



УДК 504.064.3:556.53(477)

DOI <https://doi.org/10.32999/ksu2413-7391/2024-21-4>

Циганенко-Дзюбенко І.Ю.,
аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій,
асистент кафедри наук про Землю
Державний університет «Житомирська політехніка»
ke_miyu@ztu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-3240-8719

Кірейцева Г.В.,
кандидат економічних наук, доцент, докторант,
доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Державний університет «Житомирська політехніка»
gef_kgv@ztu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-1055-1784

Герасимчук О.Л.,
кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри наук про Землю
Державний університет «Житомирська політехніка»
kgt_gol@ztu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-1279-1888

Скиба Г.В.,
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри наук про Землю
Державний університет «Житомирська політехніка»
kpn_sgv@ztu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-4981-4975

Хоменко С.В.,
аспірант кафедри екології та природоохоронних технологій
Державний університет «Житомирська політехніка»
org_hsv@ztu.edu.ua
ORCID: 0009-0002-7463-7867

ОСОБЛИВОСТІ ПЛАНУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ МОНІТОРИНГУ МАЛИХ РІЧОК В УМОВАХ УРБАНІЗАЦІЇ ТА ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

Статтю присвячено актуальній проблемі планування та реалізації моніторингу малих річок в умовах урбанізації та військових дій. Проаналізовано сучасний стан гідрографічної мережі Житомирської області та виявлено, що більшу частину поверхневих водних ресурсів формують саме малі річки. Досліджено особливості державного моніторингу поверхневих вод та встановлено, що малі річки, які протікають у міському середовищі та зазнають суттєвого антропогенного впливу, не охоплені системою спостережень. На прикладі річки Кам'янка проведено моніторинг за гідрохімічними показниками впродовж 2019–2023 рр. та виявлено перевищення нормативів за показниками хімічного споживання кисню та загального заліза. Результати порівняно з даними по річці Тетерів. Розглянуто вплив військових дій на території Житомирської області на гідрографічну мережу регіону та представлено карту ураження водних об'єктів. Виділено особливості реалізації моніторингу малих річок в умовах військових дій, які включають: пріоритетизацію безпеки персоналу, використання дистанційних методів збору даних, швидке реагування на зміни екологічної

ситуації, інтеграцію різноманітних джерел інформації, фокус на виявлення специфічних військових забруднювачів, розроблення прогностичних моделей поширення забруднень, посилену увагу до стану підземних вод, налагодження міжвідомчої та міжнародної співпраці. Запропоновано перспективні напрями розвитку досліджень, які включають розроблення автоматизованих систем раннього виявлення забруднень, створення комплексних моделей відновлення водних екосистем та розвиток методів біомоніторингу, адаптованих до умов підвищеного антропогенного навантаження.

Ключові слова: гідроекологічний моніторинг, урбанізовані території, постмілітарні гідроекосистеми, антропогенне навантаження, гідрохімічні параметри, екологічний стан водотоків, басейновий принцип управління.

Tsyhanenko-Dziubenko I.Yu., Kireitseva H.V., Herasymchuk O.L., Skyba G.V., Khomenko S.V.
Features of planning and implementation of monitoring of small rivers in conditions of urbanization and military actions

The article addresses the urgent issue of planning and implementing monitoring of small rivers in the context of urbanization and military actions. The authors analyze the current state of the hydrographic network in Zhytomyr region and reveal that small rivers form the majority of surface water resources. The features of state monitoring of surface waters are examined, highlighting that small rivers flowing through urban environments and experiencing significant anthropogenic impact are not covered by the observation system. Using the Kamyanka River as an example, monitoring of hydrochemical indicators was conducted from 2019 to 2023, revealing exceedances in Chemical Oxygen Demand and total iron levels. These results are compared with data from the Teteriv River. The authors consider the impact of military actions in Zhytomyr region on the area's hydrological network and present a map of affected water bodies. The paper outlines the specifics of implementing small river monitoring in wartime conditions, including: prioritizing personnel safety, utilizing remote data collection methods, rapid response to environmental changes, integrating diverse information sources, focusing on detecting specific military pollutants, developing predictive models of pollution spread, increased attention to groundwater conditions, and establishing inter-agency and international cooperation. Prospective research directions are proposed, including the development of automated early pollution detection systems, creation of comprehensive models for aquatic ecosystem restoration, and advancement of biomonitoring methods adapted to conditions of increased anthropogenic pressure.

Key words: hydroecological monitoring, urbanized territories, post-military hydroecosystems, anthropogenic load, hydrochemical parameters, ecological status of watercourses, basin-based management principle.

