

ACTUAL PROBLEMS AND PROSPECTS / АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Ribogospod. nauka Ukr., 2024; 1(67): 4-25
DOI: <https://doi.org/10.61976/fsu2024.01.004>
UDC 639.2/.3:502.05(28)

Received: 18.01.24
Received in revised form: 23.02.24
Accepted: 14.03.24

PRELIMINARY ASSESSMENT OF LOSSES FOR FISH FARMING OF THE KHARKIV REGION DUE TO MILITARY ACTIONS

G. Honcharov, honcharov@karazin.ua,
V.N. Karazin Kharkiv National University,
Kharkiv

R. Novitskyi, novitskyi.r.o@dsau.dp.ua,
Dnipro State Agrarian and Economic
University, Dnipro

H. Hapich, hapich.h.v@dsau.dp.ua,
Dnipro State Agrarian and Economic
University, Dnipro

Purpose. Based on the author's materials, to carry out a preliminary assessment of ecological and economic losses caused to the fisheries complex of the Kharkiv region as a result of military actions.

Methodology. Field studies on water bodies of the Kharkiv Region, which were affected by military actions, were conducted. Public data of the State Agency of Land Reclamation and Fisheries of Ukraine in the Kharkiv Region (2021–2023) were used. The following research methods were used during the assessment of the ecological consequences and economic losses caused to the aquatic biological resources of water bodies of the Kharkiv region: analytical – collection of information from official sources of enterprises and institutions carrying out economic activities, control and monitoring of water bodies; geoinformation – assessment of the actual hydrological regime of water bodies; identification of the spatial location, measurement of quantitative and qualitative characteristics of water areas formed after the reservoirs drying-up; hydrobiological – determination of fish species and other hydrobiont composition; statistical – for qualitative and quantitative assessment of commercial ichthyofauna and the economic damage inflicted to the fishery; forecast – assessment of the poten-

ПОПЕРЕДНЯ ОЦІНКА ВТРАТ ДЛЯ РИБНОГО ГОСПОДАРСТВА ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ

Г. Л. Гончаров, honcharov@karazin.ua,
Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна, м. Харків

Р. О. Новіцький, novitskyi.r.o@dsau.dp.ua,
Дніпровський державний аграрно-еко-
номічний університет, м. Дніпро

Г. В. Гапич, hapich.h.v@dsau.dp.ua,
Дніпровський державний аграрно-еко-
номічний університет, м. Дніпро

Мета. На основі авторських матеріалів, даних статистичної звітності та інших джерел інформації здійснити попередню оцінку еколого-економічних втрат, завданих рибогосподарському комплексу Харківської області внаслідок воєнних дій.

Методика. Виконано польові дослідження на водоймах Харківської області, які зазнали мілітарного впливу. Використано публічні дані Державного агентства України з розвитку меліорації, рибного господарства та продовольчих програм у Харківській області (2021–2023 рр.). Під час виконання роботи з оцінки екологічних наслідків та економічних збитків, завданих водним біоресурсам водоймищ Харківської області, застосовані наступні методи досліджень: аналітичний – для збору інформації з офіційних джерел відомств та установ, які здійснюють експлуатацію, контроль та моніторингові спостереження в регіоні; геоінформаційні – для оцінки сучасного гідрологічного режиму водних об'єктів; гідробіологічні – для визначення видового складу риб та водної рослинності; статистичні – для якісної та кількісної оцінки промислово цінних видів риб та завданих економічних збитків промислового рибальству; прогнозні – для оцінки потен-



tial transformation of the species biodiversity of the ecosystem in time under different conditions of further development of the water sector of Ukraine.

Findings. The impact of military actions on the conditions of existence of aquatic biological resources in the Oskil and Pechenegi reservoirs, on the functioning of special commercial fish farms, the production of aquaculture products, and the development of industrial and recreational fishing in the region has been preliminarily assessed. The calculation of economic losses for aquatic bioresources of water bodies of the Kharkiv region was carried out.

Originality. For the first time, a preliminary assessment of losses for the fisheries industry (including commercial, recreational fishing, aquaculture) of the Kharkiv region due to military actions was carried out.

Practical value. The obtained results have important and multifaceted practical value, in particular they can be used for: assessment of environmental damage caused to Ukraine as a result of military actions; rational management of water and fisheries management due to restoration of water ecosystems exposed to military impact; development of recommendations on restoration of ecosystem services; spread of social awareness about the post-war environmental challenges of the future; making decisions about investments in natural resources and the use of ecosystem services.

Keywords: Kharkiv region, hydrobionts, aquatic bioresources, fisheries, ichthyofauna, reservoirs, economic losses.

ційної зміни видового біорізноманіття екосистеми з плином певного часу за різних умов подальшого розвитку водного господарства України.

Результати. Попередньо оцінено вплив військових дій на умови існування водних біоресурсів у Оскільському та Печенізькому водосховищах. Встановлено сучасний стан функціонування спеціальних товарних рибних господарств, виробництва продукції аквакультури, розвитку промислового та рекреаційного рибальства в регіоні. Здійснено розрахунок економічних збитків для водних біоресурсів водойм Харківської області.

Наукова новизна. Вперше здійснена попередня оцінка втрат для рибного господарства (у тому числі для комерційного, рекреаційного рибальства та аквакультури) Харківської області внаслідок воєнних дій.

Практична значимість. Отримані результати мають важливе та різнопланове практичне значення, зокрема можуть бути використані для оцінки завданих довкіллю України збитків внаслідок воєнних дій; раціонального ведення водного та рибного господарства за рахунок відновлення водних екосистем, які зазнали мілітарного впливу; розробки рекомендацій з питань відновлення екосистемних послуг; поширення соціальної обізнаності про екологічні післявоєнні виклики майбуття; прийняття рішень щодо інвестицій у природні ресурси та використання екосистемних послуг.

Ключові слова: Харківська область, гідробіонти, водні біоресурси, рибне господарство, іхтіофауна, водосховища, економічні збитки.

PROBLEM STATEMENT AND ANALYSIS OF LAST ACHIEVEMENTS AND PUBLICATIONS

In the 21st century, the Russian-Ukrainian war exceeds all other studied wars and military conflicts in the last 80 years in terms of scale and consequences. The post-war restoration of the country, degraded lands, territories and water areas, ensuring food and water security are urgent, top-priority issues today. Abroad, studies on similar issues has been covered in numerous

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У XXI ст. російсько-українська війна за масштабами і наслідками перевищує всі інші досліджені війни і військові конфлікти за останні 80 років. Післявоєнне відновлення країни, деградованих земель, територій і акваторій, забезпечення продовольчої та водної безпеки є нагальними, першочерговими питаннями сьогодення. За кордоном дослідження подібної проблематики висвітлено у



publications over the past 15 years [1–5]. Studies of certain aspects of the military action's effects on the environment and protected areas of eastern Ukraine were given in the works of domestic researchers [6–9]. During the two years of the war in Ukraine, a significant number of hydro-technical structures (HTS) on water bodies of various purposes were destroyed, which caused a significant negative impact on their hydroecosystems. For example, only in the first year of the full-scale war unleashed by the Russian federation on the territory of Ukraine, the dams of more than 10 small and medium-sized reservoirs with an area of more than 30,000 hectares were destroyed, the volume of commercial fishing in the cascade of Dnieper reservoirs decreased by more than twice, while in the seas of Ukraine (Azov and Black) — by 80% [10].

