ЗАГАЛЬНА ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 574.5:[504.056.355.4]

С.О. АФАНАСЬЄВ, д. б. н., проф., чл.-кор. НАН України, директор,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 04210, Україна
e-mail: safanasyev@ukr.net
ORCID 0000-0002-5247-3542

ВПЛИВ ВІЙНИ НА ГІДРОЕКОСИСТЕМИ УКРАЇНИ: ПІДСУМКИ ПЕРШОГО РОКУ ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ РОСІЇ (ОГЛЯД)[1]

У статті розглядається вплив військових дій на гідроекосистеми України. Виділені основні типи впливів у різних річкових басейнах та їх наслідки. Окреслено алгоритм дій, спрямованих на розробку технологій і рекомендацій з відновлення екологічного стану і біорізноманіття постраждалих водних об'єктів в умовах війни та повоєнної відбудови.

Ключові слова: *прісноводні гідроекосистеми, повномасштабне вторгнення, екологічний стан, біорізноманіття, живі водні ресурси.*

За оцінками Організацій Об'єднаних Націй, до середини цього століття близько 7 млрд людей у 48 країнах стикнуться з нестачею води, що на фоні змін клімату збільшує ризик війн за водні ресурси [53].

Від першого збройного конфлікту через води, який стався близько 2500 р. до н.е. у Месопотамії [26], і до сьогоднішнього дня водні ресурси є причиною, фактором впливу, зброєю та реципієнтом негативних, часто катастрофічних впливів, викликаних війною [28, 30].

Будь-який військовий конфлікт, що зачіпає прісноводні ресурси, несе у собі значні загрози та ризики. Насамперед це загрози населенню, починаючи від затоплення населених пунктів при знищенні дамб і гребель та закінчуючи недоступністю питної води відповідної якості. Найбільш руйнівною повінню в історії воєн було руйнування каскаду дамб на р. Хуанхе 9 червня 1938 р. під час Другої японсько-китайської війни. При цьому було затоплено 70 000 км^2, загинуло близько 1 млн людей, а ще 3 млн стали біженцями. Бомбардування та підриви гребель гідроелектростан-

[1] Роботу виконано за рахунок бюджетної програми «Підтримка розвитку пріоритетних напрямків наукових досліджень» (КПКВК 6541230).

Цитування: Афанасьєв С.О. Вплив війни на гідроекосистеми України: підсумки першого року повномасштабного вторгнення росії (огляд). *Гідробіол. журн.* 2023. Т. 59. № 2. С. 3—19.

цій були звичайним явищем під час Другої світової війни. У результаті цілеспрямованих бомбувань гребель американськими військами потонули або померли від голоду та хвороб більше 2 млн мешканців Північного В'єтнаму. У Косово серби навмисно забруднили колодязі у більш ніж 400 населених пунктах, а у Замбії війна зруйнувала водопровід до міста з населенням 3 млн осіб [52].

Загарбницька війна росії проти України, що розпочалась із захоплення Криму у березні 2014 р. і перейшла у повномасштабне вторгнення 24 лютого 2022 р., також здійснює потужний та багатогранний вплив на водні ресурси та гідроекосистеми. Тим більше, що однією з вагомих причин російської агресії в Україні більшість оглядачів називають намагання отримати доступ до дніпровської води з метою забезпечення окупованих територій Криму та Донбасу [12]. Також росія не приховує планів окупації всього півдня України, змикання з Придністров'ям та виходу на Дунай.

Вже є багато свідчень про цілеспрямовані впливи воєнних та супутніх дій на водні ресурси України, звітів міжнародних організацій та наукових робіт, які розглядають наслідки цих впливів на інфраструктуру, водне господарство, водозабезпечення промисловості і населення, якість води як ресурсу [24, 46, 47, 49]. У той же час майже немає даних щодо впливу війни на власне гідроекосистеми, їхні структурні і функціональні характеристики, водні біоресурси та екологічний стан масивів поверхневих вод (МПВ).

Мета цієї роботи — розглянути вплив воєнних дій та інших впливів та заходів, спричинених війною, на прісноводні екосистеми України та окреслити алгоритм дій, спрямованих на розробку технологій і рекомендацій з відновлення екологічного стану і біорізноманіття постраждалих водних об'єктів в умовах війни та повоєнної відбудови.

Результати

Всього в Україні нараховується більше 70 тис. річок та понад 20 тис. озер, які розташовані у дев'яти районах річкових басейнів у межах чотирьох екорегіонів [3]. Більше половини води у країні забирається із басейну Дніпра. Лише за перші три місяці від початку повномасштабного вторгнення росії було ідентифіковано 64 зареєстрованих впливи на водний сектор, серед яких 49 реалізованих і 15 потенційних [47].

Для зручності, у цій роботі ми виділили п'ять груп істотних впливів воєнних дій на гідроекосистеми України, безумовно розуміючи, що неможливо чітко виокремити за екологічними ефектами, наприклад, загибель гідробіонтів внаслідок руйнування гідротехнічних споруд чи внаслідок забруднення або недотримання Правил експлуатації енергетичних водосховищ. У той же час, така умовна класифікація дає підстави для порівняння між собою окремих водойм і річкових басейнів, а також можливість розглядати проблему тієї самої загибелі з різних боків, що у кінцевому рахунку може слугувати базою для розрахунку збитків тощо.

Рис. 1. Узагальнені групи істотних впливів на водні екосистеми воєнних та супутніх дій у різних річкових басейнах України

Внаслідок воєнних дій на сьогодні найбільше постраждали райони річкових басейнів Дніпра, Дону (Сіверського Донця) і річок Приазов'я, де відбулася і далі відбувається найбільша кількість подій, що мають безпосередній вплив на гідроекосистеми. При цьому найбільший спектр істотних впливів воєнних та супутніх дій відмічається у суббасейні Нижнього Дніпра, найменший — Дністра і Вісли (суббасейни Західного Бугу та Сяну) (рис. 1). У суббасейнах річок Тиси, Прута і Сірета істотних впливів на гідроекосистеми не зафіксовано.

Руйнування та пошкодження гідротехнічних споруд. На річках України станом на 2021 р. [2] є близько 50,5 тис гребель, разом вони утворюють 1103 водосховищ і 49 444 ставків. Загальна протяжність дамб протипаводкового захисту за наближеними оцінками становить близько 3500 км, при цьому загальна площа територій, які мають потенційно значні ризики затоплення, в Україні становить близько 31 тис. км^2 [10].