Постановка науково-практичної проблеми. Питання якості та доступності води для населення як до цінного ресурсу, що відіграє важливу роль у забезпеченні подальшого існування людства, постає дедалі гостріше. Природні водотоки: струмки потічки, малі річки є джерелом живлення для середніх за розміром та великих річок. Науковці єдині у думці, що саме від кількості та характеристик малих річок залежить водне благополуччя у басейнах середніх та великих річок. Вони містять значні запаси води, мають величезний біофонд цінних тварин і рослин, а також є колекторами поверхневого стоку, тобто об'єктами, де завдяки значній самоочисній здатності відбувається очищення від різноманітних забруднень, що потрапляють до них із навколишнього водозбору. В Україні відповідно до «Водної рамкової директиви» ЄС (2000) налічується 19,8 тис малих річок із сумарною довжиною

близько 59,2 тис км (Хільчевський, 2017). Унаслідок своїх невеликих розмірів 94,9% малих річок мають довжину до 10 км, вони стають найбільш чутливими до природних змін, активного антропогенного впливу, що посилює процеси деградації, а інколи призводить до повного їх зникнення. Активізація урбанізаційних процесів як у світі, так і в Україні призводить до розширення міського середовища, а отже, малі річки стають невід'ємними частинами міських екосистем. Це надає суттєві переваги, оскільки забезпечує сприятливий мікроклімат, створює природний ландшафт та місця для рекреації. Збільшення рівня використання водних ресурсів малих річок, надходження поллютантів різних класів небезпеки до їх складу потребує дослідження їхніх гідрологічних, гідрохімічних та гідроекологічних характеристик. Отже, надмірне навантаження та безконтрольне використання формують



екологічні виклики, які можна оцінити та розв'язати шляхом планування та реалізації системи моніторингу малих річок урбанізованих територій.

Також варто додати, що військові дії на території Житомирської області створили безпрецедентну загрозу для водних екосистем регіону, яка вимагає негайного та комплексного реагування. Особливо гострою є проблема забруднення малих річок, які є найбільш уразливими до антропогенного впливу та мають обмежену здатність до самоочищення. Ситуація ускладнюється тим, що стандартні методи моніторингу водних об'єктів виявляються недостатньо ефективними в умовах активних бойових дій та у післявоєнний період.

Окрім того, існує нагальна потреба в розробленні нових підходів до оцінки довгострокових наслідків військового конфлікту для гідрологічного режиму та якості води в регіоні. Особливу увагу слід приділити вивченню кумулятивного ефекту різних видів забруднень, включаючи хімічне, радіаційне та механічне, на водні екосистеми та здоров'я населення. Важливим аспектом проблеми є також необхідність адаптації існуючих методик екологічного моніторингу до умов підвищеної небезпеки та обмеженого доступу до певних територій.

Актуальність і новизна дослідження.

Питання дослідження стану, контроль та спостереження за станом водних ресурсів набувають дедалі більшої актуальності. Малі річки, акумулюючи ресурсний потенціал поверхневих вод, часто є первинними функціональними складовими компонентами цілісних річкових систем, значною мірою визначаючи характерність хімічного складу води та особливості гідрологічного режиму водних об'єктів, що живляться їхніми водами.

Водночас малі річки відіграють ключову роль у локальних гідросистемах, поєднуючи поверхневі, ґрунтові та підземні води, регулюючи їх співвідношення і забезпечуючи їх реакцію на зміни стану довкілля (Наконечна, 2023). Структура та гідрографія малих річок функціонально подібна до великих водотоків, однак, зважаючи на незначні розміри водозабору та малу водність, вони виявляються більш чутливими до кліматичних змін та посиленого антропогенного й техногенного

тиску в умовах активізації урбаністичних процесів.

Зміна метеорологічних показників, кількості опадів, інтенсифікація господарської діяльності спонукають порушення гідрологічного режиму, живлення та стоку. Такі реакції позначаються на природній функціональності малих річок і, як наслідок, призводять до тривалих змін та наслідків для локальних екосистем. Саме тому малі водотоки можуть використовувати як модельні об'єкти під час дослідження стану поверхневих вод.

Погіршення стану водних об'єктів, їх деградація, а подекуди й повне зникнення є питанням, яке впродовж багатьох років стоїть як перед науковцями, так і перед людством у цілому. Причинно-наслідкові зв'язки виявилися недостатньо вивченими, оскільки відсутні чіткі методологічні підходи до моніторингових досліджень саме малих річок.

Метою дослідження є узагальнення методологічних і методичних підходів до планування та організації моніторингових досліджень малих річок урбанізованих та постмілітарних територій.

Зв'язок теми статті з важливими науково-практичними завданнями. Досягнення Цілей сталого розвитку виступає провідним орієнтиром розвитку людства. Пріоритетом, визначеним ООН, виступає забезпечення населення планети водою, що підтверджується Резолюцією Генеральної Асамблеї ООН 71/222 (2016 р.), яка проголошує період 2018–2028 рр. Міжнародним десятиріччям дій «Вода для сталого розвитку». Окремі положення документу прямо окреслюють необхідність перегляду методичних підходів досліджень малих річок. Екологічна безпека водних об'єктів в Україні є однією з нагальних проблем сьогодення. Дослідження умов створення дефіциту водних ресурсів є надважливим для сталого розвитку регіонів і відповідає принципам Водної стратегії України на період до 2050 р.