In Ukraine, complex studies of catastrophic military effects on the state of aquatic bioresources, restoration of ecosystem services, and ensuring food security are just beginning.

The current negative situation with biodiversity in Europe may worsen due to the emergence of new threats [11], which may be military conflicts and wars [3, 6]. The consequences of the military conflicts impact on the state of the environment concern all objects of the biosphere, in particular, they affect biodiversity, the availability and quality of water, ecosystem services [6, 8, 12].

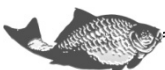
Combat operations during war cause significant damage and degradation of landscapes and territories [4]. The impact of war and armed conflict is often immediate, but it causes long-term, multifaceted consequences [3]. As a result of the war, various ecosystem services become disrupted [4, 13], because the degradation of water bodies (as a result of munitions, explosives, mining, detonation of dams, etc.) will hinder food production, recreational

численних публікаціях за останні 15 років [1–5]. Дослідження певних аспектів впливів воєнних дій на довкілля та охоронні території сходу України наведені у працях вітчизняних дослідників [6–9]. За два роки війни в Україні зруйновано значну кількість гідротехнічних споруд (ГТС) на водоймах різного призначення, що завдало значного негативного впливу їх гідроекосистемам. Наприклад, тільки у перший рік повномасштабної війни, розв'язаної російською федерацією на території України, зруйновано греблі понад 10 малих і середніх водосховищ площею понад 30000 га, обсяги комерційного рибальства на каскаді дніпровських водосховищ зменшилися у понад 2 рази, а на морях України — на 80% [10].

В Україні тільки розпочинаються комплексні дослідження катастрофічних мілітарних впливів на стан водних біоресурсів, відновлення екосистемних сервісів та забезпечення продовольчої безпеки.

Нинішня негативна ситуація з біорізноманіттям у Європі може погіршуватися завдяки появі нових загроз [11], якими можуть бути воєнні конфлікти та війни [3, 6]. Наслідки військових конфліктів для стану навколишнього середовища стосуються усіх об'єктів біосфери, зокрема впливу на біорізноманіття, наявність і якість води, екосистемні послуги [6, 8, 12].

Бойові дії під час війни викликають значні пошкодження та деградацію ландшафтів і територій [4]. Вплив війни та збройних конфліктів часто є миттєвим, але він спричиняє довготривалі різносторонні наслідки [3]. Внаслідок війни порушеними стають різні екосистемні послуги [4, 13], тому що деградація водойм (унаслідок потрапляння до них боєприпасів, вибухових речовин, замінування, підривів дамб і гребель тощо) буде перешкоджати виробництву



and commercial fishing as a resource use. This will take place against the background of large-scale impact on human health “due to” high levels of environmental pollution and deterioration of sanitary conditions [4].

HIGHLIGHT OF THE EARLIER UNRESOLVED PARTS OF THE GENERAL PROBLEM. AIM OF THE STUDY

Against the background of the above, Ukraine must implement Directives of the European Union (for example, the Water Framework Directive) in the field of environment. For a warring country, ensuring the fulfilment of all environmental requirements and developing in the direction of preserving biodiversity and freshwater ecosystems is an extraordinary challenge. According to the commitments, it is necessary to achieve a good ecological state of water bodies in Ukraine as a mandatory environmental goal by 2027. Ichthyocomplexes of surface water bodies (as a component of aquatic bioresources) are a mandatory component for assessing the ecological state of fresh water bodies [8, 14]. That is why biodiversity conservation should be included in military, reconstruction and humanitarian programs in world conflict zones (wars).

The purpose of the work: to carry out a preliminary assessment of the ecological and economic losses caused to the fisheries complex of the Kharkiv region as a result of military operations and to propose promising ways of further research development.

MATERIALS AND METHODS

Field studies were conducted on water bodies of the Kharkiv region impacted by military actions (Fig. 1).

продуктів харчування, рекреаційному і комерційному рибальству як ресурсокористуванню. Це відбуватиметься на тлі масштабного впливу на здоров'я людини «завдяки» високим рівням забруднення довкілля та погіршення санітарних умов [4].

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ

На тлі зазначеного вище, Україна повинна виконувати імplementовані Директиви Європейського Союзу (наприклад, Водну Рамкову Директиву) у галузі довкілля. Для країни у стані війни забезпечити виконання всіх екологічних вимог та розвиватися у напрямку збереження біорізноманіття та прісноводних екосистем є надзвичайним викликом. Згідно з прийнятими на себе зобов'язаннями, в Україні необхідно досягнути доброго екологічного стану водних об'єктів як обов'язкової екологічної цілі до 2027 р. Іхтіокомплекси поверхневих водних об'єктів (як складова водних біоресурсів) є обов'язковим компонентом для оцінки екологічного стану прісних водойм [8, 14]. Саме тому збереження біорізноманіття має бути включено до військових, реконструкційних і гуманітарних програм у зонах світових конфліктів (воєн).

Метою роботи було здійснення попередньої оцінки еколого-економічних втрат, завданих рибогосподарському комплексу Харківської області внаслідок воєнних дій, та внесення пропозицій щодо перспективних шляхів подальшого розвитку досліджень.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Польові дослідження проведено на водоймах Харківської області, які зазнали мілітарного впливу (рис. 1).





Fig. 1. The territory of the Kharkiv region that was under Russian occupation or in the zone of active hostilities in 2022 [15]

Public data of the State Agency of Land Reclamation and Fisheries of Ukraine in the Kharkiv Region (2021–2023) were also used.

The following research methods were used during the assessment of the ecological consequences and economic losses caused to the aquatic biological resources of water bodies of the Kharkiv region: analytical – collection of information from official sources of enterprises and institutions carrying out economic activities, control and monitoring of water bodies; geoinformation – assessment of the actual hydrological regime of water bodies; identification of the spatial location, measurement of quantitative and qualitative characteristics of water areas formed after the reservoirs drying-up; hydrobiological – determination of fish species and other hydrobiont composition; statistical – for qualitative and quantitative assessment of commercial ichthyofauna and the economic damage

Також використано публічні дані Державного агентства України з розвитку меліорації, рибного господарства та продовольчих програм у Харківській області (2021–2023 рр.).