В умовах широкомасштабної збройної агресії росії проти України виникли загрози і відбулися руйнування та пошкодження гідротехнічних споруд, які покликані забезпечувати водні ресурси для населення і його безпеку, але при цьому є найважливішим чинником, що зумовлює гідробіологічний режим водойм і водотоків. Мова йде насамперед про греблі та дамби.

Широко відомий факт підриву дамби Київського водосховища 26.02.2022 р. з метою затоплення заплави р. Ірпінь (рис. 2). Більше 117,5 млн. м^3 води вийшло на заплаву Ірпеня, затопивши від 2500 до 2800 га на відстань більше ніж 20 км від гирла [5].

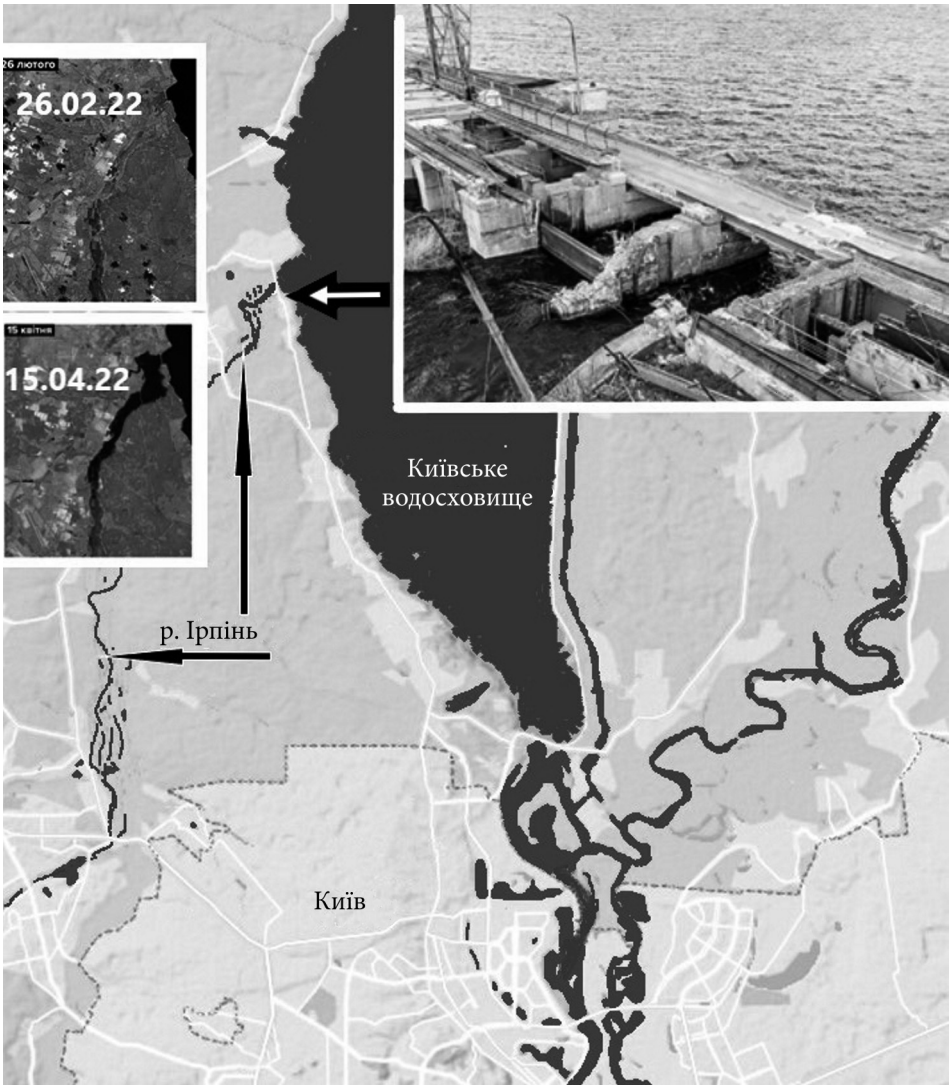

Рис. 2. Картосхема розташування підірваної дамби у гирлі р. Ірпінь та супутникові зображення затоплення заплави у день підриву і станом на 15.04.2022 р.

Фактично цей захід забезпечив дієвий захист Києва від агресора. При цьому, у результаті військово-інженерних заходів з використання заплави як природної перепони для окупаційних військ росії, а також внаслідок пошкодження прибережних і руслових ділянок та руйнування гідротехнічних споруд у ході бойових дій, виникли несприятливі і навіть загрозливі екологічні ситуації [37]. Відмічаються катастрофічні зміни гідроморфології річки, погіршення якості води за рахунок залиття вигрібних ям, сміттєзвалищ тощо, пряма загибель водних організмів, зменшення водного біорізноманіття та деградація заплавних ландшафтів, які

опинились залитими водою на довгий період, що у результаті підвищення температур влітку викликало задухи риб [17].

У м. Житомирі 4.03.2022 р. з міського водосховища було спущено приблизно 7 млн. м^3 води для того, щоб розірвати понтонну переправу на р. Тетерів і затопити техніку ворога. Операція пройшла успішно, близько десяти одиниць техніки затоплено. Але при цьому відмічалося забруднення річки нафтопродуктами, а в осушеному ложі загинула вся донна фауна [39].

Підрив 2.04.2022 р. греблі Оскільского водосховища — буферного джерела для каналу Сіверський Донець — Донбас призвів до затоплення низки населених пунктів і повного спуску водосховища з виходом на поверхню його ложа. За нашими оцінками, що базуються на даних по розподілу молюсків в Оскільскому водосховищі [11], загальна біомаса цих безхребетних, що загинули в результаті осушення, становить від 10 до 24 тис. т. Оцінки збитків рибного господарства дещо різняться. У 2017 р. фактичний вилов риби у водосховищі становив 13,61 т (при затвердженому ліміті вилову 19,58 т/рік), у 2020 р. він зменшився майже вдвічі — до 6,076 т. За даними Державної екологічної інспекції України, скидання води з Оскільського водосховища у результаті підриву дамби у нерестовий період спричинило загибель риби на суму понад 883,7 млн грн [6, 32]. У той же час загальні збитки від загибелі іхтіофауни у межах регіонального ландшафтного парку «Червоноосκільский», 4000 га якого розташовані в акваторії водосховища, займаючи третину його площі, за свідоцтвом директора департаменту захисту довкілля Харківської обласної військової адміністрації А. Нерети, становлять всього близько 3,5 млн грн [35].