У великих річкових басейнах зміни режиму внаслідок господарської діяльності менше проявляються, на загальному тлі вони затушовуються, а у малому наочно фіксуються і дають змогу виявити найменші ознаки будь-якого впливу на початкових стадіях та попередити їхні можливі негативні прояви. Досягнення високої якості водних об'єктів має поєднуватися

з уникненням природних та антропогенних ризиків, пов'язаних із їх функціонуванням. До них відносимо гідрологічні та гідроекологічні небезпеки, які виникають у басейнових системах. Малі річки виступають важливими складовими частинами екосистеми багатьох населених пунктів. Отже, рівень антропогенного впливу на їхній екологічний стан невідносно зростає у зв'язку з активним використанням вод на потреби промисловості та побутових споживачів, зі збільшенням інтенсифікації сільськогосподарства, розорюваності земель, будівництвом гідротехнічних споруд та регулювання річкового стоку. У басейнах малих річок розорані 70–80% земель. Лісистість басейнів навіть на Поліссі (за невеликим винятком) нижче оптимального рівня і становить 20–30%. Моніторинг стану водних об'єктів в умовах урбанізованого середовища відповідає стратегічним цілям і завданням, визначеним Законом України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року», а саме завданню «зменшення негативного впливу процесів урбанізації на навколишнє природне середовище» (Ціль 2 – «Забезпечення сталого розвитку природно-ресурсного потенціалу України»).

Організація гармонійного розвитку басейнових систем та його економіко-соціально-природного складника вимагає відповідного наукового підґрунтя.

Розв'язання проблеми щодо зниження рівня забруднення вод малих річок потребує вагомих важелів, робота яких має ґрунтуватися на детальній та об'єктивній інформації, яка дасть змогу застосувати ефективні попереджувальні природоохоронні заходи. Надходження докладної об'єктивної інформації може забезпечити лише детально спланований систематичний моніторинг стану вод малих річок та водних об'єктів у їхніх басейнах.

Аналіз останніх публікацій за темою дослідження. Питання погіршення стану водних об'єктів науковці пов'язують зі зростанням антропогенного впливу та швидкими темпами урбанізації. Статистичні дані зазначають, що частка міського населення планети до 2050 р. може зрости до 70%. Досліджуючи вплив зростання чисельності населення та урбанізації територій на стан водних об'єктів, науковці відзначають їх прямий та непрямий

вплив. Зокрема, відзначається негативний вплив забудови територій водорозділу, його фрагментації та зміни рослинного покриву на показники якості води (Циганенко-Дзюбенко, 2023). Проаналізувавши взаємозв'язки інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та водокористування, науковці (Brundal, 2017) звертають увагу на різний рівень забруднення водних об'єктів за окремих видів землекористування. Проблеми дефіциту води внаслідок зростаючого водоспоживання та небезпеки виснаження підземних вод урбанізованих територій висвітлено в роботах авторів (Васютинська, 2020; Kireitceva, 2024).

Проблеми організації моніторингових досліджень стану водних об'єктів, у тому числі урбанізованих територій, знайшли своє відображення у роботах зарубіжних та вітчизняних учених. Автори (Ухань, 2021) зазначають, що система моніторингу поверхневих водних ресурсів в Україні набула повного законодавчого обґрунтування. Науковці (Наконечна, 2023; Циганенко-Дзюбенко, 2023; Kireitceva, 2024) розглянули методологічні та методичні проблеми гідроекологічних досліджень малих річок степу, окресливши шляхи адаптації наявних методик для досліджень динамічних гідросистем малих річок, а також можливі засоби щодо деталізації морфометричних параметрів стоку в межах трансформованих водозборів. Наукові дослідження стану малих річок різних регіонів України та прикордонних територій присвячені питанням впливу рекреаційних комплексів, рибного господарства, урбанізаційних процесів та надзвичайних ситуацій природного характеру (Наконечна, 2023).

Значна частина досліджень ґрунтується на методологічних підходах, які застосовуються до середніх та великих річок. Проте особливості малих річок, зокрема тих, що протікають у межах урбанізованих територій, указують на необхідність узагальнення підходів та засобів їх вивчення спостереження та контролю. Науковці відзначають специфічність малих річок та невідповідність методологічного підґрунтя щодо роботи з ними.

Викладення основного матеріалу. Запас водних ресурсів (поверхневих вод) в Україні є одним із найменших в Європі та становить близько 1,0 тис м³ на рік на одну людину. Великі та середні річки забезпечують потреби



водокористувачів у воді. Водночас якість води та повноводність головних водних артерій залежать від стану їхніх приток – малих річок. Саме малі річки відіграють важливу роль для функціонування урбоєкосистем, оскільки 90% населених пунктів розташовані у долинах малих річок та використовують їхню воду для задоволення своїх потреб.

Гідрографічна мережа Житомирської області розташована у межах суббасейну річки Прип'ять (56%) території, або 16,6 тис км², та середнього Дніпра (44%), або 13,2 тис км². Поверхневі водні ресурси в області формуються здебільшого з місцевого стоку в річковій мережі переважно на власній території за рахунок атмосферних опадів, а також транзитного стоку, який надходить із суміжних областей. Середня величина річкового стоку становить 3300 млн м³, із них на території області формується 2800 млн куб. м.