Під час виконання роботи з оцінки екологічних наслідків та економічних збитків, завданих водним біоресурсам водоймищ Харківської області, використані наступні методи досліджень: *аналітичний* — для збору інформації з офіційних джерел відомств та установ, які здійснюють експлуатацію, контроль та моніторингові спостереження в регіоні; *геоінформаційні* — для оцінки сучасного гідрологічного режиму річок у межах водосховищ; *гідробіологічні* — для визначення видового складу риб та водної рослинності; *статистичні* — для якісної та кількісної оцінки промислово цінних видів риб та завданих економічних збитків промислового рибальству; *прогнозні* — для оцінки потенційної зміни видового біорізноманіття екосистеми з плином певного часу за різних умов подальшого розвитку водного



inflicted to the fishery; forecast – assessment of the potential transformation of the species biodiversity of the ecosystem in time under different conditions of further development of the water sector of Ukraine.

The study of ichthyocomplexes of reservoirs and the collection of material was carried out using standard modern research methods [16, 17]. The calculation of direct losses to the fishing industry was performed according to the formula [18]:

$$N=Z \cdot (n \cdot p) \quad (1)$$

N — the amount of losses caused by the death of individuals or their illegal removal from the aquatic environment, \$;

Z — the cost of products made from 1 kg of raw materials at current retail market prices in the region at the time of the loss calculation, \$;

n — the number of dead sexually mature individuals, ind.;

p — average weight of a sexually mature individual, kg.

As primary data for calculating losses to the fishery, indicators of the Regime of fishery exploitation of the Pechenegi reservoir for the period 2018–2028, as well as the Report on the activities of the State Agency for Land Reclamation and Fisheries in the Kharkiv region were used [27, 30].

In addition, during the coverage of debatable research issues, data from open sources of international and Ukrainian organizations were used, which keep statistical records and assess losses in monetary terms caused to the economy of Ukraine during the war [10, 20–22].

The obtained material was analyzed and subjected to statistical processing [23, 24] in MS Excel.

господарства України.

Дослідження іхтіокомплексів водосховищ та відбір матеріалу здійснювали, використовуючи стандартні сучасні методики досліджень [16, 17]. У відповідності до «Методики розрахунку збитків, заподіяних рибному господарству внаслідок порушення правил рибальства та охорони водних живих ресурсів» [18], виконано розрахунок прямих збитків рибному господарству за формулою:

$$N=Z \cdot (n \cdot p) \quad (1)$$

де N — розмір збитків, заподіяних загибеллю особин або їх незаконним вилученням з водного середовища, \$;

Z — вартість продукції, виготовленої з 1 кг сировини, за діючими роздрібними ринковими цінами регіону на момент проведення розрахунку збитків, \$;

n — кількість загиблих статевозрілих особин, екз.;

p — середня маса статевозрілої особини, кг.

Як первинні дані для розрахунків збитків рибному господарству були використані показники Режиму рибогосподарської експлуатації Печенізького водосховища на період 2018–2028 рр., а також Звіт про діяльність Управління Державного агентства України з розвитку меліорації, рибного господарства та продовольчих програм у Харківській області [27, 30].

Додатково, під час висвітлення дискусійних питань дослідження, застосовували дані відкритих джерел міжнародних та українських організацій, які ведуть статистичний облік та оцінку збитків, завданих економіці України за період війни, у грошовому еквіваленті [10, 20–22].

Отриманий матеріал аналізували і піддавали статистичній обробці [23, 24] з використанням пакету прикладних програм «Excel» для Windows.



STUDY RESULTS AND THEIR DISCUSSION

Fund of fisheries water objects of the Kharkiv region

867 rivers with a total length of 6,405 km flow through the territory of the Kharkiv region, of which 172 rivers each more than 10 km long have a total length of 4,667 km. Of them, according to the classification of rivers of Ukraine [25], one belongs to the “large” — Siverskyi Donets with a length of 1,053 km (375 km within the region), six belong to the “medium” (Oskil, Udy, Lopan, Merla, Oril, Samara). The rest of the rivers are classified as “small”. Hydrographically, the territory of the region is located within the basins of the Siversky Donets River (21.93 thousand km² or 69.8% of the region’s territory) and the Dnipro River (9.47 thousand km² or 30.2% of the region’s territory) [26].

The land area occupied by water bodies is 91.3 thousand hectares (2.9% of the territory of the region), including 46.3 thousand hectares under reservoirs and ponds.

In total, 57 reservoirs were built in the region (Siverskyi Donets river basin — 42, Dnipro river basin — 15), with a total volume of 15 million m³ and a surface area of 33,000 hectares. In addition, there are 2,538 ponds (1,708 in the basin of the Siverskyi Donets River, 830 in the basin of the Dnipro River), with a total volume of 229 million m³ and an area of 13,000 hectares. There are also 583 lakes on the territory of the region with a total area of 44.66 km² and a cooling reservoir of the thermal power station (TPP) (Zmiivska with an area of 1.266 thousand hectares [27]).

In accordance with the research objectives, the impact of the war on the conditions for the existence of aquatic biore-sources and fisheries management in the two largest reservoirs of the Kharkiv region (Oskil and Pechenegi reservoirs) and the Siverskyi Donets river basin as a whole was analyzed.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Фонд рибогосподарських водних об’єктів Харківщини

Територією Харківської області протікає 867 річок, загальною протяжністю — 6 405 км, з них довжиною більше 10 км — 172 річки, протяжністю 4 667 км. Із них, згідно з класифікацією річок України [25], одна належить до «великих» — Сіверський Донець, з довжиною 1 053 км (в межах області — 375 км), шість — до «середніх» (Оскіл, Уди, Лопань, Мерла, Оріль, Самара). Решту річок відносять до категорії «малих». У гідрографічному відношенні територія області розташована в межах басейнів річки Сіверський Донець (21,93 тис. км², або 69,8% території області) та річки Дніпро (9,47 тис. км², або 30,2% території області) [26].

Площі земель, зайняті водними об’єктами, становлять 91,3 тис. га (2,9% території області), у тому числі під водосховищами й ставами — 46,3 тис. га.

В області збудовано 57 водосховищ (басейн р. Сіверський Донець — 42, басейн р. Дніпро — 15), загальним об’ємом 15 млн м³ та площею водного дзеркала 33 тис. га. Окрім того, налічується 2538 ставів (у басейні р. Сіверський Донець — 1708, у басейні річки Дніпро — 830), загальним об’ємом 229 млн м³ та площею 13 тис. га. На території області наявні також 583 озера, загальною площею — 44,66 км², та водойма-охолоджувач Зміївської ТЕС, площею 1,266 тис. га [27].

Відповідно до поставлених завдань дослідження, проаналізовано вплив війни на умови існування водних біоресурсів та ведення рибного господарства у двох найбільших водоймах Харківської області (Оскільському та Печенізькому водосховищах) та басейні річки Сіверський Донець загалом.



