільна хронічна токсичність; може накопичуватися у донних відкладах	Для <i>іхтіофауни</i> : непрямі ефекти через харчовий ланцюг, накопичення в тканинах; для <i>фітопланктону</i> : зниження швидкості росту, пригнічення фотосинтезу; для <i>зоопланктону</i> : порушення життєвого циклу, збільшення смертності; накопичення у <i>бентосі</i> (Zhang et al. (2020); Talmage et al. (1999))
Сполуки азоту (продукти детонування вибухових пристроїв)	Підвищення концентрації амонію – викликає нейротоксичність; нітрат – викликає метгемоглобін і гіпоксію; Біогенні елементи, призводять до евтрофікації (інтенсивного розвитку сине-зелених водоростей)	Зниження і недостача кисню у воді; руйнування язбер,	Призводить до масової загибелі <i>риб</i> від гіпоксії; для <i>амфібій</i> – порушення осморегуляції; для <i>планктону</i> – підвищена токсичність; для <i>водоростей</i> – втрата хлорофілу (Camargo & Alonso (2006); EPA Nitrogen Criteria (2018); WHO Nitrate Guidelines (2017))

Закінчення табл. 1

1	2	3	4
Важкі метали (детонатори, корпуси снарядів тощо): свинець (Pb), ртуть (Hg), кадмій (Cd), мідь (Cu), цинк (Zn), хром (Cr)	Кумулятивні токсиканти. Солі важких металів розкладаються на йони з наступним утворенням гідроксидів, фосфатів, які накопичувались викликають дезфункції	Осідають у донних відкладеннях і мулу. Мають властивості накопичуватися в організмах (риб, молюсків, ракоподібних), впливаючи на обмін речовин.	Для <i>іхтіофауни</i> : неврологічні та скелетні деформації; порушення функції нирок; порушення репродукції; для <i>фітопланктону, макрозообентосу, молюсків, ракоподібних</i> : біоаккумуляція і висока чутливість, летальність, порушення осморегуляції (Singh et al., 2023; Ray et al., 2024; Gupta et al., 2019. Human Health Risks et al., 2024)
Нафтопродукти (паливо, мастила, технічна речина)	Утворення плівки на поверхні води, а з часом осідають на дно. Порушення мембранних структур (ліпофільна дія), інгібування ферментів; порушення клітинного дихання	Порушення газообмін водоїми, блокування світла, зменшення розчинного кисню. Ускладняють процеси самоочищення водних об'єктів	Для <i>іхтіофауни</i> : порушують органи дихання, токсичні для ікри; для <i>фітопланктону</i> : викликають загибель внаслідок нестачі кисню і світла (Khan MAQ, 2005; Connell & Miller, 2010; Zhang et al., 2019)

тону, зменшення фотосинтетичних пігментів у воді і донних відкладах, зменшення чисельності зоопланктону і порушення трофічних ланцюгів; накопичення токсикантів у біоті, евтрофікація водного середовища; руйнування мікробіоти, яка відповідає за самоочищення поверхневих водних об'єктів.

Звичайно всі ці фактори впливають та впливатимуть на стан гідробіонтів. Токсична дія важких металів, етеророзчинених речовин деяких складних органічних сполук, порушує метаболічні процеси у гідробіонтів, що призводить до зниження продуктивності їхніх популяцій. Зміна хімічного складу води, особливо підвищення концентрації органічних речовин і сполук азоту, може призвести до зміни структури біопланктону та бентосу, що створює тенденцію до евтрофікації або витіснення чутливих видів більш стійкими.

У риб, що мешкають у зонах із підвищеним техногенним навантаженням (до яких тепер належить частина акваторії Сіверського Донця), зафіксовано зростання частоти деформацій скелета, інтерсексуальних форм та порушень розвитку ікри. Крім того, велика імовірність накопичення в організмах риб важких металів. Через забруднення, спричинене війною, рибні запаси Сіверського Дінця значно зменшилися. Раніше у річці водився 41 вид риб (дані Сіверсько-Донецького басейнового управління водних ресурсів).

Наявна інформація про руйнування, забруднення та деградацію водних екосистем має фрагментарний характер, тому для формування цілісної картини необхідні комплексні та довгострокові дослідження (можливих відтермінованих наслідків), які зможуть бути здійснені лише після стабілізації безпекової ситуації та припинення активних бойових дій.

Висновки. Водні екосистеми суббасейну Сіверського Дінця у районах воєнних дій, які спричинили фізичні, хімічні та біологічні порушення, стали з найбільш постраждалих. У поверхневій воді об'єкти надходять вибухові речовини, нафтопродукти, важкі метали, складні органічні сполуки, біогенні елементи та інші токсиканти, що викликають гостру і хронічну токсичність, біоаккумуляцію та руйнування трофічних зв'язків. Це веде до деградації аквабіоценозів, гальмування процесів самоочищення та уповільнення самовідновлення річкових систем. Але дослідження якості води на інших ділянках Сіверського Дінця показали відносно стабільну ситуацію з невеликим перевищенням нормативних показників по інтегральним показникам забруднення ХСК, БСК-5, а також сполукам азоту і фосфору (у місцях нижче скиду зворотних вод після очищення їх на очисних спорудах). Скороченню обсягів забруднених скидів сприяло зменшення антропогенного навантаження через відсутність підприємств. Проте велика кількість руйнованих або пошкоджених очисних споруд негативно впливає на якість воли і екологічний стан поверхневих водних об'єктів. Довгострокові наслідки залишаються невідомими та потребують системного моніторингу, який стане можливим лише після забезпечення безпеки досліджень.