Окрім прямої втрати водних живих ресурсів, біотопів фітофільних риб і безхребетних, переходу лімнофільних угруповань у режим високої проточності, тут виникають проблеми осушення донних відкладів. Вийшли на поверхню від 90 до 120 км^2 пісків та замулених пісків, що легко переносяться вітрами [1]. На початку червня російські окупаційні війська знову почали наповнення водосховища з метою зменшення надходження води у русло р. Сіверський Донець для полегшення його форсування у ході боїв за Сіверськодонецьк/Лисичанськ. При цьому наповнення водосховища і залиття оголених мулів і мертвої органіки у теплу пору року неминуче викликало погіршення якості вод, збільшення біомаси фітопланктону і явища задухи. Вся ділянка Сіверського Дінця між гирлами річок Оскіл та Казений Торець і надалі зазнала суттєвого осушення, зміни характеру та зменшення швидкості течії, що призвело до деградації річкових угруповань.

14—16.09.2022 р. ударами ракет «Кинжал» була підірвана гребля Карачунівського водосховища і затоплена частина м. Кривого Рогу. Рятувальним службам довелося зробити два контрольовані підриви на дамбі нижче за течією, щоб збільшити пропускну спроможність р. Інгулець та знизити рівень води у місті, при цьому у нижній течії виникла потужна техногенна повінь, яка викликала суттєві розмиви берегів та фактичне знищення прибережних біоценозів. Майже одразу після цього для ста-

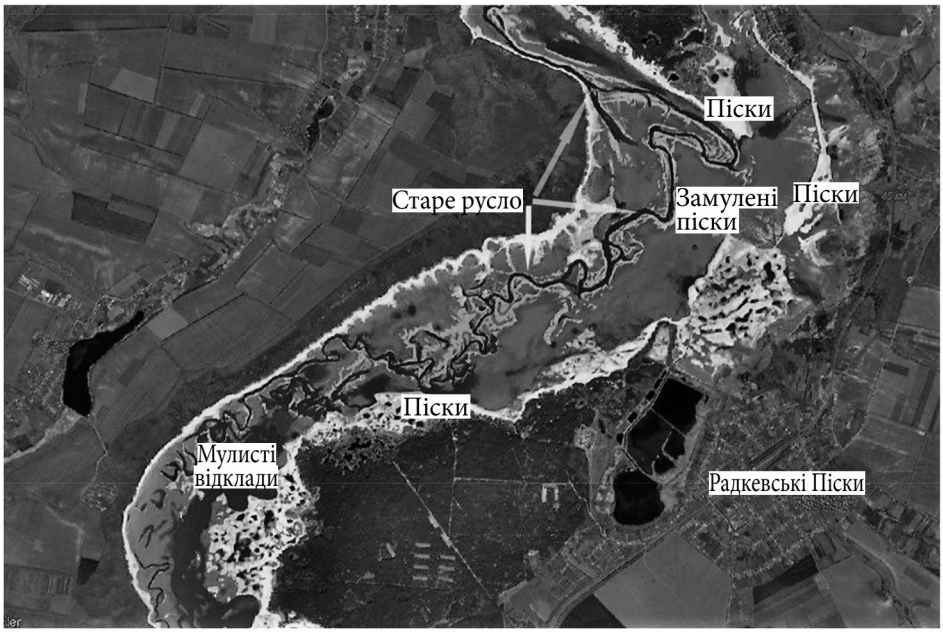

Рис. 3. Космознімок осушеного ложа Оскільского водосховища

білізації водопостачання міста було прийнято рішення щодо відновленні греблі, яке було здійснено шляхом засипання проранів бутом, місцевим суглинком і щебнем, при цьому вода в річці набула червоного кольору за рахунок зважених часток червоної глини. Без сумніву, таке збільшенні каламутності викликало підвищений рівень дрифту донних безхребетних, реакцію уникнення та елімінацію риб [15].

Останній приклад — зниження рівнів води у Каховському водосховищі, яке відбулося і відбувається дотепер через пошкодження запірних шандорів Каховської ГЕС у результаті обстрілів рф. Встановлено, що у середині січня 2023 р. внаслідок осушення мілководних ділянок, виокремлення водойм від плеса водосховища та втрати глибин масово загинули водні біоресурси. Збитки, завдані лише рибному господарству, досягають 107 млн грн., при цьому є високий ризик зриву весняного нересту у цій водоймі [6, 32].

Забруднення водних об'єктів є окремою проблемою. Забруднення, викликані надходженням у воду нафтопродуктів, продуктів горіння, залишків токсичних вибухових речовин, ракетного палива, затопленням техніки та боєкомплекту на сьогоднішній день не піддаються достовірному обліку, хоча, безумовно, складають значну частку забруднення поверхневих вод і є джерелом хімічного забруднення пролонгованої дії, вплив якого може тривати десятки років [29] і на локальному рівні помітно впливає на життєдіяльність і структуру угруповань гідробіонтів та гідробіологічний режим малих річок та водойм. Вже сьогодні дані держав-

ного моніторингу вказують на перевищення концентрацій ртуті, міді, цинку, марганцю, літію. Перевищення вмісту нафтопродуктів і ртуті до 8,5 раз відмічене у пунктах спостережень, де до війни вони взагалі не реєструвались [7].

Масштабні проблеми забруднення МПВ виникають при руйнуванні та зупинці роботи очисних споруд. В Україні більше 1000 потужних міських очисних споруд та кількасот очисних споруд на промислових об'єктах. Окрім прямих руйнувань, у будь-якому місті неподалік зони бойових дій, виникають проблеми з подачею електричного струму, що призводить до вимкнення насосного/компресорного обладнання та відключення забезпечення аеротенків киснем і загибелі «активного мулу» та унеможливлює очистку стічних вод навіть при відновленні електропостачання. Для прикладу, лише Комунальне Спеціалізоване Підприємство Лисичанськводоканал і Комунальне підприємство «Рубіжанське ВУВКГ» скидають у басейн р. Сіверського Донця 5,32 млн м^3 комунальних стоків [13].