The impact of military actions on the conditions of existence of aquatic biological resources in the Oskil reservoir

On April 2, 2022, as a result of military operations, the water discharge structures of the hydroelectric power station (HPP) Oskilska dam (“bottom” water release) were damaged that resulted to the uncontrolled water discharge. After partial repairs by the occupying army, the reservoir slowly began to fill up in the summer, but a second, more powerful explosion occurred in the first half of September 2022, and the HPP itself was mined. As a result, loss of water from the reservoir continued and the possibility of regulating water discharge was finally lost. There was an unproductive loss of water in the estimated volume of more than 76% of the total volume of the reservoir. Spawning and feeding grounds for many species of fish were lost, biotopes where juvenile fish lived in the littoral zone were destroyed. Fishing activity on the Oskil reservoir ceased with the beginning of the full-scale invasion of the aggressor country.

Specialists of the State Ecological Inspection calculated the damage to the environment, which amounts to more than 2.1 billion hryvnias [28]. Some support of the upper bief remains, that is, part of the reservoir exists.

According to operational data of the Communal Enterprise “Company “Water of Donbass” as of 13.09.2022 (after the restoration of control over the hydrotechnical structures of the Oskil reservoir on the Oskil river), the level of filling of the reservoir is approximately 40% of the total volume, but due to damage to the elements (the upper part of one of sluices) there is an unregulated discharge at an estimated rate of 30–40 m³/s. As of September 18, 2022, unregulated discharges decreased to 10–15 m³/s and remained approximately at this level until the end of 2022 [29].

The process of renaturalization of the

Вплив воєнних дій на умови існування водних біоресурсів в Оскільському водосховищі

02 квітня 2022 р. унаслідок воєнних дій було пошкоджено водоскидні споруди греблі Оскільської ГЕС («донний» водовипуск), внаслідок чого почався неконтрольований скид води. Після часткового ремонту окупаційною армією водосховище влітку почало повільно наповнюватися, але другий, більш потужний підрив стався у першій половині вересня 2022 р., а власне ГЕС була замінована. Унаслідок цього продовжилося «спрацювання» водосховища та була остаточно втрачена можливість регуляції скиду води. Відбулась непродуктивна втрата води орієнтовним обсягом понад 76% від загального об'єму водосховища. Були втрачені нерестові і нагульні площі для багатьох видів риб, знищені біотопи існування молоді риб в літоральній зоні. Рибогосподарська діяльність на Оскільському водосховищі припинилася з початком повномасштабного вторгнення країни-агресора.

Фахівці Державної екоінспекції розраховували шкоду доквіллю, яка становить понад 2,1 млрд гривень [28]. Певний підпір верхнього б'єфа залишився, тобто частина водосховища існує.

За оперативними даними КП «Компанія “Вода Донбасу”», станом на 13.09.2022 (після відновлення контролю над гідротехнічними спорудами Оскільського водосховища на р. Оскіл) рівень наповнення водосховища становить орієнтовно 40% від загального обсягу, але за рахунок пошкодження елементів (верхня частина одного з шлюзів) відбувається нерегульований скид витратами оціночно 30–40 м³/с. Станом на 18.09.2022 нерегульовані скиди зменшилися до 10–15 м³/с і залишалися приблизно такими до кінця 2022 р. [29].

На більшій частині колишньої акваторії Оскільського водосховища почав-



river has begun in most of the former water area of the Oskil reservoir, and a part of the reservoir remains in the lower part. A certain part of the former fish stocks of the reservoir was distributed in the channel areas of Oskil and Siverskyi Donets. Spawning conditions for phytophilic fish species (Prussian carp *Carassius gibelio*, common carp *Cyprinus carpio*, bream *Abramis brama*, roach *Rutilus rutilus*, rudd *Scardinius erythrophthalmus*, white bream *Blicca bjoerkna*, pike *Esox lucius*, European wels *Silurus glanis*, perch *Perca fluviatilis* and others) in the river in 2022 were unfavorable due to the almost complete loss of shallow waters covered with vegetation (its remains). The water area of the remnants of the reservoir was hardly able to provide space for spawning of pelagophiles (asp *Aspius aspius*, pikeperch *Sander lucioperca*, chub *Squalius cephalus* and others).

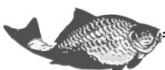
The impact of the war on the conditions for the existence of aquatic biore-sources in the Pechenegi Reservoir

The analysis was carried out on the basis of open materials of the Siversk-Donetsk Basin Authority of Water Resources [29]. In 2022, the level regime of the Pechenegi reservoir was characterized by significant fluctuations, different from the average multi-year dynamics. On February 24, 2022, the Defense Forces of Ukraine, in order to prevent the advance of the enemy, damaged the road on the reservoir dam in the area of the sluice discharge, but the sluice was not significantly damaged and the discharge of water into the lower bay was subject to regulation, although the sluice itself was located in the “gray zone”. At the end of March and throughout April 2022, water discharge increased significantly and the reservoir began to “activate”, although it is usually filled during this period. The consequences of such a decrease in the level during the year were not compensated. On Sep-

тя процес ренатуралізації річки, у нижній частині залишилася частка водосховища. Певна частина колишніх рибних запасів водосховища розподілилася у руслових ділянках Осколу та Сіверського Дінця. Умови для нересту фітофільних видів риб (карась сріблястий *Carassius gibelio*, сазан *Cyprinus carpio*, лящ *Abramis brama*, плітка *Rutilus rutilus*, краснопірка *Scardinius erythrophthalmus*, плоскирка *Blicca bjoerkna*, щука *Esox lucius*, сом *Silurus glanis*, окунь *Perca fluviatilis* тощо) у 2022 р. на річковій ділянці були несприятливими внаслідок майже цілковитої втрати мілководь, вкритих рослинністю (її рештками). Акваторія залишків водосховища навряд чи змогла забезпечити простір для нересту пелагофілів (білізна *Aspius aspius*, судак *Sander lucioperca*, головень *Squalius cephalus* тощо).

Вплив війни на умови існування водних біоресурсів у Печенізькому водосховищі

Аналіз здійснено на підставі відкритих матеріалів Сіверсько-Донецького басейнового управління водних ресурсів [29]. У 2022 р. рівневий режим Печенізького водосховища характеризувався значними коливаннями, відмінними від середньої багаторічної динаміки. 24 лютого 2022 р. Силами оборони України, з метою перешкоджання просуванню ворога, було пошкоджено дорогу на греблі водосховища на ділянці шлюзового скиду, але шлюз не зазнав суттєвих руйнувань і скид води у нижній б'єф піддавався регулюванню, хоча власне шлюз був розташований у «сірій зоні». Наприкінці березня та упродовж квітня 2022 р. скид води суттєво збільшився та водосховище почало «спрацьовувати», хоча зазвичай у цей період проходить його наповнення. Наслідки такого зменшення рівня протягом року так і



tember 20, 2022, as a result of rocket fire, additional damage was caused to water discharge facilities and the regulation of water discharge volumes became significantly more difficult.

