

УДК 504.05:556:355.07

DOI <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-3-7>

**Ілля ЦИГАНЕНКО-ДЗЮБЕНКО**

аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій, асистент кафедри наук про Землю, Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

**ORCID:** 0000-0002-3240-8719

**Ганна КІРЕЙЦЕВА**

кандидат економічних наук, доцент, докторант, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

**ORCID:** 0000-0002-1055-1784

**Олена ГЕРАСИМЧУК**

кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри наук про Землю, Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

**ORCID:** 0000-0002-1279-1888

**Галина СКИБА**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри наук про Землю, Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

**ORCID:** 0000-0002-4981-4975

**Світлана ХОМЕНКО**

аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005

**ORCID:** 0009-0002-7463-7867

**Бібліографічний опис статті:** Циганенко-Дзюбенко, І., Кірейцева, Г., Герасимчук, О., Скиба, Г., & Хоменко, С. (2024). Антропогенний вплив війни на водні ресурси: аналіз та потенційні шляхи відновлення. *Проблеми хімії та сталого розвитку*, 3, 51–59, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-3-7>

## **АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ ВІЙНИ НА ВОДНІ РЕСУРСИ: АНАЛІЗ ТА ПОТЕНЦІЙНІ ШЛЯХИ ВІДНОВЛЕННЯ**

У статті розглядаються наслідки антропогенного впливу воєнних дій на водні ресурси в контексті війни в Україні. Особлива увага приділяється аналізу екологічних загроз, спричинених інтенсивним використанням важкої техніки, вибуховими процесами та вивільненням токсичних речовин у водні екосистеми. Дослідження акцентує увагу на хімічному забрудненні водних ресурсів, викликаному руйнуванням інфраструктури, зокрема систем водопостачання та каналізації. У статті також наведено аналіз специфічних фізико-хімічних процесів, що відбуваються внаслідок зміни гідродинамічних умов і перерозподілу забруднюючих речовин у водних об'єктах. Розглядаються основні механізми міграції важких металів, нафтопродуктів, токсичних хімікатів та вибухових речовин через гідросферу. Увага приділяється прямим та опосередкованим наслідкам для біорізноманіття водних екосистем та людського здоров'я. Автори докладно аналізують вплив військових дій на підземні води, включаючи зміни в їхньому хімічному складі та можливі довгострокові наслідки для якості питної води. Розглядаються також проблеми, пов'язані з порушенням природних гідрологічних циклів внаслідок руйнування дамб, шлюзів та інших гідротехнічних споруд. Стаття висвітлює потенційні ризики транскордонного забруднення водних ресурсів та необхідність міжнародного співробітництва у вирішенні цих проблем. Окремо виділяються потенційні методи реабілітації водних систем, включаючи комплексні екологічні підходи до очищення, ремедіації забруднених водойм та відновлення гідрологічного балансу. Автори пропонують інноваційні технології очищення води, такі як використання нанофільтрації та біоремедіації,

а також обговорюють можливості застосування природоорієнтованих рішень для відновлення водних екосистем. Стаття пропонує розробку комплексної стратегії для зменшення негативного впливу війни на водні ресурси, а також рекомендації щодо вдосконалення екологічної політики та водного менеджменту у пост-мілітарний період. Особлива увага приділяється питанням моніторингу та оцінки стану водних ресурсів у постконфліктний період, а також розробці довгострокових програм відновлення та захисту водних екосистем. Автори наголошують на важливості інтеграції екологічних аспектів у процеси післявоєнної відбудови та необхідності посилення законодавчої бази щодо охорони водних ресурсів у контексті національної безпеки.

**Ключові слова:** екологічна безпека, військова діяльність, водні ресурси, антропогенне забруднення, відновлення екосистем.

### **Ilia TSYHANENKO-DZIUBENKO**

PhD Student at the Department of Ecology and Environmental Technologies, Assistant Lecturer at the Department of Earth Sciences, Zhytomyr Polytechnic State University, Chudnivska str., 103, Zhytomyr, Ukraine, 10005

**ORCID:** 0000-0002-3240-8719

### **Hanna KIREITSEVA**

PhD in Economics, Associate Professor, Doctoral Candidate, Associate Professor at the Department of Ecology and Environmental Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, Chudnivska str., 103, Zhytomyr, Ukraine, 10005

**ORCID:** 0000-0002-1055-1784

### **Olena HERASYMCHUK**

PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Earth Sciences, Zhytomyr Polytechnic State University, Chudnivska str., 103, Zhytomyr, Ukraine, 10005