В області нараховується 2 822 річки загальною протяжністю 13,7 тис км, із них 329 довжиною понад 10 км, протяжністю 6 692 км і 2 493 – довжиною менше 10 км, протяжністю 7 062 км.

У структурі гідрографічної сітки великих річок немає, середніх річок вісім: Тетерів, Случ, Ірша, Уборть, Ствига, Словечна, Уж та Ірпінь.

Водність рік області досить нерівномірна по сезонах року та кліматичних зонах. Так, водність рік у північних районах в 1,5–2 рази вище, ніж у південних, до 70% стоку річок припадає на весняну повінь або літні паводки і лише до 30% на решту періоду року.

Водозабезпеченість в області в середній по водності рік становить 2,6 тис м³/осіб, у мало-водний рік – 0,9 тис м³/осіб.

Більшу частину поверхневих водних ресурсів області формують саме малі річки, екологічний стан яких потребує проведення моніторингових досліджень.

Державний моніторинг поверхневих вод є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля і здійснюється в системі Державного агентства водних ресурсів України згідно зі ст. 16 Водного кодексу України, Постановою Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 № 758 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод».

Державний моніторинг масивів поверхневих вод складається з діагностичного, операційного та дослідницького моніторингу, що

здійснюється за біологічними, фізико-хімічними, хімічними та гідроморфологічними показниками з метою встановлення екологічного стану масивів поверхневих вод.

Здійснення діагностичного моніторингу масивів поверхневих вод є одним із найважливіших етапів розроблення Плану управління річковим басейном (ПУРБ). Упровадження європейських стандартів з управління водними ресурсами шляхом реалізації ПУРБ має на меті досягнення «доброго» екологічного стану водних об'єктів.

Моніторинг басейнів малих річок України є складником державної системи моніторингу навколишнього середовища та системи відомчого еколого-господарського моніторингу Держводагентства України та включає моніторинг:

1) поверхневих вод річки та джерел їх забруднення;

2) земель водозбору річки та їх використання, у тому числі ерозійних процесів, утрат родючості, заболочування та засолення, забруднення пестицидами, важкими металами, радіонуклідами;

3) атмосферного повітря, складу та обсягів викидів забруднювальних речовин в атмосферу, оцінки ступеня небезпеки забруднення для екосистеми басейну та населення, що там проживає;

4) еколого-меліоративного стану зрошуваних, осушуваних та прилеглих до них земель у басейнах малих річок.

Відповідно до Наказу Міндовкілля від 17.01.2023 № 27 «Про затвердження Програми державного моніторингу вод», у суббасейні Прип'яті передбачено здійснювати на 16 річках: Прип'ять, Случ, Хомора, Уборть, Уж, Турія, Стохід, Стир, Путилівка, Іква, Горинь, Устя, Льва, Ствига, Полква та Болдурка.

Окрім того, БУВР Прип'яті здійснює моніторинг поверхневих вод у суббасейні середнього Дніпра у межах Житомирської області – 10 пунктів моніторингу, 9 МПВ на річках Тетерів, Гнилоп'ять, Ірша, Возня та Ів'янка.

Пріоритетні та басейнові специфічні показники в суббасейні Прип'яті визначаються лабораторією вод Північного регіону Міжрегіонального офісу захисних масивів дніпровських водосховищ.

Найбільшим джерелом водопостачання є басейн річки Тетерів, з якого у 2021 р. було

забрано 59,694 млн м³, або 62,0% від загального водозабору області. Річка є джерелом господарсько-питного водопостачання міст Житомира, Коростишева, Радомишля. Саме тому моніторинг поверхневих вод є важливим для забезпечення населення урбанізованих територій якісною водою.

Моніторинг вод здійснюють переважно на питних водозаборах міст та нижче скиду, випускаючи з виду малі річки, які протікають у міському середовищі, зазнаючи суттєвого антропогенного впливу.

За даними Лабораторії моніторингу вод та ґрунтів БУВР Прип'яті, було встановлено перевищення нормативу за одним показником – біохімічне споживання кисню. Перевищення нормативу було у 1,07 рази. Решта показників не перевищували встановлені рівні ГДК (табл. 1).

Із більше ніж 200 річок, які протікають в області, 12 локалізовані у м. Житомирі та його околицях: Тетерів, Гуйва, Гнилоп'ять, Кам'янка, Лісова, Путятинка, Крошенка, Рудава, Кокоричанка, тощо. Вони несуть свої води, скиди в які потрапляють без очищення та без контролю в р. Тетерів. Безпосередньо містом протікають малі річки Кам'янка, Путятинка, Крошенка, Рудава, Кокоричанка. Дві останні – притоки Кам'янки, протікають у підземних трубопроводах та виходять на поверхню лише у місцях безпосереднього впадання у річку. Серед численних найпоширеніших порушень можна визначити:

несанкціоновані сміттєзвалища у водоохоронних зонах та прибережно-захисних смугах річок на території міста Житомира, випуски господарсько-побутових стічних вод, незаконне будівництво (розташування об'єктів) у межах прибережно-захисних смуг річок, розорювання земель, які сягають урізу води та використання їх для садівництва і городництва тощо.