Ще більші проблеми виникають при відключенні відкачки шахтних вод, які замість потрапляння у відстійники, самопливом витікають у річки. Станом на початок повномасштабного вторгнення росії, 15 із 20 шахт Центрального району Донбасу вже були затоплені більш як наполовину. З великою ймовірністю можна стверджувати, що затоплення шахт із подальшим підйомом рівня підземних вод та зменшенням розмірів депресії посилюватиме висхідне (глибинне) живлення ґрунтових вод; продовжуватимуться процеси підтоплення й затоплення, а також посиляться ефекти від потрапляння шахтних вод у природні водотоки [9].

Станом на 2019 р. в Україні налічувалося 465 хвостосховищ з вмістом понад 6 млрд т відходів різних галузей промисловості. На території Донецької та Луганської областей безпосередньо в зоні бойових дій налічується 200 хвостосховищ, які вміщують 939 млн т промислових відходів [4]. Реалізація сценарію руйнування дамби шламонакопичувача може призвести до ефекту «доміно» з порушенням цілісності споруд ставка-накопичувача, розташованого нижче за рельєфом, із подальшим забрудненням вод і повною загибеллю біоти в річках Скотовата (Кам'янка), Очеретова, Кривий Торець, Казенний Торець та у місті впадіння останньої у р. Сіверський Донець [9].

На сьогодні практично весь басейн Сіверського Дінця знаходиться під таким впливом. Екологічні наслідки можна буде оцінити вже після закінчення бойових дій, порівнявши актуальні дані моніторингу з отриманими як раз напередодні широкомасштабної агресії росії [25].

Проблеми, пов'язані із гідроенергетикою, водоймами ТЕС та АЕС. Починаючи з жовтня 2022 р., росія почала цілеспрямовано завдавати ракетних ударів по енергетичних об'єктах України. Окрім прямої руйнації гідроенергетичних споруд, наслідки якої ми розглянули вище, слід також зупинитися на аспекті дотримання Правил експлуатації водосховищ — нормативно-правових документів, що регулюють правила функціонування водосховища з метою забезпечення безпеки людей, водних ресурсів та інфраструктури на його території. У Правилах передбачаються

заходи для збереження та відтворення рибних запасів, зокрема регулювання режимів екологічних (еколого-репродуктивних) попусків води з водосховищ та створення сприятливих умов для розвитку риб. Також у Правилах визначені обмеження, пов'язані із збереженням біорізноманіття гідробіонтів, забезпеченням належної якості води та екологічного стану. Неможливість енергокомпаніям здійснювати попуски, регламентовані Правилами, означає, що не витримуються екологічні вимоги по забезпеченню водою нерестовищ, відтворювальних ділянок, уразливих біотопів тощо. Так, у 2022 р. внаслідок ситуації, що виникла у басейні Дніпра при підриві дамби в гилі р. Ірпінь, захопленні греблі Каховської ГЕС та руйнуванні трансформаторних підстанцій, не витримувалися добові та сезонні рівні води та режими попусків на всіх водосховищах дніпровського каскаду. Недотримання рекомендованих фахівцями Інституту гідробіології сезонних та добових режимів попусків у пониззя Дніпра вже призводило до деградації заплавних водойм дельти та Дніпровського лиману, зменшення біорізноманіття гідробіонтів всіх трофічних груп та надмірної евтрофікації [50]. Також внаслідок руйнування енергетичної інфраструктури не виконуються правила експлуатації Дністровських водосховищ, наслідки чого неминуче будуть відбиватися на річкових і заплавних ділянках пониззя Дністра [18].

Окремою проблемою при змінах «звичних» режимів роботи каскаду водосховищ Дніпра, викликаних атаками на гідроенергетику, є перерозподіл донних наносів та небезпека вторинного радіоактивного забруднення внаслідок неконтрольованого виносу радіоактивних матеріалів, накопичених у донних відкладах після аварії на Чорнобильській АЕС у 1986 р. За даними Інституту гідробіології НАНУ, загальний запас радіоцезію та радіостронцію у Київському водосховищі, яке зазнало найбільшого впливу війни насамперед за рахунок вимушеного зниження рівня води, становить відповідно близько 80 та 20 ТБк [44, 45]. У разі перерозподілу глибоководних відкладів Київського водосховища на мілководдя розташованого нижче Канівського водосховища (особливо у верхній частині, яка примикає до м. Києва) радіоекологічні наслідки для популяцій водних тварин та рослин можуть бути подібними до тих, що спостерігалися у водоймах зони відчуження ЧАЕС [31].

Безумовно, радіобіологічні наслідки можуть виникати і у водоймах-охолоджувачах АЕС України у разі, наприклад, зниження рівня води, необхідного для системи активного охолодження реакторів. На початок повномасштабного вторгнення в Україні діяло чотири АЕС: Запорізька (6 енергоблоків), Рівненська (4 енергоблоки), Південноукраїнська (3 енергоблоки) та Хмельницька (2 енергоблоки). Зниження рівня Каховського водосховища може призвести до аварії на найбільшій у Європі АЕС — Запорізькій за сценарієм, аналогічним аварії на АЕС «Фукусіма Даїчі» в Японії у 2011 р. [27]. Під значним ризиком знаходиться також гребля Ташлицького водосховища — водойми-охолоджувача Південноукраїнської АЕС. Але навіть при збереженні достатньої кількості води для охолодження реакторів, руйнування внаслідок обстрілів трансформатор-

них станцій, високовольтної мережі та іншої супутньої енергетичної інфраструктури змушують виводити блоки з експлуатації. Так само уражаються атаками ракет та виводяться з ладу генеруючі потужності ТЕС. Наслідками відключення/руйнування енергоблоків є зменшення температури та об'ємів підігрітих вод ТЕС і АЕС, що скидаються у водойми-охолоджувачі і підтримують в них усталений температурний та гідрологічний режим, який характеризується своєрідним термоградієнтом. Наявність такого термоградієнту зумовлює структуру та функціонування біоти [40—42], особливості розвитку популяцій масових видів тощо. Наслідки загибелі угруповань, що пристосовані до існування в умовах підвищених температур, можна оцінити на багатьох прикладах [19, 22, 48], у будь якому разі мова йде про сотні тон відмерлих гідробіонтів, що безумовно призведе до суттєвого погіршення якості вод та додаткових біоперешкод при відновленні або подальшій експлуатації насосного і теплообмінного обладнання генеруючих станцій [14].