**ORCID:** 0000-0002-1279-1888

### **Galyna SKYBA**

PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Earth Sciences, Zhytomyr Polytechnic State University, Chudnivska str., 103, Zhytomyr, Ukraine, 10005

**ORCID:** 0000-0002-4981-4975

### **Svitlana KHOMENKO**

PhD Student at the Department of Ecology and Environmental Technologies, Zhytomyr Polytechnic State University, Chudnivska str., 103, Zhytomyr, Ukraine, 10005

**ORCID:** 0009-0002-7463-7867

**To cite this article:** Tsyhanenko-Dziubenko, I., Kireitseva, H., Herasymchuk, O., Skyba, G., Khomenko, S. (2024). Antropohennyi vplyv viiny na vodni resursy: analiz ta potentsiini shliakhy vidnovlennia [Anthropogenic impact of war on water resources: analysis and potential ways of restoration]. *Problems of Chemistry and Sustainable Development*, 3, 51–59, doi: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2024-3-7>

## **ANTHROPOGENIC IMPACT OF WAR ON WATER RESOURCES: ANALYSIS AND POTENTIAL RECOVERY PATHWAYS**

The article examines the consequences of the anthropogenic impact of military actions on water resources in the context of the war in Ukraine. Special attention is given to the analysis of environmental threats caused by the intensive use of heavy machinery, explosive processes, and the release of toxic substances into aquatic ecosystems. The study focuses on the chemical pollution of water resources caused by the destruction of infrastructure, particularly water supply and sewage systems.

The paper also provides an analysis of specific physicochemical processes occurring due to changes in hydrodynamic conditions and the redistribution of pollutants in water bodies. The main mechanisms of migration of heavy metals, petroleum products, toxic chemicals, and explosive substances through the hydrosphere are examined. Attention is paid to the direct and indirect consequences for biodiversity in aquatic ecosystems and human health.

*The authors provide a detailed analysis of the impact of military actions on groundwater, including changes in their chemical composition and potential long-term consequences for drinking water quality. Issues related to the disruption of natural hydrological cycles due to the destruction of dams, locks, and other hydraulic structures are also considered. The article highlights the potential risks of transboundary water pollution and the need for international cooperation in addressing these problems.*

*Potential methods for rehabilitating water systems are separately highlighted, including comprehensive ecological approaches to cleaning, remediation of polluted water bodies, and restoration of hydrological balance. The authors propose innovative water purification technologies, such as the use of nanofiltration and bioremediation, and discuss the possibilities of applying nature-based solutions for the restoration of aquatic ecosystems.*

*The article proposes the development of a comprehensive strategy to reduce the negative impact of war on water resources, as well as recommendations for improving environmental policy and water management in the post-military period. Special attention is paid to the issues of monitoring and assessing the state of water resources in the post-conflict period, as well as the development of long-term programs for the restoration and protection of aquatic ecosystems. The authors emphasize the importance of integrating environmental aspects into post-war reconstruction processes and the need to strengthen the legislative framework for the protection of water resources in the context of national security.*

**Key words:** *environmental security, military activity, water resources, anthropogenic pollution, ecosystem restoration.*

**Актуальність.** Дослідження антропогенного впливу військових дій на водні ресурси набуває критичної значущості в контексті російсько-української війни. Військова діяльність та війна спричиняють мультифакторіальний деструктивний вплив на гідроекосистеми, призводячи до їх тотальної дегенерації та порушення гомеостазу. Інтенсивне застосування військової техніки, балістичних ракет, артилерійських систем та інших засобів ведення бойових дій призводить до масштабної емісії поллютантів, які через атмосферну циркуляцію та гідрологічний цикл потрапляють до водних об'єктів, спричиняючи їх контамінацію та екотоксикологічну деградацію.

**Метою дослідження** є аналіз наслідків антропогенного впливу воєнних дій на водні ресурси в контексті війни в Україні та визначення потенційних шляхів відновлення уражених гідроекосистем.

Наукова новизна. Уперше проведено комплексний аналіз впливу військових дій на водні ресурси України в період 2014–2023 років з використанням геопросторового аналізу та картографічної візуалізації. Виявлено специфічні паттерни деградації водних об'єктів в зонах активних бойових дій та на тимчасово окупованих територіях.

Практичне значення. Результати дослідження можуть бути використані для розробки комплексної стратегії зменшення негативного впливу війни на водні ресурси та вдосконалення екологічної політики і водного менеджменту у пост-мілітарний період.