Ліва притока річки Кам'янки – Крошенка, через недалеке сусідство звалища твердих побутових відходів, самовільні скиди неочищених стічних вод жителями приватного сектору та хімічне забруднення деяких членів гаражного кооперативу «Восход», стан її води значно погіршується. Кам'янка – ліва притока Тетерева, яка також зазнає негативного впливу від самовільних скидів неочищених стічних вод жителями приватного сектору. Путятинка – ліва притока р. Тетерів, яка зазнає забруднення побутовими відходами.

Подальшу увагу зосередили на р. Кам'янка, оскільки сама річка та її притоки зазнають суттєвого антропогенного впливу та не є об'єктами державного моніторингу. Упродовж 2019–2023 рр. науковці Державного університету «Житомирська політехніка» здійснювали моніторинг вод річки Кам'янка та для порівняння річки Тетерів по всій протяжності в межах міста Житомира у вибраних точках (рис. 1), включаючи всі пори року.

Моніторинг здійснювали за такими показниками: температура, колір, запах, прозорість,

Таблиця 1

Моніторинг вод р. Тетерів, питний в/з міста (02.04.2024)

Показник	Фактичне значення	ГДК (ОБУВ)	Перевищення нормативу, раз
Азот загальний, мг/дм ³	0,76	2,00	Немає
Біохімічне споживання кисню за 5 діб, мгО/дм ³	3,20	3,00	1,07
Завислі (суспендовані) речовини, мг/дм ³	5,70	15,00	Немає
Кисень розчинений, мгО ₂ /дм ³	12,40	4,00	Немає
Сульфат-іони, мг/дм ³	58,00	100,00	Немає
Хлорид-іони, мг/дм ³	45,00	300,00	Немає
Амоній-іони, мг/дм ³	0,36	0,50	Немає
Нітрат-іони, мг/дм ³	2,09	40,00	Немає
Нітрит-іони, мг/дм ³	0,01	0,08	Немає
Фосфат-іони (поліфосфати), мг/дм ³	0,07	3,50	Немає



Рис. 1. Перелік моніторингових постів та показник загальної мінералізації (мг/дм³) гідротопів описаних ділянок

pH; ХСК, мгО₂/ дм³; БСК₅, мгО₂/ дм³; завислі речовини, мг/ дм³; амоній-іони, мг/дм³; нітрит-іони, мг/дм³; нітрат-іони, мг/дм³; фосфат-іони, мг/дм³; хлорид-іони, мг/дм³; сульфат-іони, мг/дм³; хром, мг/дм³; залізо, мг/дм³; розчинений кисень мг/дм³ (табл. 2).

Аналіз отриманих даних указує на те, що перевищення в обох річках спостерігається за показниками ХСК та залізо загальне. Зростання показника ХСК є наслідком забруднення води побутовими стоками. Перевищення за показником залізо загальне зумовлене природними чинниками, що пов'язано з геологічною будовою регіону.

Моніторинг стану малих річок за гідрохімічними показниками є ресурсозатратним. Застосування нових методик біологічного моніторингу для оцінки екологічного стану водойм за якісним (видовим) складом гідробіонтів, гідрофітів чи за сапробними параметрами води, які показали високу ефективність для оцінки екологічного стану середніх та великих річок, для малих показали нестабільність отримання результатів та виявилися мало придатними. Стрімка динамічність стану малих річок, стабільність яких залежить від кліматичних та антропогенних чинників, достовірно передбачити які практично неможливо, зумовлює

недоцільність використання зазначених методик.

Окремої уваги потребує огляд впливу військових дій, які відбувалися на території Житомирської області, на гідрографічну мережу регіону (рис. 2).

На карті представлено карту аналізу ураження водних об'єктів Житомирської області внаслідок військових дій 2022 р. Умовні позначення розкривають різні аспекти негативного впливу на гідрологічну систему регіону.

Найбільш критичним є забруднення річкових басейнів та підземних вод у Чорнобильській зоні відчуження. Це зона підвищеного радіаційного ризику, де військові дії могли призвести до вторинного розповсюдження радіонуклідів у водному середовищі. Такий вплив може мати довготривалі наслідки для екосистеми всього регіону.

Окремо виділено забруднення річок Уж та Норинь, а також їхніх підземних вод. Ці водні артерії, ймовірно, зазнали безпосереднього впливу від бойових дій, що могло призвести до хімічного та механічного забруднення водотоків.

Карта також відображає забруднення річки Ірпінь унаслідок інтенсивних боїв та вибухів. Це вказує на потенційне потрапляння

Таблиця 2

Усереднені результати гідрохімічних досліджень води річок Тетерів та Кам'янка за період 2019–2023 рр.