Проблеми, пов'язані із забезпеченням судноплавства. Воєнні дії здійснюють серйозний вплив на судноплавство річками України. Можливі наслідки цього для гідроекосистем, окрім прямого затоплення суден і перешкоджання судноплавству шляхом встановлення мін та інших перешкод, включають також зміни глибин та перерозподіл донних наносів внаслідок припинення підтримки суднових ходів, зменшення впливу за рахунок суттєвого скорочення судноплавів по більшості основних водних шляхів України і значного збільшення впливу, там де судноплавство можливе.

Окремо зупинимось на бойових діях біля о. Зміїного, який фактично знаходиться у гирлі Дунаю та надає можливість стороні, що його контролює, здійснювати і контроль над судноплавством у гирлі Дунаю. За час конфлікту ситуація навколо острова загострювалася декілька раз. Перший раз — 24.02.2022 р., коли острів був обстріляний та захоплений російськими військами, саме тоді народилася всім відома фраза про «рускій воєнний корабль іді…». А вже 13.04.2022 р. після атаки ракетами українського комплексу «Нептун» російський флагман крейсер «Москва» пішов по вказаному курсу і затонув наступного дня. Інтенсивність боїв посилилася на початку травня і після останнього загострення ситуації наприкінці червня російські війська були з острова виведені [23].

Події біля о. Зміїного безпосередньо вплинули на судноплавство по Дунаю. На рис. 4 видно близько 130 суден, що очікують на прохід до румунського каналу Суліна, поки йдуть активні бойові дії. При цьому слід врахувати, що судноплавство у районі ускладнювалося тим, що канал Суліна є одностороннім і працює лише вдень.

Після того, як російські війська були вибиті з о. Зміїного, прохід через гирло Бистре багаторазово збільшився. При цьому навантаження від судноплавів на унікальні екосистеми заповідної дельти Дунаю також зросло багаторазово. Враховуючи, що з 13 портів, які є в Україні, порти Рені, Ізмаїл і Кілія довгий час були єдиними, що могли повноцінно працювати, за повідомленням сайту Міністерства інфраструктури та регіонального

Рис. 4. Радарне зображення навігаційної ситуації у гирлі Дунаю до визволення о. Зміїного

розвитку з березня минулого року перевалка вантажів зросла утричі, що склало понад 17 млн т, зокрема понад 11 млн т продовольства.

При цьому можливості судноплавства все ще не забезпечують потреби. Для покращення умов навігації у зв'язку з необхідністю забезпечення зернового коридору розпочалися поглиблення уздовж основної траси каналу. За повідомленням віце-прем'єр-міністра України О. Кубракова [8], з 16 лютого прохідна осадка суден на ділянці від гирла Бистре до 77-го кілометра Кілійського рукава становить 6,5 метра, а від 77-го до 116-го кілометра — 7 метрів. На початку повномасштабного вторгнення максимальна осадка там становила всього 3,9 метра. Поглиблення відбулося у рамках програми ЄС «Шляхи солідарності» (Solidarity Lanes), яка покликана сприяти розвитку альтернативних логістичних маршрутів для українського експорту. 16 лютого румунська влада повідомила Єврокомісію, що не згодна з пропозицією про включення рукавів Кілійський та Бистрий до європейської транспортної системи TEN-T, оскільки необхідно, щоб проект судноплавного каналу, ініційований Україною, суворо відповідав нормам міжнародного права, особливо природоохоронним нормам. Основними екологічними проблемами експлуатації ГСХ можна вважати вплив гідротехнічних, зокрема днопоглиблювальних робіт (які до війни проводилися лише на виході каналу в море), вплив на популяції гідробіонтів, стан екосистем та якість їх вод; вплив відвалу ґрунту, отриманого від цих робіт, що локалізований у морі на відстані 8 км від гирла Бистре, насамперед на морську екосистему; вплив штучно побудованої

захисної дамби і, безумовно, інтенсивність суднопроходів, що здійснюють «турбуючий» вплив на гідробіонтів.

Рибальство та аквакультура. Ще один чинник, що безпосередньо впливає на біорізноманіття і стан гідроекосистем, це рибний промисел та аквакультура. Характер цього впливу досить різноманітний — від безпосереднього регулювання кількісних та вікових характеристик окремих популяцій риб з метою оптимізації отримання рибної продукції (а це означає вплив на всі ланки харчового ланцюга у водоймі) до розширення можливості інвазій для чужорідних видів риб і супутніх видів включно з паразитичними [20, 43, 54]. Оцінити цей вплив на фоні воєнних дій наразі можливо лише опосередковано — через оцінки втрат рибного господарства України.

Так, за результатами аналізу статистичних показників, проведеного Держрибагентством спільно з Продовольчою та сільськогосподарською організацією ООН (ФАО) та опитувань суб'єктів рибного господарства, у 2022 р. втрати промислового рибальства оцінюються у $ 25,4 млн, втрати аквакультури — $ 21,6 млн.

В аквакультурі переважна частина втрат суб'єктів господарювання припадає на збільшення виробничих видатків ($ 8,5 млн) і скорочення прибутків від здійснення господарської діяльності ($ 8,1 млн). Збитки від знищення виробничих потужностей і втрати плідників склали відповідно $ 4,4 і 0,6 млн. У промисловому рибальстві найбільшу частку у структурі збитків складають втрати, пов'язані із забороною рибальства внаслідок введення в Україні воєнного стану — $ 17,7 млн [6, 32]. Промисловий лов було призупинено по всіх водосховищах Дніпровського каскаду та лиманах, перші дозволи на вихід рибальських суден в акваторії почали надаватися лише у середині літа для Київського Канівського та Кременчуцького водосховищ.

Через те, що на о. Зміїному йшли бойові дії, прикордонна служба заблокувала сезонний лов оселедця на Дунаї, на якому зайнята третина місцевого населення. Із запізненням у 1,5 місяці було видано дозвіл на обмежену ділянку Дунаю (з 14-го до 24-го кілометра) без виходу у море, при цьому через комендантську годину рибалки могли ловити лише з сьомої ранку до сьомої вечора. За найскромнішими оцінками, цього сезону вдалося виловити оселедця у 4—5 раз менше, ніж у звичайний рік [38]. Єдине, що тішить, це те, що зниження вилову виду, який внесений до IUCN Red List як Vulnerable, може позитивно позначитися на відновленні його популяції.