Особливо небезпеку для акваторичних біоценозів становлять хімічні сполуки, що входять до складу вибухових речовин та боєприпасів

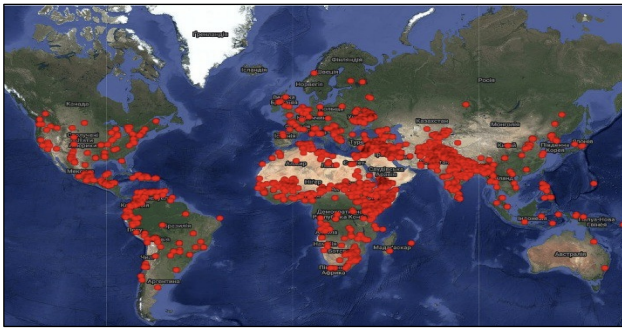
(Maksymenko, 2022; Tsyhanenko-Dziubenko, 2023). Нітроцелюлози, тринітротолуол, азид свинцю та інші компоненти, які широко використовуються у військовій справі, при потраплянні у водне середовище підлягають біогеохімічній трансформації, утворюючи високотоксичні метаболіти. Ці ксенобіотики здатні до біоаккумуляції та біомагніфікації в трофічних ланцюгах гідробіонтів, призводячи до порушення метаболічних процесів на клітинному та організмовому рівнях.

Особливо згубного впливу зазнають гідроекосистеми внаслідок контамінації сполуками важких металів, які є невід'ємними компонентами військової техніки та боєприпасів (Циганенко-Дзюбенко, 2023). Свинець, кадмій, ртуть, хром та інші металотоксиканти, потрапляючи у водне середовище, утворюють стійкі органо-мінеральні комплекси, які характеризуються високою біодоступністю та пролонгованою токсичною дією. Ці поллютанти здатні викликати каскад патофізіологічних реакцій у гідробіонтів, включаючи оксидативний стрес, порушення осморегуляції, інгібування ферментативних систем та генотоксичні ефекти, що в кінцевому підсумку призводить до редукції біорізноманіття та порушення функціональної стабільності водних екосистем (Tsyhanenko-Dziubenko, 2024).

Крім того, війна супроводжується масштабними викидами в атмосферу оксидів вуглецю, азоту та сірки, які, взаємодіючи з атмосферною вологою, утворюють кислотні опади. Ацидифікація водойм призводить до зміщення рН балансу, що негативно впливає на гідрохімічні показники та фізіологічні процеси гідробіонтів, особливо кальцифільних організмів. Це

спричиняє порушення кругообігу речовин та енергії в екосистемах, зниження їх самоочисної здатності та екологічної ємності.

Для мітигації наслідків військового впливу на гідросферу необхідна розробка комплексних стратегій ревіталізації, які включатимуть методи фіторемедіації, біоаугментації та хімічної іммобілізації поллютантів. Імплементация біотехнологічних підходів, зокрема застосування специфічних штамів мікроорганізмів-деструкторів та гіперакумуляуючих гідрофітів, може сприяти біодеградації органічних ксенобіотиків та секвестрації важких металів. Паралельно слід проводити моніторинг біоіндикаторних видів для оцінки ефективності відновлювальних заходів та прогнозування довгострокових екологічних наслідків.



**Рис. 1. Географічне поширення водних конфліктів у світі (за даними Water Conflict Chronology, Pacific Institute, 2024)**

Згідно з даними Pacific Institute у хронології конфліктів щодо водних ресурсів за останні 20 років, виявлено низку гострих випадків, що ілюструють, наскільки важливим є питання водної безпеки на глобальному рівні. Конфлікти, пов'язані з водними ресурсами, часто виникають на тлі загострення соціальних та політичних умов, де водний дефіцит та деградація водних систем стають тригером для ескалації насильства.

На представленій мапі Water Conflict Chronology (рис. 1) відображені гарячі точки водних конфліктів, що виникли по всьому світу. Червоні маркери позначають місця, де через дефіцит або контроль водних ресурсів відбувалися або продовжуються конфлікти, що часто спричиняють соціально-економічні й екологічні кризи. Особливу концентрацію таких конфліктів видно в Африці, на Близькому Сході,

в Південній та Південно-Східній Азії, а також у деяких регіонах Південної Америки. Водні ресурси в цих регіонах часто стають критичними факторами для ескалації насильства та конфліктів між державами, громадами або соціальними групами.