The loss of water from the reservoir occurred as a result of discharges in the territories under the control of Russian troops, or due to the destruction of dams and hydraulic units by targeted strikes. Complete or partial devastation was accompanied by a sharp decrease in the water level, which has extremely negative ecological consequences for fisheries.

The dynamics of the level regime of the Pechenegi reservoir in 2022 during the period of “open” water in comparison with the previous three years is presented in Fig. 2.

The normal support level of the reservoir is 100.5 mBs.

Therefore, in April-May 2022, during the spawning of the vast majority of species of native ichthyofauna, an abnormally low level was observed, the water mostly receded from last year’s thickets of higher aquatic and coastal vegetation, which made it difficult for phytophilous species of ichthyofauna to spawn.

For pelagophiles, the situation looked less critical: the open water area of the reservoir in the lower part of the reservoir practically did not decrease.

не були компенсовані. 20 вересня 2022 р., унаслідок ракетного обстрілу, були нанесені додаткові пошкодження водоскидним спорудам і регуляція об’ємів скиду води суттєво ускладнилась.

Втрата води з водосховища відбувалась внаслідок скидів на територіях, підконтрольних російським військам, або через руйнування гребель і гідровузлів цілеспрямованими ударами. Повне або часткове спустошення супроводжувалось різким зменшенням рівня води, що мало вкрай негативні екологічні наслідки для рибного господарства.

Динаміку рівневого режиму Печенізького водосховища у 2022 р. у період «відкритої» води у порівнянні з попередніми трьома роками представлено на рисунку 2. Нормальний підпірний рівень водосховища 100,5 мБс.

Отже, у квітні–травні 2022 р. під час нересту переважної більшості видів аборигенної іхтіофауни спостерігався аномально низький рівень, вода переважно відійшла від минулорічних заростей вищої водної та прибережної рослинності, що ускладнило нерест фітофільним видам іхтіофауни. Для пелагофілів ситуація виглядала менш критичною: відкрита акваторія водосховища у нижній частині водосховища практично не зменшилась.

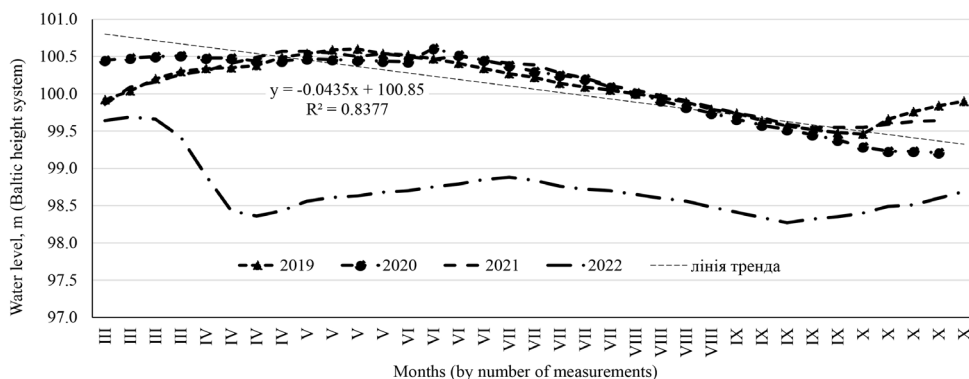


Fig. 2. Level regime of the Pechenegi Reservoir in 2019–2022



The Fig. 3 presents the dynamics of the average monthly water levels at the water measuring station of the National Nature Park “Homilshan Forests” (55 km downstream from the dam of the Pecheneg Reservoir). The level is represented from the “zero” of the hydrological post.

The impact of military operations on fishing activities in reservoirs of the Kharkiv region

Consumption of freshwater fish products is an important component of the diet in Ukraine. In the period from 2015 to 2022, it fluctuated from 9 to 12.5 kg of fish per capita [22]. At the same time, the calculations of the Association of Ukrainian Fish and Seafood Importers (UIFSA) indicate that the level of consumption of fish products by Ukrainians is more than 4-5 times lower than in European countries.

In 2021, the artificial formation of the structure of fish stocks in the region occurs mainly through the introduction of Chinese and common carps. A total of 2.1806 million individuals were stocked with the planned values of the corresponding regimes of fishery exploitation of 2.97265 million individuals.

Instead, in 2022, with the planned values of 2.90535 million individuals, artificial formation of the structure of fish stocks amounted to 0.1498 million indi-

На рисунку 3 представлено динаміку середньомісячних показників рівня води на водомірному посту НПП «Гомільшанські ліси» (55 км нижче по течії від греблі Печенізького водосховища). Рівень представлено від «нуля» гідрологічного поста.

Вплив воєнних дій на рибогосподарську діяльність на водоймах Харківської області

Споживання прісноводних рибопродуктів є важливим складовим елементом раціону в Україні. У період з 2015 по 2022 рр. цей показник коливався в межах від 9 до 12,5 кг риби на людину за рік [22]. В той же час, розрахунки Асоціації українських імпортерів риби і морепродуктів (UIFSA) вказують, що рівень споживання рибної продукції українцями у понад 4–5 разів менший, ніж у європейських країнах.

У 2021 р. штучне формування структури рибних запасів у області відбувалося, головним чином, шляхом вселення рослиноїдних видів риб та коропа. Загалом вселено 2,1806 млн екз., за планових показників відповідних режимів рибогосподарської експлуатації 2,97265 млн екз.

Натомість, у 2022 р. при запланованих показниках на рівні 2,90535 млн екз. штучне формування структури риб-

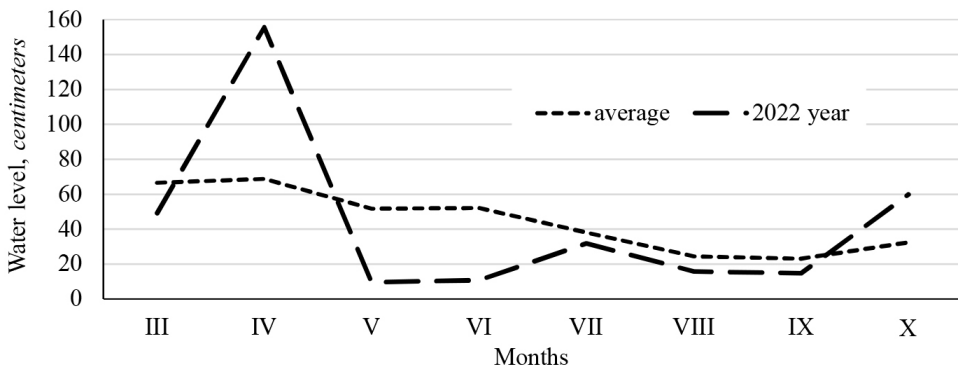
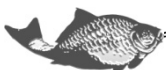


Fig. 3. The level regime of Siversky Donets in the «open water» period of 2022 (compared to the average of the previous 13 seasons)



viduals (5.16% of the plan and 6.9% of last year's values).