Перспективи використання результатів дослідження. Практична значущість роботи полягає у можливості використання результатів для удосконалення системи екологічного моніторингу, оцінки екологічних ризиків і планування заходів післявоєнного відновлення водних ресурсів суббасейну Сіверського Дінця.

Література

1. Gleick, P. H., Shimabuku, M. Water-related conflicts: definitions, data, and trends from the water conflict chronology. *Environmental Research Letters*. 2023. Vol. 18. № 3. DOI: 10.1088/1748-9326/acbb8f. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/acbb8f>.
2. Water Conflict Chronology. Pacific Institute. URL: <https://www.worldwater.org/water-conflict/>; Water Conflict Chronology: Fact Sheet. 2025. URL: https://pacinst.org/wp-content/uploads/2025/11/Water-Conflict-Chronology_fact-sheet_2025_final.pdf (дата звернення: 01.12.2025).
3. Гриценко А. В., Цапко Н. С., Маркіна Н. К., Мельников А. Ю. Екологічні і соціально-економічні наслідки вибуху нафтобази під час бомбардування м. Харкова, визначені за підтримки ЮНІСЕФ, рекомендації щодо їх подолання. *Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення*: зб. наук. ст. XXI Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 25–26 верес. 2025 р.). Харків: УКРНДІЕП, 2025. С. 12–24.
4. Angurets O., Khazan P., Kolesnikova K., Kushch M., Černochova M., Havránek M. Environmental consequences of Russian war in Ukraine. Prague, 2023. ISBN 978-80-88508-05-2. URL: <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/cleanair.org.ua-environmental-consequences-of-russian-war-in-ukraine-war-damages-en-version.pdf> (дата звернення: 03.12.2025)
5. Impact of the Russian-Ukrainian armed conflict on water resources and water infrastructure. *Nature Sustainability*. 2023. Vol. 6, № 5. DOI: 10.1038/s41893-023-01068-x. URL: <https://www.researchgate.net/publication/368926198> (дата звернення: 08.12.2025).
6. Shibanova A., Ruda M., Paslawski M. Impact of active military actions on the ecological state of soil and water resources in southern Ukraine. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences*. 2025. Vol. 351. № 3.1. P. 579–584. DOI:10.31891/2307-5732-2025-351-75. URL: <https://www.researchgate.net/publication/396548927> (дата звернення: 11.12.2025).
7. Report on direct infrastructure damage from destruction as a result of Russia's military aggression against Ukraine as of early 2024. Kyiv, 2024. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24_Damages_Report.pdf (дата звернення: 11.12.2025).
8. Афанасьєв С. О. Вплив війни на гідроекосистеми України: підсумки першого року повномасштабного вторгнення (огляд). *Гідробіологічний журнал*. 2023. Т. 59. № 2. С. 3–19.
9. Екологічний злочин росіян: збитки від втрати води на Харківщині оцінили в мільярди. URL: <https://kharkiv.v.ua/ekologichnii-zlochyn-rosiian-zbitki-vid-vtrati-vodi-na-harkivshini-ocinili-v-miliardi/> (дата звернення: 14.12.2025).
10. Інформації про підтоплення після пошкодження Печенізької дамби не надходило – гідрологія. *Суспільне Харків*. URL: <https://suspilne.media/kharkiv/1183826-informacii-pro-pidtoplenna-pisla-poskodzenna-pecenizkoi-dambi-ne-nadhodilo-gidrologina/> (дата звернення: 14.12.2025).
11. Стан басейну Сіверського Дону та фактори впливу в умовах військових дій: техн. Звіт. Міністерство екології та природних ресурсів України; за підтримки ОБСЄ. Київ, 2018. URL: <https://www.osce.org/sites/default/files/f/documents/8/a/419462.pdf> (дата звернення: 15.12.2025).
12. Lunova O., Yermakov V., Petry R., Lubenska N. Impact of the long-time armed conflicts on the ecological safety of industrial objects. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2022. Vol. 31. № 2. P. 380–389. DOI: 10.15421/112235.
13. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2023 році. Харків, 2024. URL: https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/1285/128411/Attaches/regionalna_dopovid_2023_harkiv.pdf (дата звернення: 13.12.2025).
14. Kulyk M., Lisnyak A. A. Assessment of surface water quality in the Siverskyi Donets River within Kharkiv region in 2023. *Man and Environment. Issues of Neoeology*. 2024. DOI: 10.26565/1992-4224-2024-41-06. URL: <https://www.researchgate.net/publication/382160770> (дата звернення: 12.12.2025).
15. Звіт про стратегічну екологічну оцінку проекту Плану управління річковим басейном Дону (2025–2030), Київ : НВП «УКРЕКОПРОЕКТ», 2024. URL: https://davr.gov.ua/fls18/pl24/DON_SEO.pdf (дата звернення: 15.12.2025).
16. Мельник А. П., Власова Н. М., Колос О. М., Діденко О. В. Видові особливості розподілу та накопичення важких металів в організмах риб-бентофагів Кременчуцького водосховища. *Рибогосподарська наука України*. 2013. № 1. С. 25–30.
17. Ray S., Vashishth R. From Water to Plate: Reviewing the Bioaccumulation of Heavy Metals in Fish and Unraveling Human Health Risks in the Food Chain. *Emerging Contaminants*. 2024. Vol. 10. № 4. Art. 100358. DOI: 10.1016/j.emcon.2024.100358. URL: <https://www.researchgate.net/publication/380412223> (дата звернення: 16.12.2025).
18. Гончаров Г. Л., Новіцький Р. О., Гапіч Г. В. Попередня оцінка втрат для рибного господарства Харківської області внаслідок воєнних дій. *Fisheries Science of Ukraine*. 2024. № 1. С. 4–25. DOI: 10.61976/fsu2024.01.004.

Дата першого надходження статті до видання: 12.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 25.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026