Водночас, пряма загибель риб та інших гідробіонтів у результаті глушіння при ракетних та/чи артилерійських обстрілах нівелює і багаторічні результати масштабних зариблень та заходів з охорони водних біоресурсів.

Як інформувало Держрибагентство, початок 2023 р. ознаменувався масовим знищенням водних мешканців. Так, на початку січня внаслідок обстрілу рашистами прибережної частини м. Херсона та акваторії р. Дніпро, зафіксована масова загибель товстолобика. Загибель відбулась

на ділянці річки, яка є зимувальною ямою із загальною площею 2,44 км^2. При цьому на акваторії площею 10 м^2 у середньому відмічено до п'яти загиблих особин товстолобика вагою від 7 до 10 кг. Розраховані рибоохоронцями збитки склали орієнтовно 390,4 млн грн [6, 32].

Обговорення та підсумки

Вплив війни на гідроекосистеми України багатогранний і не зводиться виключно до перелічених груп проблем. Більш повну класифікацію впливів можна буде провести, спираючись на державний моніторинг вод, який враховує біологічні, фізико-хімічні та гідроморфологічні показники, а також басейново-специфічні забруднюючі речовини та сполуки для визначення хімічного стану МПВ [16]. У будь-якому разі повинна бути здійснена інтегральна оцінка впливу військових дій на водні екосистеми шляхом проведення моніторингу вод в аспекті наслідків для біоти та визначення актуального екологічного стану змінених, зруйнованих та забруднених війною МПВ, при цьому до моніторингових програм повинні бути додані окремі завдання щодо збору інформації, яка може бути використана для оцінки збитків, нанесених водним екосистемам, а також збитків від недоотриманих екологічних послуг. Існуючі прецеденти судових рішень Міжнародного суду ООН щодо відшкодування екологічних збитків, нанесених в результаті воєнних дій, досить часто стосуються саме недоотриманих екологічних послуг, що надаються водними екосистемами [33, 34].

Оцінки екосистемних послуг, проведені нами згідно Методології ГЕФ [36], показують, що, наприклад, лише у гирлі Дністра водно-болотні угіддя «Міжріччя Дністра і Турунчука» та «Північна частина Дністровського лиману» надають екосистемні послуги на суму близько € 29 млн на рік. [51]. Для Київського водосховища аналогічним методом нами було встановлено, що обсяг екологічних послуг, недоотриманих з березня по травень 2022 р. внаслідок осушення мілководь, втрати нерестовищ, загибелі риби та ікри рано нерестуючих риб і подальшого забруднення вод, пов'язаного з порушенням рівневого режиму через підрив дамби в гирлі р. Ірпінь, становив близько € 5,3 млн [1, 17].

У той же час, більш повний обсяг економічних збитків від агресії росії може і повинен рахуватися як різниця між коштами, які потрібні на реалізацію досягнення екологічного та хімічного стану МПВ не гірше класу «добрий» для МПВ у районах річкових басейнів України до війни, та коштами, які будуть потрібні для досягнення екологічних цілей вже після повного закінчення бойових дій. Базою для такого підходу і подальшої розробки програм заходів повинен слугувати аналіз результатів державного та наукового моніторингу вод у роки, що передували повномасштабній агресії рф [25]. Повні обсяги коштів по кожному запропонованому заходу наводяться у 8-х розділах Планів Управління Річковими Басейнами (ПУРБ), які вже розроблені (розробляються) за матеріалами, отриманими до війни. У післявоєнний період при корегуванні ПУРБ необхідно буде розрахувати повну вартість заходів з відновлення біорізно-

маніття, гідроморфологічних та фізико-хімічних характеристик річок та озер, постраждалих внаслідок війни, досягнення ними доброго екологічного та хімічного станів, іншими словами — заходів з ренатуралізації/ревіталізації водних екосистем.

На наш погляд, повноцінна ренатуралізація в умовах війни є нереалістичною метою, оскільки передбачає повернення річки до природного стану [21]. При цьому навіть ревіталізація річок неможлива без комплексу заходів з відновлення біорізноманіття і структури біотичних угруповань окремих МПВ з досягненням ними екологічного стану не гірше класу «добрий». Все це викликає необхідність наступних заходів:

- Проведення гідроморфологічної оцінки МПВ, визначення порушених ділянок річок, важливих для біорізноманіття локацій (біотопів), інвентаризації гідротехнічних споруд, що потребують відновлення, встановлення показників стоку і витрат води, фізико-хімічних характеристик.
- Проведення ґрунтовних досліджень біофондів і біотичної структури угруповань (фітопланктон, фітобентос, вища водна рослинність, макробезхребетні, риби) в обсязі, що відповідає (перевищує) вимоги Постанови КМУ № 758 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод».
- Систематизації тисків і впливів, ідентифікації екосистемних послуг у межах визначених МПВ та на цій основі розробка загальних підходів та технології ревіталізації річок та озер, порушених війною.
- Визначення та опрацювання груп конкретних рекомендацій, які включатимуть: заходи з відновлення природних русел річок з можливістю меандрування по заплаві; заходи, спрямовані на покращення якості води та запобігання забрудненню, фіто- та іхтіомеліорацію, створення нових гідротехнічних споруд з біопозитивними властивостями, заходи, спрямовані на утримання води та збереження вільної течії річок, відновлення вільних шляхів міграцій гідробіонтів з використанням прогресивних рибопропускних споруд при відбудові зруйнованих гребель, на переливах зірваних мостів тощо.

Крім того, враховуючи глобальні кліматичні зміни та ймовірні подальші військові конфлікти, важливим є проведення інвентаризації потенційно непрохідних ділянок річок та заболочених заплав, розробка технологій їх відновлення та збереження як резерватів біорізноманіття з одного боку та природної перепони для стримування просування військ з іншого.

Таким чином, у цілому алгоритм дій у галузі гідроекології та управління водними ресурсами під час та після війни зводиться до визначення актуального екологічного стану змінених, зруйнованих та забруднених воєнними діями МПВ, оцінки збитків, нанесених водним екосистемам, збитків від недоотриманих екологічних послуг та корегування ПУРБ з

включенням в них заходів з ренатуралізації/ревіталізації водних об'єктів, що постраждали внаслідок російської агресії.

Список використаної літератури

1. Афанасьєв С.О. Результати та перспективи гідробіологічних досліджень в Україні на тлі сучасних викликів. Доповідь на Загальних зборах Відділення Загальної Біології в межах весняної сесії Загальних зборів Національної академії наук України, 14.06.22.