Harvest of fish in special commercial fish farms (SCFF) of the Kharkiv region

The harvest of aquatic biological resources in the territory of the region in 74 reservoirs in 2021 amounted to 1447,926 tons, which is 80.4% of the planned values. The catch of aquatic biological resources in the territory of the Kharkiv region in 2022 reached 206,991 tons or 11.05% of the planned values and 14% of the values of 2021 and was carried out only in 24 reservoirs (32% of the value of 2021). In general, in 2022, according to the Regimes of Fishery Exploitation, fishery activities were to be conducted in 80 reservoirs, of which 33 reservoirs (41%) were for a certain time in the zone of active hostilities or in the territories occupied by the Russian Federation (cluster 1) in the period after February 24, while others — although and in difficult, but relatively more favorable conditions for fishing activity (cluster 2). Differences in the achievement of planned values for catching fish in reservoirs of different clusters are presented in Fig. 4.

In cluster 1, the harvest was carried out in 11 reservoirs out of 33 (33%) and totaled slightly more than 26 tons. It consisted mainly of introduced fish (on average 51%), with the exception of some reser-

них запасів становило 0,1498 млн екз. (5,16% від плану та 6,9% від минулорічних показників).

Вилів риби в СТГ Харківської області

Вилів водних біоресурсів у 74 водоймах на території області у 2021 р. склав 1447,926 т, що становило 80,4% від планових показників. Вилів гідробіоресурсів на території Харківської області у 2022 р. досяг 206,991 т, або 11,05% від планових показників, і 14,0% від показників 2021 р., та здійснювався лише на 24 водоймах (32% від показника 2021 р.). Загалом, у 2022 р., за Режимом рибогосподарської експлуатації, мала вестись рибогосподарська діяльність на 80 водоймах, із них 33 водойми (41%) у період після 24 лютого певний час перебували у зоні активних бойових дій або на окупованих рф територіях (кластер 1), інші — хоча й у складних, але у відносно сприятливіших для рибогосподарської діяльності умовах (кластер 2). Відмінності у виконанні планових показників з виліву риби у водоймах різних кластерів представлені на рисунку 4.

У кластері 1 вилів здійснювався на 11 водоймах з 33 (33%) і загалом становив дещо більше 26 т. Він складався, головним чином, із риб-інтродуцентів

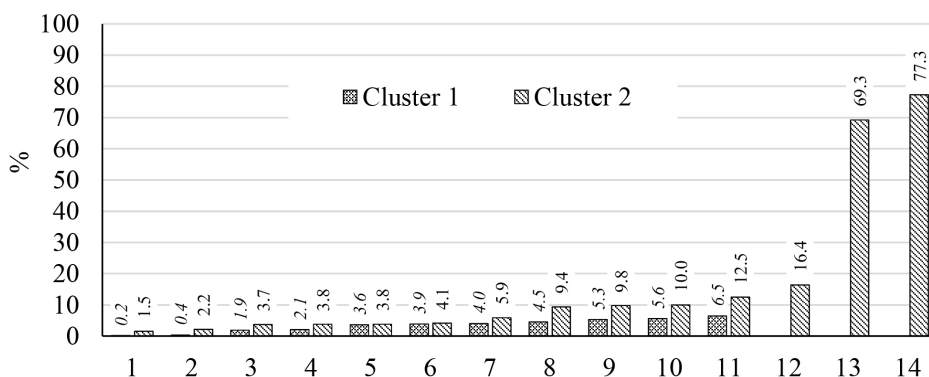


Fig. 4. The difference in the achievement of planned values of fish harvest in reservoirs with different degrees of impact of military operations



voirs, where during the period before hostilities, in the winter period, mainly native species were caught from the ice: Oskil — 99.4%, Avangard — 92.7%, Murom — 68.7% and Pechenigi — 63.2% reservoirs.

In water bodies of the cluster 2, fish harvest was carried out in 13 reservoirs out of 47 (28%) and in total amounted to about 181 tons for the year, which is more than 87% of the total catch of the SCFF, while the share of native fish in the catch was much higher and amounted to an average of 78%.

Production of aquaculture in the Kharkiv region

2021 year. 7 legal entities and 3 individuals submitted reports to state bodies regarding activities in the field of aquaculture for 2021. During the year, 1,138.4 hectares of ponds and 11,089 m² of ponds were in operation, 1,390 individuals of the brood stock of common and Chinese carps were kept, 6,922,700 individuals of fish seeds were grown and harvested. The total amount of cultivated aquatic bioresources was 383.27 tons on an area of 1,972.9 hectares, and the commercial fish catch was 332 tons on an area of 12,920.8 hectares.

2022 year. 3 legal entities and 3 individuals submitted reports to state bodies regarding activities in the field of aquaculture. Overall, 321.11 hectares of ponds and 8,000 m² of cages were used for aquaculture, 300 individuals of the brood stock of common and Chinese carps were available, 339,000 individuals of fish seeds were grown and harvested. The total volume of cultivated aquatic bioresources amounted to 265,474 tons on an area of 9,398.6 hectares, and the commercial fish catch was 168,327 tons on an area of 9,840.9 hectares.

Commercial fishery, which was carried out in reservoirs of the Kharkiv region according to annual limits (prognoses). In the pre-war period of 2019–2021, at least 200

(у середньому 51%), за винятком деяких водосховищ, де у період до початку бойових дій взимку з криги виловлювались переважно аборигенні види: Оскільське — 99,4%, Авангардівське — 92,7%, Муромське — 68,7% та Печенізьке — 63,2%.

На водоймах кластера 2 вилов здійснювався на 13 водоймах із 47 (28%) і загалом склав за рік близько 181 т, що становило більше 87% загального улову СТРГ, при цьому частка риб-вселенців у уловах була значно вищою і досягала у середньому 78%.

Виробництво продукції аквакультури Харківської області

2021 р. Звіти до державних органів щодо діяльності у галузі аквакультури за 2021 р. подали 7 юридичних осіб та 3 фізичні особи. Упродовж року в експлуатації перебувало 1138,4 га ставів та 11089 м² садків, утримувалось 1390 особин маточного поголів'я коропа та рослиноїдних видів риб, вирощено та виловлено 6 922 700 екз. рибопосадкового матеріалу. Загальний обсяг вирощених водних біоресурсів склав 383,27 т на площі 1 972,9 га, а вилов товарної риби становив 332 т на площі 12 920,8 га.