Значущим прикладом є події у Херсонській та Донецькій областях України у 2022 році, коли через військові дії значна частина населених пунктів була відрізана від доступу до питної води (Пацева, 2022). Це створило гуманітарну кризу, що вказує на критичність забезпечення водної інфраструктури у зонах конфлікту. Руїнування систем водопостачання та каналізації призвело до викидів небезпечних речовин у водні об'єкти, зокрема важких металів, що призвело до антропогенного забруднення водних джерел, створивши токсичний вплив на екосистеми та здоров'я населення.

Також варто звернути увагу на конфлікти в Північній Кенії у 2018 році, де суперечки за пасовища та доступ до води призвели до загибелі 14 людей. Ці конфлікти часто виникають у регіонах з обмеженими водними ресурсами, де кліматичні зміни призводять до зменшення кількості доступної води, збільшуючи ризик хімічного виснаження ґрунтів та деградації місцевих екосистем. У таких умовах зростає конкуренція за природні ресурси, що, у свою чергу, може призвести до ескалації насильства.

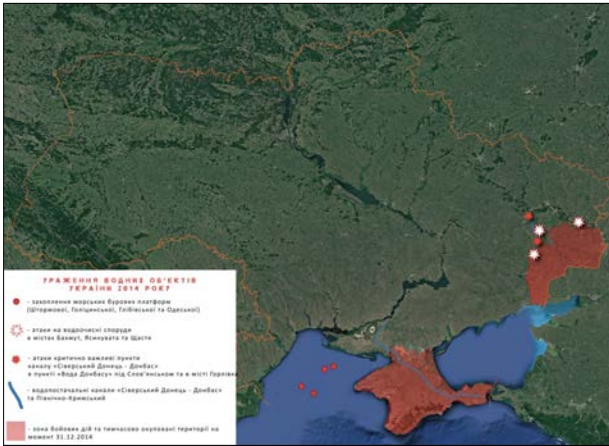
Ситуація в Туреччині у 2012 році також заслуговує на увагу, де напади на будівельні об'єкти турецьких дам стали результатом незгоди щодо проєктів з водорегулювання. Конфлікти навколо великих гідроенергетичних проєктів часто включають екологічні ризики, такі як зміна хімічного складу води, порушення природних гідродинамічних умов, що призводить до порушення біорізноманіття.

Варто зазначити, що водні конфлікти є надзвичайно актуальною темою в сучасному світі, оскільки вони поєднують в собі політичні, екологічні та соціальні аспекти. Забруднення водних ресурсів внаслідок військової діяльності або конфліктів призводить до накопичення токсичних речовин, таких як важкі метали, радіоактивні елементи та нафтопродукти, що створює загрози як для місцевих екосистем, так і для здоров'я людей.

А тепер варто деталізувати наслідки від російсько-української війни.



Представлена картографічна візуалізація (рис. 2) демонструє гідроекологічний стан України станом на 2014 рік, що зазнав антропогенного впливу внаслідок військових дій. Карта відображає просторовий розподіл різноманітних форм деградації водних ресурсів країни, викликаних мілітарною активністю.



**Рис. 2. Просторова візуалізація ураження водних об'єктів України внаслідок військових дій станом на 31.12.2014**

На карті виділяється зона бойових дій та тимчасово окуповані території на момент 31.12.2014, позначені червоним кольором, що охоплюють східну частину України та Кримський півострів. Ця територія характеризувалася підвищеним ризиком контамінації поверхневих та підземних вод поллютантами військового походження.

Гідрографічна мережа зазнала значного негативного впливу (Khilchevskiy, 2022). Синіми лініями позначено водопостачальні канали «Сіверський Донець – Донбас» та Північно-Кримський, які могли зазнати пошкодження або перебоїв у функціонуванні. Червоними зірками відмічено атаки на критично важливі пункти каналу «Сіверський Донець – Донбас» в пункті «Вода Донбасу» під Слов'янськом та в місті Горлівка, що могло призвести до порушення водопостачання великих територій.

Карта також відображає атаки на водоочисні споруди в містах Бахмут, Ясинувата та Щастя, позначені білими зірками, що могло спричинити забруднення водних ресурсів та проблеми з очисткою води для населення.

Червоними точками позначено захоплення морських бурових платформ (Штормової, Голіцинської, Одеської), що становить загрозу екологічній безпеці акваторії Чорного моря.