Назва показника	Роки											Норми якості і ГДК речовин для поверхневих водних об'єктів, мг/дм ³
	Кам'янка					Тетерів						
	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023		
Завислі речовини, мг/дм ³	8,1	8,4	7,9	6,1	7,5	9,1	9,3	7,9	7,2	8,4	Фон+0,75	
pH	7,82	7,79	7,74	7,65	7,75	8,20	7,82	7,84	7,92	8,2	6,00-9,00	
ХСК, мгО ₂ /дм ³	41,3	41,0	41,0	39,7	41,0	42,0	41,7	42,9	40,5	41,3	30,0	
БСК5, мгО ₂ /дм ³	4,10	4,08	4,09	3,93	3,91	4,19	4,16	4,50	4,02	4,08	6,00	
Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	8,60	9,00	9,00	9,10	9,15	9,20	9,20	8,90	9,70	9,60	6,00	
Сухий залишок, мг/дм ³	236	335	321	278	266	323	429	422	364	333	1000	
Амоній-іони, мг/дм ³	0,84	0,86	0,79	0,85	0,78	0,94	1,03	0,90	0,93	0,97	2,00	
Нітрит-іони, мг/дм ³	0,06	0,08	0,07	0,08	0,06	0,11	0,16	0,14	0,14	0,11	3,33	
Нітрат-іони, мг/дм ³	2,42	2,19	2,66	2,53	2,71	2,91	3,85	4,01	4,03	3,92	45,00	
Фосфат-іони, мг/дм ³	0,88	0,94	0,76	0,78	0,79	0,98	1,09	0,86	0,79	0,85	3,50	
Сульфат-іони, мг/дм ³	57,5	50,1	52,1	39,7	40,7	66,4	55,0	54,1	40,6	48,2	500,0	
Хлорид-іони, мг/дм ³	23,1	29,8	27,2	27,2	27,4	45,7	69,1	59,1	58,9	43,7	350,0	
Залізо загальне, мг/дм ³	0,436	0,412	0,437	0,392	0,431	0,378	0,338	0,353	0,346	0,343	0,300	
Хром, мг/дм ³	-	-	-	-	-	0,0020	0,0017	0,0020	0,0010	0,0020	0,0500	