2022 р. Звіти до державних органів щодо діяльності у галузі аквакультури подали 3 юридичні та 3 фізичні особи. В рибогосподарській експлуатації знаходилося 321,11 га ставів та 8 000 м² садків, у наявності 300 особин маточного поголів'я коропа та рослиноїдних видів риб, вирощено та виловлено 339 000 екз. рибопосадкового матеріалу. Загальний обсяг вирощених водних біоресурсів склав 265,474 т на площі 9398,6 га, а вилов товарної риби становив 168,327 т на площі 9840,9 га.

Промисловий лов, який здійснювався на водосховищах Харківської області за щорічними лімітами (прогнозами).



tons of aquatic biological resources (214 tons in 2021) were caught in the Pechenegi Reservoir [30], on Oskil — about 40–43 tons [27]. In 2021 and 2022, the harvest limits of aquatic bioresources of national significance in water bodies of the Kharkiv region were not approved and quotas were not distributed.

Based on data from the monitoring of prices on the domestic market of fish products in 2022–2023, which was carried out by the territorial bodies of the State Agency for Land Reclamation and Fisheries of Ukraine [21], the potential losses from the cease of commercial fishery and the sale of aquatic biological resources were calculated (Table. 1).

The impact of military operations on recreational fishing

One of the important ecosystem services of water bodies in the Kharkiv region is recreational fishing, which is a type of active recreation on the water and, at the same time, a powerful factor in nature conservation.

Studies conducted in 2020–2021 on the rivers and reservoirs of the Kharkiv region [31] showed that recreational fishermen actively competed with the commercial catch of bream *Abramis brama* and roach *Rutilus rutilus* in the Pechenegi reservoir. For example, recreational catches of bream in the winter period exceeded commercial

У передвоєнні 2019–2021 рр. на Печенізькому водосховищі виловлювалося не менше 200 т водних біоресурсів (214 т у 2021 р.) [30], на Оскільському — близько 40–43 т [27]. У 2021 та 2022 рр. ліміти добування водних біоресурсів загальнодержавного значення у водоймах Харківської області не затверджувалися і квоти не розподілялися.

Виходячи з даних моніторингу цін на внутрішньому ринку рибної продукції у 2022–2023 рр., що здійснювався територіальними органами Управлінням Державного агентства України з розвитку меліорації, рибного господарства та продовольчих програм [21], було розраховано потенційні втрати від зупинки комерційного рибальства та реалізації (продажу) водних біоресурсів (табл. 1).

Вплив воєнних дій на рекреаційне рибальство

Однією з важливих екосистемних послуг водних об'єктів Харківської області є рекреаційне рибальство як різновид активного відпочинку на воді та, водночас, потужний чинник природокористування.

Дослідження 2020–2021 рр. на ріках і водосховищах Харківської області [31] показали, що на Печенізькому водосховищі рибалки-любители активно конкурують з комерційним виловом ляща звичайного *Abramis brama* та плітки

Table 1. Assessment of economic losses for commercial fishery in the Pechenegi and Oskil reservoirs

	Mean value for the last three years of commercial harvest, tones	Mean retail price per 1 kg of fish in 2022, US\$	Estimated losses at 2022 prices, US\$
Oskil Reservoir			
Total catch*	43.0	2.43	104 490.0
Pechenegi Reservoir			
Total catch*	214.0	2.43	520 020.0
In total	—	—	6 005 347.0

Note. * averaged total catch of these fish species: bream, pikeperch, common carp, wels catfish, Prussian carp, Chinese carps, roach, asp, pike, white bream, perch, rudd, other fish species.



catches by 39.88–57.29% (2021 and 2020, respectively). During the winter period, anglers caught about 80,500 kg of fish on the Siverskyi Donets and Pechenegi Reservoir.

As of the beginning of 2022, recreational fishing regimes in cultured fish farms were agreed in 6 reservoirs of the region, and paid recreational fishing by business entities was organized. Of them, 1 reservoir was in the occupied zone from March to September 2022, the others were in close proximity to the front line during the same period. The functioning of cultured fish farms (CFF) on these reservoirs in 2022 looked doubtful.

On 80 reservoirs of the Kharkiv region, economic activity was carried out in accordance with the Regimes of fishery exploitation, which contain sections regulating recreational fishing on each separate reservoir. On such reservoirs, the subjects of entrepreneurial activity have organized paid recreational fishing. The collection of official information on the state of recreational fishing on such reservoirs has not been implemented, so it is difficult to assess it. It is logical to assume that such fishing was more likely to be carried out in cluster 2 reservoirs.

Paid recreational and sport fishing as a state service (according to the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated October 30, 2013 No. 801) was not carried out in the reservoirs of the region in either 2021 or 2022.

According to data of the State Control of Recreational and Sport Fishing in 2021, 138 people were checked by fish protection authorities. The catch for 1 person for 1 fishing trip amounted to 3.6 kg. In 2022, 16 people were checked (12% of last year's values), the catch per person per 1 fishing trip was 6.28 kg, which was almost twice as high as last year's values, but, probably, this difference was due to the results of a small sample size taken for

звичайної *Rutilus rutilus*. Наприклад, любительські улови ляща у зимовий період переважали промислові на 39,88–57,29% (відповідно 2021 та 2020 рр.). За зимовий період рибалки-любители на Сіверському Донці та Печенізькому водосховищі виловлювали близько 80 500 кг риби.

На 6 водоймах області станом на початок 2022 р. було погоджено Режими любительського рибальства в культурних рибних господарствах та організовано платне любительське рибальство суб'єктами підприємницької діяльності. Із них 1 водойма перебувала в окупованій зоні з березня по вересень 2022 р., інші — у безпосередній близькості до лінії фронту у той же період. Функціонування культурних рибних господарств (КРГ) на цих водоймах у 2022 р. виглядає сумнівним.

На 80 водоймах Харківської області господарська діяльність здійснювалась відповідно до Режимів рибогосподарської експлуатації, які містять розділи, що регламентують любительське рибальство на кожній окремішій водоймі. На таких водоймах суб'єктами підприємницької діяльності організовано платне любительське рибальство. Збір офіційної інформації щодо стану любительського рибальства на таких водоймах не запроваджено, тому оцінити його складно. Логічно допустити, що таке рибальство з більшою вірогідністю могло здійснюватися у водоймах кластера 2.

Платне любительське та спортивне рибальство як державна послуга (за постановою Кабінету Міністрів України від 30 жовтня 2013 року № 801), ані у 2021, ані у 2022 рр. у водоймах області не здійснювалось.

Згідно з показниками Державного контролю за веденням любительського та спортивного рибальства, у 2021 р. органами рибоохорони перевірено 138 осіб. Улов на 1 особу за 1 виїзд склав



analysis in 2022.