Картографічна візуалізація 2022 року (рис. 3) демонструє значно масштабніший вплив військових дій на водні ресурси України. Зона бойових дій та тимчасово окуповані території, позначені червоним кольором, охоплюють значно більшу територію, включаючи північні, східні та південні регіони країни.



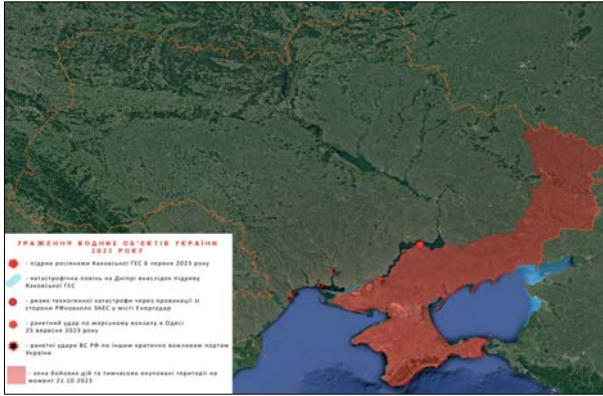
**Рис. 3. Картографічне відображення зони бойових дій та ураження водних об'єктів України в контексті військової агресії 2022 року**

На карті відображено низку критичних подій, що мали катастрофічний вплив на гідроекосистеми:

1. Червоною точкою позначено ядерний ризик забруднення навколо Запорізької АЕС внаслідок блокування росіянами доступу до станції.
  2. Коричневою точкою відмічено повне руйнування росіянами водної інфраструктури на о. Зміїний.
  3. Червоними зірками позначено ракетні та артилерійські обстріли українських портів росіянами, що могло призвести до забруднення прибережних вод.
  4. Червоними трикутниками відмічено ризик виникнення екологічної кризи в місцях боїв під Херсоном, на Азовсталі, Маріуполі та під Вуглегірською внаслідок викидів.
  5. Чорними точками позначено забруднення підземних вод внаслідок викиду аміаку під Северодонецьком, часткове руйнування каналізаційної системи у Запоріжжі та руйнування очисними килимами хімічної водоочистки в Малій Вільшанці.
- Карта також відображає підрив дамб на р. Оскіл та р. Ірпінь, затоплення місцевостей по р. Оскіл та р. Ірпінь, руйнування насосних

станцій у м. Василькові, що призвело до суттєвих змін гідрологічного режиму та потенційного забруднення водних ресурсів.

Картографічна візуалізація 2023 року (рис. 4) демонструє подальшу ескалацію впливу військових дій на водні ресурси України.

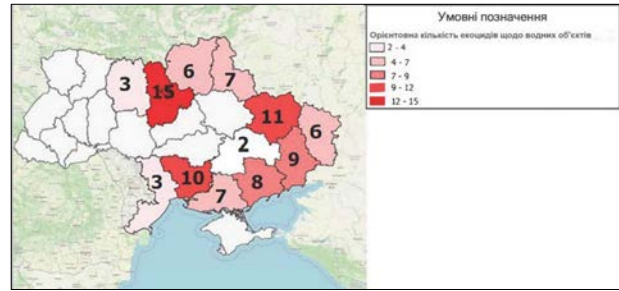


**Рис. 4. Геопросторова репрезентація наслідків військових дій для гідрологічних об'єктів України станом на 21.10.2023**

Зона бойових дій та тимчасово окуповані території, позначені червоним кольором, охоплюють значну частину східної та південної України. На карті відображено кілька критичних подій, що мали катастрофічний вплив на гідроекосистеми:

1. Червоною зіркою позначено підриг росіянами Каховської ГЕС 6 червня 2023 року, що призвело до масштабної екологічної катастрофи.
2. Блакитним кольором позначено катастрофічну повінь на Дніпрі внаслідок підриву Каховської ГЕС, що спричинило затоплення великих територій та забруднення води.
3. Червоними точками відмічено ризик техногенної катастрофи через провокації зі сторони РФ навколо ЗАЕС у місті Енергодар.
4. Червоними зірками позначено ракетний удар по морському вокзалу в Одесі 25 вересня 2023 року та ракетні удари ЗС РФ по інших критично важливим портам України, що могло призвести до забруднення прибережних вод та порушення морської екосистеми.

Узагальнююча мапа (рис. 5) ілюструє кількість екологічних злочинів проти водних об'єктів України.



**Рис. 5. Кількість екологічних злочинів проти водних об'єктів України**

Ця карта розділена на адміністративні регіони, кожен з яких має числове значення, що відповідає кількості зафіксованих екологічних злочинів.