2. Водний фонд України: Штучні водойми — водосховища і ставки: Довідник / За ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня. Київ : Інтерпрес, 2014. 164 с.

3. Гребінь В.В., Мокін В.Б., Крижановський Є.М, Афанасьєв С.О. Оптимізація гідрографічного та водогосподарського районування України відповідно до світових підходів та вимог Водної рамкової директиви ЄС. *Гідробіол. журн.* 2016. Т. 52, № 3. С. 85—97.

4. Ніколаєва І., Ленько Г., Лободзінський О. Хвостосховища Донбасу. ОБСЄ Дослідження поточного стану хвостосховищ Донбасу щодо їхнього можливого аварійного впливу на водні об'єкти в умовах військових дій. Київ, 2019.

5. План відновлення України у дзеркалі розливу річки Ірпінь // Ukraine War Environmental Consequences Work Group 9.09.2022 https://uwecworkgroup.info/uk/plans-to-rebuild-ukraine-shaped-by-solutions-for-irpin

6. Про збитки, завдані рибному господарству України, внаслідок збройної агресії РФ. https://darg.gov.ua/_pro_zbitki_zavdani_ribnomu_0_0_0_12418_1.html

7. Публічний звіт про результати діяльності Держводагентства у 2022 році. https://www.davr.gov.ua/fls18/Zvit_2022.pdf]

8. Розвиток Дунайського портового кластеру: відтепер судна з осадкою 6,5 метра можуть проходити гирлом Бистре. https://mtu.gov.ua/news/34043.htm

9. Стан басейну Сіверського Дінця та фактори впливу в умовах військових дій. Технічний звіт ОБСЄ, 2018 р., 86 с. https://www.osce.org/files/f/documents/8/a/419462.pdf

10. Стан надзвичайних ситуацій на території України у 2021 році. https://www.dsns.gov.ua/ua/Nahlyadova-diyalnist.html

11. Тимошенко Е.Г. К вопросу о распределения фауны моллюсков Краснооскольского водохранилища. *Философские и естественнонаучные аспекты антропологии*. СПб; Донецк, 1992. С. 120—122

12. Урядовий кур'єр 2 липня 2022 https://ukurier.gov.ua/uk/articles/dnipro-nash-rubizh-i-rubikon/ .

13. Ярошевич О., Афанасьєв С., Бойко К. та ін. План управління річковим басейном Дону (2025—2030). Сіверсько-Донецьке басейнове управління водних ресурсів, 2021. 144 с.

14. Afanas'ev, S.A. Biogenic interference with the water supply to thermal and atomic power stations. *Hydrobiol. J*. 1998. Vol. 34, N 1. P. 27—33.

15. Afanasyev S.A. Reaction of the biota of mountain rivers to volley pollution releases. *Ibid*. 2003. Vol. 39, N 2. P. 3—11.

16. Afanasyev S.O. Problems and progress of investigations of hydroecosystems' ecological state in view of implementation of EU environmental directives in Ukraine. *Ibid*. 2019. Vol. 55, N 2. P. 3—17.

17. Afanasyev S.A. From Donets to Danube: hydroecological problems at the background of hostilities. 4th IAD Conference, February 6—9, 2023, Krems, Austria. p. 40.

18. Afanasyev O., Huliaieva O., Denisov N. Optimization of regime of ecological-reproductive release of the Dniester reservoir for the fisheries' needs and biodiversity conservation. *Transboundary Dniester River basin: ecological state, reference conditions, management. Ed. by S. Afanasyev, O. Manturova*. Kyiv, 2021 P. 299—335.

19. Afanasyev S.A., Gupalo Ye.A., Alekseyenko V.R., Kyryliuk O.P. Dynamics of morphobiological characteristics of roach of the Oleksandrivsk reservoir after the Tashlyk hydroaccumulative power station start-up. *Hydrobiol. J*. 2016. Vol. 52, N 4. P. 12—18.

20. Afanasyev S.A., Gupalo Ye.A., Manturova O.V. Distribution and peculiarities of biology of the pumpkinseed Lepomis gibbosus (Perciformes: Centrarchidae) in the water bodies of Kyiv city. *Ibid*. 2017. Vol. 53, N 3. P. 14—25.

21. Afanasyev S., Lietytska O., Marushevska O. River re-naturalisation in the Tisza river basin after forest cutting activities. *Acta Zool. Bulgar*. 2014. Vol. 66 (Suppl. 7). P. 57—62.

22. Afanasyev S.A., Protasov A.A. Characteristics of *Dreissena* population in the periphyton of a nuclear power plant cooling pond. *Hydrobiol. J*. 1987. Vol. 23, N 6. P. 42—49.

23. Axe D. Ukraine's Best Fighter Jets Just Bombed The Hell Out Of The Russian Troops On Snake Island. *Forbes. Defense Express*. 4.06.2022.

24. Bănăduc D., Simić V., Cianfaglione K. et al. Freshwater as a sustainable resource and generator of secondary resources in the 21st century: Stressors, threats, risks, management and protection strategies, and conservation approaches. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health*. 2022. Vol. 19. DOI: 10.3390/ijerph192416570.

25. Bilous O., Afanasyev S., Lietytska O. et al. Preliminary assessment of ecological status of the Siversky Donets river basin (Ukraine) based on phytoplankton parameters and its verification by other biological data. *Water (Switzerland)*. 2021. Vol. 13. doi:10.3390/w13233368

26. Brockley M. 2004. The Environment Weapon: Water in Ancient Mesopotamia. ICE Case Studies 303.

27. Castelvecchi D. Ukraine nuclear power plant attack: scientists assess the risks. *Nature*. 2022. https://doi.org/10.1038/d41586-022-00660-z

28. Cooley J. K. The War over Water. *Foreign Policy*. 1984. Vol. 54, P. 3—26. https://doi.org/10.2307/1148352.

29. Francis R.A. The Impacts of Modern Warfare on Freshwater Ecosystems. *Environ. Manag*. 2011. Vol. 48, P. 985—999.

30. Gleick P. 1994. Reducing the Risk of Conflict over Fresh Water Resources in the Middle East. *Water and Peace in the Middle East.* Ed. by J. Isaac, H. Shuval. P. 41—55. https://www.worldwater.org/conflict/list/

31. Gudkov D.I., Kuzmenko M.I., Kireev S.I. et al. Radioecological problems of aquatic ecosystems of the Chernobyl exclusion zone. *Biophysics*. 2010. Vol. 55, N 2. P. 332—339.