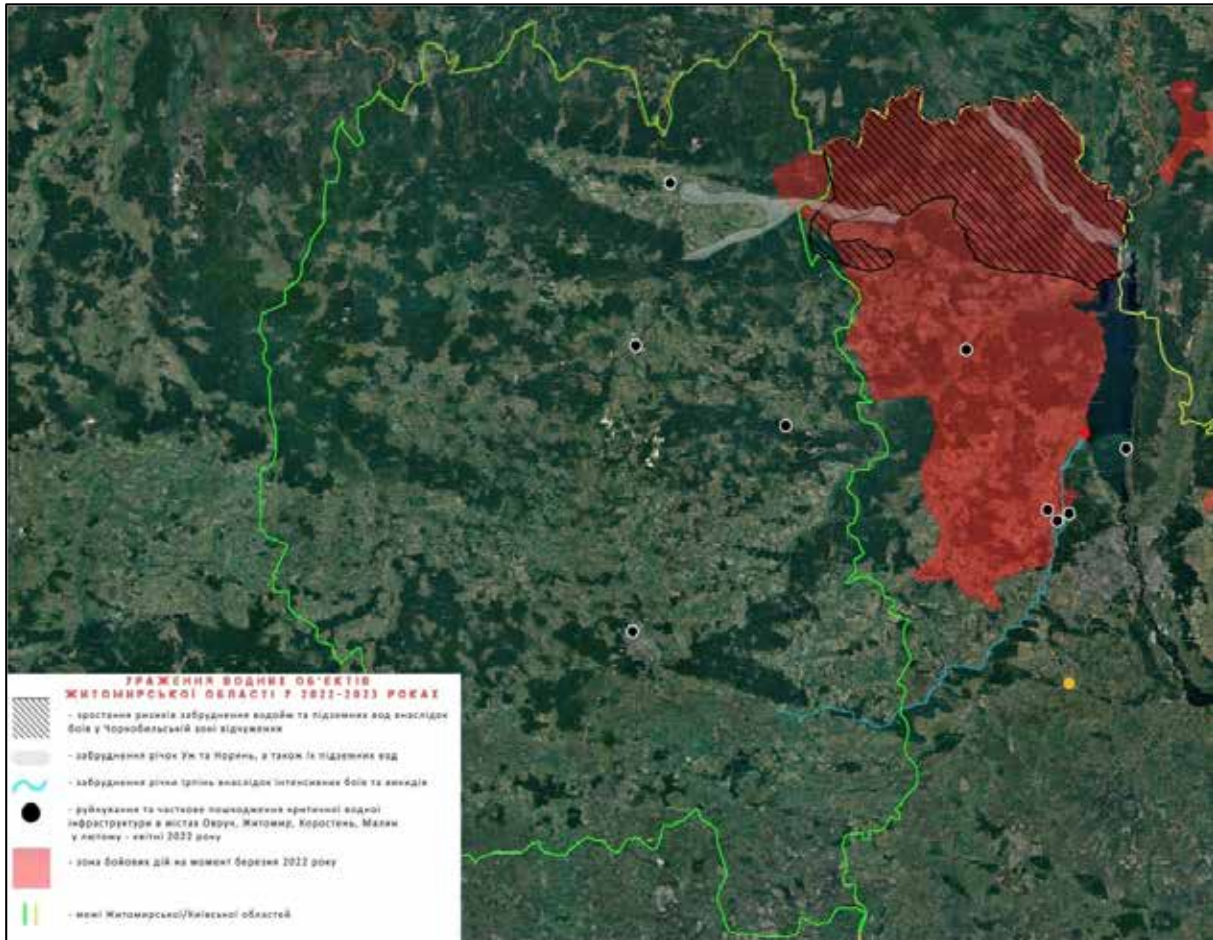


Рис. 2. Ураження водних об'єктів Житомирської області у період російсько-української війни

у воду залишків вибухових речовин, паливно-мастильних матеріалів та інших небезпечних речовин, що використовуються у військовій техніці.

Чорними точками позначено пункти спостереження критичної водної інфраструктури в містах Овруч, Коростень, Малин, що були досліджені у квітні 2022 р. Це вказує на систематичний підхід до моніторингу стану водних ресурсів у найбільш уразливих населених пунктах області. Червоним кольором виділено зону бойових дій станом на березень 2022 р., що дає змогу оцінити масштаб потенційного впливу на водні ресурси.

Така візуалізація ураження водних об'єктів є критично важливою для розуміння масштабів екологічних наслідків війни, планування відновлювальних робіт та розроблення стратегій захисту водних ресурсів у постконфліктний період. Вона також підкреслює необхідність постійного моніторингу та оцінки стану водних

екосистем для забезпечення екологічної безпеки та охорони здоров'я населення в умовах триваючих військових загроз.

Висновки. Моніторинг стану малих річок на прикладі р. Кам'янка дав змогу виокремити певні особливості. Відсутність системного контролю за станом малих річок пов'язана з відсутністю на них гідрологічних постів. Для великих річок комплекс локально-створових даних прямо співвідноситься з параметрами водності, тоді як малі річки в умовах сезонної проточності не проявляють такої базисної залежності. Так, результати гідрохімічного контролю води в період водопілля та межени не дають твердих підстав судити про якісь середньо-типових характеристик малого водотоку, які нівелюються стрімкою динамікою рівня мінералізації вод залежно від об'ємів місцевого стоку і величини водозбору.

Реалізація моніторингу малих річок в умовах військових дій вимагає комплексного та

адаптивного підходу, що враховує унікальні виклики конфліктного середовища. Ключовими особливостями такого моніторингу є: пріоритетизація безпеки персоналу через використання дистанційних методів збору даних; швидке реагування на динамічні зміни екологічної ситуації за допомогою мобільних лабораторій та експрес-аналізів; інтеграція різноманітних джерел інформації, включаючи супутникові знімки та дані з БПЛА; фокус на виявлення специфічних військових забруднювачів; розроблення прогностичних моделей поширення забруднень з урахуванням військових ризиків; посилена увага до стану підземних вод; налагодження міжвідомчої та міжнародної співпраці; адаптація нормативно-правової бази. Такий підхід дає змогу не лише оцінювати поточний стан водних ресурсів, а й розробляти стратегії їх відновлення та захисту в умовах триваючої загрози та у пост-конфліктний період, забезпечуючи ефективне управління водними ресурсами та екологічну безпеку регіону.

Перспективи використання результатів дослідження. Надмірне господарське освоєння водозборів малих річок погіршує сформований протягом багатьох століть баланс взаємодії природних комплексів. Збільшується кількість річок з істотно зміненим режимом, змінюється різноманіття їхніх екосистем, зменшується видове різноманіття водної флори і фауни, унаслідок чого послаблюється самоочисний потенціал річок.

Ефективність досліджень малих річок і розроблення локальних програм їх збереження, охорони і водогосподарської експлуатації вимагають розроблення відповідного комплексу методичного забезпечення з урахуванням як специфіки об'єкта, так і новітніх досягнень у практиці геоморфологічних та гідроекологічних досліджень.

Перспективи розвитку дослідження моніторингу малих річок в умовах військових дій включають розроблення та впровадження автоматизованих систем раннього виявлення забруднень на основі технологій штучного інтелекту та машинного навчання. Важливим напрямом є також створення комплексних моделей відновлення водних екосистем, які враховуватимуть довгострокові наслідки військових дій та дадуть змогу оптимізувати

процеси реабілітації водних об'єктів у пост-конфліктний період. Додатково, перспективним є розвиток методів біомоніторингу, адаптованих до умов підвищеного антропогенного навантаження, що дасть змогу більш точно оцінювати екологічний стан водойм та прогнозувати їх відновлення.