Згідно з легендою, регіони класифіковані за кількістю злочинів у діапазоні від 2–4 до 12–15. Найвищий рівень екологічних злочинів (12–15) зафіксовано в центральному регіоні країни, який позначений темно-червоним кольором з числом 15.

Східні та північно-східні регіони також демонструють високі показники екологічних злочинів. Зокрема, два регіони на сході мають 11 та 9 зафіксованих випадків відповідно.

Південні регіони України показують різні рівні екологічних злочинів – від низьких (3–4) до середніх (7–8).

Західна частина країни загалом має нижчі показники, з деякими регіонами, де зафіксовано лише 2–4 випадки екологічних злочинів проти водних об'єктів.

Цікаво відзначити, що Крим (південний півострів) на цій мапі не має позначення кількості екологічних злочинів.

Ця мапа яскраво демонструє нерівномірний розподіл екологічних злочинів проти водних об'єктів по території України. Найбільша концентрація таких злочинів спостерігається в центральних та східних регіонах країни, що може бути пов'язано з інтенсивністю бойових дій у цих областях під час російсько-української війни. Високі показники екологічних злочинів у цих регіонах можуть свідчити про значне погіршення стану водних ресурсів внаслідок військових операцій, пошкодження інфраструктури та недбалого поводження з небезпечними речовинами.

## Етапи реабілітації водних об'єктів після військового впливу

Етап	Процедура	Методологія	Орієнтовні часові рамки	Екологічний ефект
1. Превентивна діагностика	Мультиспектральний аналіз водного басейну	Гідрохімічне профілювання, біоіндикація	1–3 місяці	Визначення базового рівня забруднення
2. Гуманітарне розмінування	Магнітометрична розвідка, ехолокація	Роботизоване розмінування, біоремедіація	3–12 місяців	Зниження ризику вторинного забруднення
3. Детоксикація	Фіторемедіація, хімічна нейтралізація	Інтродукція гіперакумуляторів, іонообмінні процеси	6–24 місяці	Редукція концентрації поллютантів
4. Біоаугментація	Інтродукція автохтонних мікроорганізмів	Культивування та імплантація бактеріальних консорціумів	3–9 місяців	Відновлення мікробіому
5. Екосистемна реконструкція	Відновлення трофічних ланцюгів	Поетапна реінтродукція гідробіонтів	12–36 місяців	Стабілізація біоценозу
6. Моніторинг	Комплексний екологічний аудит	Біомоніторинг, хемометричний аналіз	Постійно	Оцінка динаміки відновлення

Ця ситуація підкреслює гостру необхідність у розробці та впровадженні ефективних заходів з охорони водних ресурсів у зонах конфлікту (Кірейцева, 2024) (табл. 1), а також важливість міжнародної підтримки у відновленні та захисті екосистем України після завершення війни. Окрім того, ці дані можуть слугувати важливим аргументом при оцінці екологічних збитків, завданих внаслідок військових дій, та при плануванні майбутніх відновлювальних робіт.

Представлена таблиця демонструє мультифазний підхід до реабілітації та рекультивативної аквальної екосистем, що зазнали антропогенного впливу внаслідок мілітаристичної активності. Кожен етап характеризується специфічною методологією, що варіює від превентивних діагностичних заходів до комплексної екосистемної реконструкції (Хом'як, 2023). Особливу увагу приділено процедурі гуманітарного розмінування як критичному елементу забезпечення подальшої екологічної безпеки. Імплементация запропонованої схеми передбачає синергетичний ефект, що сприяє прискореній регенерації біогеоценозу та відновленню гомеостазу водного об'єкта.

**Висновки:**

1. Військові дії призводять до масштабного забруднення водних ресурсів важкими металами, нафтопродуктами та специфічними військовими поллютантами.

2. Руїнування водної інфраструктури, зокрема систем водопостачання та каналізації, спричиняє значне погіршення якості води та ризику для здоров'я населення.

3. Підрив гідротехнічних споруд (дамб, ГЕС) призводить до катастрофічних змін гідрологічного режиму та масштабних екологічних катастроф.

4. Найбільша концентрація екологічних злочинів проти водних об'єктів спостерігається в центральних та східних регіонах України.

5. Запропоновано шестиетапний підхід до реабілітації водних об'єктів, що включає превентивну діагностику, гуманітарне розмінування, детоксикацію, біоаугментацію, екосистемну реконструкцію та моніторинг.