32. https://darg.gov.ua/_pro_zbitki_zavdani_ribnomu_0_0_0_12418_1.html https://dei.gov.ua/posts/2297

33. http://epl.org.ua/eco-analytics/kosta-rika-nikaragua-analiz-praktyky-mizhnarodnogo-sudu-oon/

34. http://epl.org.ua/wp-content/uploads/2022/05/Kompensatsijna-komisiya-OON.pdf

35. https://fakty.com.ua/ua/ukraine/20221125-peretvorylosya-na-pustelyu-yak-vijna-znyshhyla-oskilske-vodoshovyshhe-na-harkivshhyni/

36. https://iwlearn.net/valuation/overview

37. https://www.nytimes.com/2022/04/27/world/europe/ukraine-russia-war-flood-infrastructure.html

38. https://yug.today/ru/v-odesskoy-oblasty-razreshyly-v-lov-dunayskoy-seledky-spysok-ohranychenyy/

39. https://zhzh.com.ua/zhitomir/ce-buv-nakaz-vijskovih-mer-zhitomira-nazvav-spravzhniu-prichinu-spusku-vodi-z-tetereva.html

40. Protasov A.A., Afanasyev S.A. Structure of periphytic communities in cooling pond of nuclear power plant. *Int. Rev. Gesamt. Hydrobiol. Hydrogr*. 1986. Vol. 71, N 3. P. 335—347.

41. Protasov A.A., Silayeva, A.A., Yarmoshenko, L. P. et al. Hydrobiological studies on the techno-ecosystem of the Zaporozhye nuclear power station. *Hydrobiol. J*. 2013. Vol. 49, N 4. P. 75—92.

42. Protasov A., Tomchenko O., Novoselova T. et al. Remote sensing and in-situ approach for investigation of pelagic communities in the reservoirs of the electrical power complex. *Front. Biosci*. 2022. Vol. 27, N 7. doi: 10.31083/j.fbl2707221.

43. Romanenko V.D., Afanasyev S.A., Vasenco O.G. Review and Status of Fisheries and Aquaculture in the Dnipro Region in Relation to Biodiversity Conservation. Water Quality Res. J. of Canada. Conservation of Biological and Landscape Diversity in the Dnieper River Basin. Can. Ass. Water Quality Monograph Series. 2005. N 6. P. 42—53.

44. Romanenko V.D., Gudkov D.I., Klenus V.G. et al. Hydroecological lessons of the disaster at the Chernobyl nuclear power plant. *Hydrobiol. J*. 2006. Vol. 42, N 6. P. 3—34.

45. Romanenko V.D., Gudkov D.I., Volkova Ye.N., Kuzmenko M.I. Radioecological problems of aquatic ecosystems: 25 years after the accident at the Chernobyl nuclear power station. *Ibid*. 2011. Vol. 47, N 4. P. 3—23.

46. Shevchuk S.A., Vyshnevskyi V. I., Bilous O.P. The use of remote sensing data for investigation of environmental consequences of Russia-Ukraine war. *J. Landscape Ecology*. 2022, Vol. 15, N 3. P. 36—53.

47. Shumilova O., Tockner K., Sukhodolov A. et al. Impact of the Russia-Ukraine armed conflict on water resources and water infrastructure. *Nature Sustainability*. 2023. https://doi.org/10.1038/s41893-023-01068-x

48. Silayeva A.A., Protasov A.A. Characteristics of the communities of benthos and periphyton invertebrates of the cooling pond of the Chernobyl NPS prior to its removal from service. *Hydrobiol. J*. 2018. Vol. 54, N 2. P. 70—86.

49. The Environmental Impact of the Conflict in Ukraine. A Preliminary Review / United Nations Environment Program. Job number: EO/2466/NA 2022. 45 p. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/ 20.500.11822/40746/ environmental_impact_Ukraine_conflict.pdf?sequence=3&isAllowed=y

50. Timchenko V.M., Korzhov Ye.I., Guliayeva O.A., Batog S.V. Dynamics of environmentally significant elements of hydrological regime of the lower Dnieper section. *Hydrobiol. J*. 2015. Vol. 51, N 6. P. 75—83

51. Transboundary Dniester River basin: ecological state, reference conditions, management. Ed. by S. Afanasyev, O. Manturova. Kyiv. 2021 383 p.

52. Water: a military weapon and target during armed conflict. International Year of Fresh Water-2003. http://mandalaprojects.com/ice/ice-cases/sumerianwater.htm

53. Yeganeh Y., Bakhshandeh E. Iran's Model of Water Diplomacy to Promote Cooperation and Prevent Conflict Over Transboundary Rivers in Southwest Asia. *World Affairs*. 2022. Vol. 185, N 2. P. 331—358.

54. Yuryshynets V.I., Shlapak O.O., Yeriomenko D.A., Primachov M.T. Peculiarities of forming of the Far-East introduced fishes' symbiocenoses: structure and symbiotic interrelations. *Hydrobiol. J*. 2019. Vol. 55, N 2. P. 93—105.

55. Zheleznyak M., Donchyts G., Maderich V. et al. Ecological footprint of Russia's Ukraine invasion. *Science*. 2022, Vol. 377(6612). doi:10.1126/science.ade6869

Надійшла 13.03.23

S.O. Afanasyev, Dr Sci, prof., member-cor. NAS of Ukraine, director,
Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine,
Volodymyra Ivasyuka prosp., 12, Kyiv, 04210, Ukraine
e-mail: safanasyev@ukr.net
ORCID 0000-0002-5247-3542

HOSTILITIES' IMPACT ON THE HYDROECOSYSTEMS OF UKRAINE: RESULTS OF THE FIRST YEAR OF THE FULL-SCALE INVASION OF RUSSIA (A REVIEW)

Paper deals with impact of hostilities on hydroecosystems of Ukraine. The main types of impacts in different river basins and their effects are considered. The algorithm of measures was proposed aimed at development of technologies and recommendations for rehabilitation of the ecological state and biodiversity in the damaged water bodies over the wartime and after-war reconstruction.

Key words: *freshwater hydroecosystems, full-scale invasion, ecological condition, biodiversity, living water resources.*