ЛІТЕРАТУРА:

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. In 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment (pp. 1–5). EAGE Publications BV.
2. Bryndal, T., Franczak, P., Krocak, R., Cabaj, W., & Kolodziej, A. (2017). The impact of extreme rainfall and flash floods on the flood risk management process and geomorphological changes in small Carpathian catchments: a case study of the Kasiniczanka river (Outer Carpathians, Poland). *Natural Hazards*, 88, 95–120.
3. Central Intelligence Agency. (n.d.). *The World Factbook*. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/349.html#XX>
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. <https://doi.org/10.23939/ep2024.01.043>
5. 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, 2023(1), 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520066>
6. Tsyhanenko-Dziubenko, I., Kireitseva, H., Demchuk, L., & Vovk, V. (2023, November). Hydrochemical determination of the Teteriv River and the Kamianka River eutrophication potential. In 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment (pp. 1–5). EAGE Publications BV. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520089>
7. Васютинська, К. А., Барбашев, С. В., & Кімінчиджи, М. І. (2020). Небезпека створення дефіциту водних ресурсів у регіонах України в умовах урбанізації. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*, 4(31), 42–49.
8. Верховна Рада України. (2019). Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року (Закон України № 2697-VIII). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19>
9. Державне агентство водних ресурсів України. (n.d.). Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України. <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>



10. Кабінет Міністрів України. (2022). Водна стратегія України на період до 2050 року. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text>
11. Кірейцева, Г. В. (2024). Значення екологічної інформації для стійкого розвитку України. *Екологічні науки*, 2(53), 14–25. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.2-53.34>
12. Кірейцева, Г. В., Герасимчук, О. Л., Скиба, Г. В., Хоменко, С. В., & Циганенко-Дзюбенко, І. Ю. (2024). Біоіндикаційна оцінка екологічного стану р. Кам'янка в м. Житомирі за допомогою MIR-індексу. *Вісник Кременчуцького Національного університету імені Михайла Остроградського*, 3(146), 58–65.
13. Кірейцева, Г., Циганенко-Дзюбенко, І., Замула, І., & Демчук, Л. (2024). Аналіз стану та моніторинг поверхневих водних об'єктів Чернігівської області. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*, 1(144), 84–91. <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.1.11>
14. Наконечна, Ю., & Мельничук, С. (2023). Методологічні та методичні проблеми гідроекологічних досліджень малих річок степу. *Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Екологія. Публічне управління та адміністрування»*, 3, 135–142.
15. Національний екологічний центр України, Екологічний клуб Край, & Українська річкова мережа НУО. (2020). *Настанова з управління басейнами малих річок – приток річки Дністер: Методологічний посібник: Скорочена версія. ЕСО-TIRAS*.
16. Організація Об'єднаних Націй. (2015). Резолюція 71/222 «Вода для сталого розвитку». <https://documentsdds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N16/460/03/PDF/N1646003.pdf>
17. Смілий, П. М., Гопчак, І. В., & Басюк, Т. О. (2021). Екологічна оцінка якості поверхневих вод Житомирського Полісся. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2(60), 41–48.
18. Ухань, О. О., & Осадча, Н. М. (2021). Оцінка антропогенного навантаження біогенними елементами та органічними речовинами у басейні р. Тетерів. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 1(59), 58–63.
19. Хільчевський, В. К., & Гребінь, В. В. (2017). Мала Річка. В І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк та ін. (Ред.), *Енциклопедія Сучасної України*. Інститут енциклопедичних досліджень НАН України. <https://esu.com.ua/article-61035>
20. Хоменко, С. В., Тарасюк, Г. М., Кірейцева, Г. В., Демчук, Л. І., & Циганенко-Дзюбенко, І. Ю. (2023). SWOT-аналіз рекреаційно-туристичного потенціалу Житомирської області. *Екологічні науки*, 4(49), 194–199.
21. Циганенко-Дзюбенко, І. Ю., Гандзюра, В. П., Алпатова, О. М., Демчук, Л. І., Хом'як, І. В., & Вовк, В. М. (2023). Гідрохімічний статус пост-мілітарних водних екосистем с. Мощун, Київської області. *Екологічні науки*, 1(46), 53–58.
22. Циганенко-Дзюбенко, І. Ю., Кірейцева, Г. В., Демчук, Л. І., Скиба, Г. В., & Вовк, В. М. (2023). Оцінка стану та фіторе mediaційного потенціалу антропогенно трансформованих гідроекосистем Малинщини. *Екологічні науки*, 5(50), 81–87. <http://eco.j.dea.kiev.ua/archives/2023/5/12.pdf>
23. Шумигай, І. В., Манішевська, Н. М., Постоєнко, Д. М., Гуменюк, Г. Б., Хоменко, О. М., Забуга, А. О., & Єфременко, О. С. (2020). Гідрохімічний режим та екологічний стан водного басейну р. Тетерів. *Агроекологічний журнал*, 4, 47–58.

*Стаття надійшла до редакції 19.11.2024.
The article was received 19 November 2024.*