6. Відновлення водних екосистем потребує комплексного підходу, включаючи методи фіторемедіації, біоаугментації та хімічної іммобілізації поллютантів.

**ЛІТЕРАТУРА:**

- Alpatova O., Maksymenko I., Patseva I., Khomiak I., Gandziura V. Hydrochemical state of the post-military operations water ecosystems of the Moschun, Kyiv region. 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2022. P. 1-5. DOI: 10.3997/2214-4609.2022580145.
- Institute for the Study of War. Interactive Map: Russia's Invasion of Ukraine. 2022. URL: <https://storymaps.arcgis.com/stories/36a7f6a6f5a9448496de641cf64bd375> (дата звернення: 26.09.2024).



3. Кірейцева Г., Циганенко-Дзюбенко І., Замула І., Демчук Л. Аналіз стану та моніторинг поверхневих водних об'єктів Чернігівської області. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2024. Вип. 1(144). С. 84–91.
4. Kireitseva H., Šerevičienė V., Zamula I., Khrutba V. Internal and external factors of use and conservation of water resources in Zhytomyr region. *Journal Environmental Problems*. 2024. Vol. 9, № 1. P. 43–50. DOI: 10.23939/ep2024.01.043.
5. Пацева І. Г., Алпатова О. М., Демчук Л. І., Кірейцева Г. В., Левицький В. Г. Сучасний стан навколишнього природного середовища в умовах впливу війни. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. 2022. Вип. 4 (43). С. 19–22.
6. Khilchevskiy V. K., Grebin V. V., Bolbot H. V. River Basins Districts of Ukraine – Comparison with the Map of Russia's Armed Aggression (Summer 2022). 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2022. P. 1–5. DOI: 10.3997/2214-4609.2022580017.
7. Хом'як І. В., Брень А. Л., Медвідь О. В., Хом'як А. К., Максименко І. Ю. Динаміка рослинності суходолу на території кар'єрів як модель постмілітарного відновлення дикої природи. *Український журнал природничих наук*. 2023. №5. С. 61–69. DOI: 10.32782/naturaljournal.5.2023.7.
8. Tsyhanenko-Dziubenko I., Kireitseva H., Demchuk L. Dynamics of Heavy Metal Compounds Allocation in Urbohydrotops of Kyiv Region in Post-Military Conditions. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. 2023. Vol. 1. P. 1–5. DOI: 10.3997/2214-4609.2023520066.
9. Циганенко-Дзюбенко І. Ю., Гандзюра В. П., Алпатова О. М., Демчук Л. І., Хом'як І. В., Вовк В. М. Гідрохімічний статус пост-мілітарних водних екосистем с. Мощун, Київської області. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 1 (46). С. 53–58.
10. Циганенко-Дзюбенко І., Кірейцева Г. Фізіолого-біохімічні механізми стійкості *Planorbarius corneus* L. до впливу хімічних стресорів війни. *Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Екологія. Публічне управління та адміністрування»*. 2023. № 4. С. 18–25. DOI: 10.32782/2786-5681-2023-4.03.
11. Циганенко-Дзюбенко І., Хом'як І., Кірейцева Г. Моделювання динаміки водних і прибережно-водних рослинних угруповань у пост-мілітарних умовах. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2023. Вип. 2. С. 26–37.
12. Циганенко-Дзюбенко І. Ю., Кірейцева Г. В., Демчук Л. І., Скиба Г. В., Вовк В. М. Оцінка стану та фітореMediaційного потенціалу антропогенно трансформованих гідроекосистем Малинщини. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 5 (50). С. 81–87. URL: <http://eoj.dea.kiev.ua/archives/2023/5/12.pdf> (дата звернення: 26.09.2024).
13. Tsyhanenko-Dziubenko I., Šerevičienė V., Ustymenko V. Dissecting biochemical mechanisms that mediate tolerance to military chemical stressors in diverse malacological systems. *Environmental problems*. 2024. Vol. 9, № 1. P. 51–58. DOI: 10.23939/ep2024.01.051.

#### REFERENCES:

1. Alpatova, O., Maksymenko, I., Patseva, I., Khomiak, I., & Gandziura, V. (2022). Hydrochemical state of the post-military operations water ecosystems of the Moschun, Kyiv region. 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, 1–5. DOI: 10.3997/2214-4609.2022580145.
2. Institute for the Study of War. (2022). Interactive Map: Russia's Invasion of Ukraine. Retrieved September 26, 2024, from <https://storymaps.arcgis.com/stories/36a7f6a6f5a9448496de641cf64bd375>
3. Kireitseva, H., Tsyhanenko-Dziubenko, I., Zamula, I., & Demchuk, L. (2024). Analiz stanu ta monitorynh povorkhnevyykh vodnykh ob'ektiv Chernihivskoi oblasti [Analysis of the state and monitoring of surface water bodies in the Chernihiv region]. *Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho – Bulletin of the Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University*, 1(144), 84–91.
4. Kireitseva, H., Šerevičienė, V., Zamula, I., & Khrutba, V. (2024). Internal and external factors of use and conservation of water resources in Zhytomyr region. *Journal Environmental Problems*, 9(1), 43–50. DOI: 10.23939/ep2024.01.043.
5. Patseva, I.H., Alpatova, O.M., Demchuk, L.I., Kireitseva, H.V., & Levytskyi, V.H. (2022). Suchasnyi stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v umovakh vplyvu viiny [The current state of the environment under the impact of war]. *Ekolohichni nauky: naukovo-praktychnyi zhurnal*, 4(43), 19–22.
6. Khilchevskiy, V. K., Grebin, V. V., & Bolbot, H. V. (2022). River Basins Districts of Ukraine – Comparison with the Map of Russia's Armed Aggression (Summer 2022). 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, 1-5. DOI: 10.3997/2214-4609.2022580017.
7. Khomiak, I. V., Bren, A. L., Medvid, O. V., Khomiak, A. K., & Maksymenko, I. Yu. (2023). Dynamika roslynnosti sukhodolu na terytorii karieriv yak model postmilitarnoho vidnovlennia dykoi pryrody [Dynamics of land vegetation on the territory of quarries as a model of post-military restoration of wildlife]. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychyykh nauk – Ukrainian Journal of Natural Sciences*, 5, 61–69. DOI: 10.32782/naturaljournal.5.2023.7.



8. Tsyhanenko-Dziubenko, I., Kireitseva, H., & Demchuk, L. (2023). Dynamics of Heavy Metal Compounds Allocation in Urbohydrotops of Kyiv Region in Post-Military Conditions. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, 1, 1-5. DOI: 10.3997/2214-4609.2023520066.
9. Tsyhanenko-Dziubenko, I. Yu., Handziura, V. P., Alpatova, O. M., Demchuk, L. I., Khom'iak, I. V., & Vovk, V. M. (2023). Hydrochemical status of post-military water ecosystems in the village of Moshchun, Kyiv region. *Ecological Sciences*, (1)46, 53–58.
10. Tsyhanenko-Dziubenko, I., & Kireitseva, H. (2023). Physiological and biochemical mechanisms of resistance of *Planorbarius corneus* L. to the effects of chemical warfare stressors [Fizioloho-biokhimichni mekhanizmy stiikosti *Planorbarius corneus* L. do vplyvu khimichnykh stresoriv viiny]. *Naukovyi visnyk Vinnytskoi akademii bezperervnoi osvity. Seriya «Ekolohiia. Publichne upravlinnia ta administruvannia»*, 4, 18–25. DOI: 10.32782/2786-5681-2023-4.03.
11. Tsyhanenko-Dziubenko, I., Khomiak, I., & Kireitseva, H. (2023). Modeliuvannia dynamiky vodnykh i pryberezhnykh-vodnykh roslynnykh uhrupovan u post-militarnykh umovakh [Modelling the dynamics of aquatic and coastal plant communities in post-military conditions]. *Problemy khimii ta staloho rozvytku*, 2, 26–37.
12. Tsyhanenko-Dziubenko, I. Yu., Kireitseva, H. V., Demchuk, L. I., Skyba, H. V., & Vovk, V. M. (2023). Otsinka stanu ta fitoremediatsiinoho potentsialu antropohenno transformovanykh hidroekosystem Malynshchyny [Assessment of the state and phytoremediation potential of anthropogenically transformed hydroecosystems of the Malyn region]. *Ekolohichni nauky*, 5(50), 81–87. Retrieved September 26, 2024, from <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2023/5/12.pdf>
13. Tsyhanenko-Dziubenko, I., Šerevičienė, V., & Ustyenko, V. (2024). Dissecting biochemical mechanisms that mediate tolerance to military chemical stressors in diverse malacological systems. *Environmental Problems*, 9(1), 51–58. DOI: 10.23939/ep2024.01.051.