According to preliminary estimates, the number of anglers in the summer-autumn period decreased by an average of three times in 2022 on the territory of the NNP “Gomilshan forests”, where we conducted monitoring, and by 11 times on the Pechenegi reservoir.

It should be noted that a significant factor of a decrease in catches was the decision of the Regional Commission on Technogenic and Environmental Safety and Emergency Situations dated June 24, 2022 on the ban, the use of small vessels, motor and other vessels on water bodies of the Kharkiv region [32].

Consequently, the military actions during the full-scale invasion of the Russian Federation into Ukraine led to significant losses of fisheries (commercial fishery, aquaculture and recreational fishing) and ecosystem services in water bodies of the Kharkiv region. It is currently difficult to calculate estimated losses of ecosystem services of water bodies in the region. But the estimated economic losses only for commercial fishery in the Pechenegi and Oskil reservoirs reached \$6,005,347.0 (225,200,512 UAH).

CONCLUSION AND PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT

As a result of the military operations, significant non-productive water losses were observed in the two largest reservoirs of the Kharkiv region — Oskil and Pechenegi reservoir (Siverskyi Donets River ba-

3,6 kg. У 2022 р. перевірено 16 осіб (12% від минулорічних показників), улов на 1 особу за 1 виїзд склав 6,28 кг, що майже вдвічі вище минулорічних показників, але, вірогідно, така різниця склалася у результаті невеликого обсягу вибірки для аналізу у 2022 р.

На території НПП «Гомільшанські ліси», де ми проводили моніторинг, за попередніми оцінками, кількість рибалок-любителів у літньо-осінній період зменшилася у 2022 р. у середньому утричі, на Печенізькому водосховищі — у 11 разів.

Необхідно зазначити, що суттєвим чинником зменшення показників уловів як для промислу, так і для рекреаційного рибальства стало рішення Регіональної комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій від 24 червня 2022 р. про заборону промислового, любительського та спортивного рибальства, використання малих суден, моторних та інших суден на водних об'єктах Харківської області [32].

Отже, військові дії під час повномасштабного вторгнення російської федерації до України призвели до значних втрат рибного господарства (промислу, аквакультури та рекреаційного рибальства) та екосистемних послуг на водоймах Харківської області. Обчислити орієнтовні втрати екосистемних послуг водних об'єктів області на сьогодні складно, але підраховані економічні збитки тільки для промислу на Печенізькому та Оскільському водосховищах сягають \$6 005 347,0 (225 200 512 грн).

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Внаслідок військових дій у двох найбільших водоймах Харківської області — Оскільському та Печенізькому водосховищах (басейн Сіверського Дінця) — спостерігаються значні непродуктивні втрати води. На сьогодні найбільших



sin). To date, the largest losses have been experienced by the ecosystem of the Oskil Reservoir, which has lost more than 60% of the total volume of water. Spawning and feeding grounds for many fish species were lost, biotopes where fish juveniles lived in the littoral zone were destroyed.

Fishing activities in the Oskil and Pechenegi reservoirs ceased with the beginning of the full-scale invasion of the Russian Federation.

The catches of aquatic biological resources in the special commercial fish farms (SCFF) of the Kharkiv region in 2022 amounted to almost 207 tons (11.05% of the plan) and was carried out in only 24 reservoirs (out of 80 reservoirs with developed Fishery Use Regimes).

Before the beginning of the large-scale invasion of the Russian Federation, 1,138.4 hectares of ponds and 11,089 m² of ponds were in operation, 1,390 specimens of the brood stock of common and Chinese carps were kept (as of the end of 2021), 6.92 million individuals of fish seeds were grown and caught.

In the year after the invasion (the end of 2022), the area of ponds used for fish farming decreased by three times (321.11 ha), the area of cages — by 1.4 times (8000 m²). The number of brood stock of introduced fish decreased by 4.63 times (to 300 breeders). This year, 20 (!) times fewer fish seeds (339,000 specimens) were grown and harvested.

In 2022, the number of anglers on the territory of the National nature park (NNP) “Homilshan Forests” during the summer-autumn period decreased by an average of three times, on the Pechenegi reservoir — by 11 times.

Estimated economic losses only for commercial fishery in the Pechenegi and Oskil reservoirs amounted to \$6,005,347.0 (225,200,512 UAH).

Water and food security of Ukraine, post-war restoration of degraded lands,

втрат зазнала екосистема Оскільського водосховища, яка втратила понад 60% загального обсягу води. Були втрачені нерестові і нагульні площі для багатьох видів риби, знищені біотопи існування молоді риби в літоральній зоні.

Рибогосподарська діяльність на Оскільському та Печенізькому водосховищах припинилася з початком повномасштабного вторгнення рф.

Вилів водних біоресурсів в СТРГ Харківської області у 2022 р. склав майже 207 т (11,05% від плану) та здійснювався лише на 24 водоймах (із 80 водойм з розробленими Режимом рибогосподарського використання).

До початку широкомасштабного вторгнення рф в експлуатації перебувало 1 138,4 га ставів та 11 089 м² садків, утримувалось 1390 особин маточного поголів'я коропа та рослиноїдних видів риби (станом на кінець 2021 р.), було вирощено та виловлено 6,92 млн екз. зарибку.

За рік після вторгнення (кінець 2022 р.) площа ставів, що знаходились у рибогосподарській експлуатації, зменшилася втричі (321,11 га), садків — у 1,40 раза (8000 м²). Чисельність маточного поголів'я риб-інтродуцентів зменшилася у 4,63 раза (до 300 плідників). Вирощено та виловлено у цей рік у 20 (!) разів менше рибопосадкового матеріалу (339 000 екз.).

На території НПП «Гомільшанські ліси» кількість рибалок-любителів у 2022 р. під час літньо-осіннього періоду зменшилася у середньому втричі, на Печенізькому водосховищі — у 11 разів.

Підраховані економічні збитки тільки для промислу на Печенізькому та Оскільському водосховищах сягають \$6 005 347,0 (225 200 512 грн).

Водна та продовольча безпека України, повоєнне відновлення деградованих



territories and water areas are currently the main components of national security.

The negative consequences of the loss of significant volumes of water ecosystems of water bodies of the Kharkiv region, the exclusion of many reservoirs of the region from the function of providing ecosystem services (due to the lack of accumulation of drinking and technical water, mining of banks, pollution of water areas and territories by products of chemical substances of munitions, etc.) will have a long-term impact on social economic development of this region of Ukraine. The consequences of the loss of water ecosystems are a threat to the water supply of cities and towns of the Kharkiv region, industry, irrigation, fishing, and recreation. The loss of huge areas of water, forest and floodplains, which can be attributed to the Emerald Network [33], also threatens the fulfillment of the provisions of the concept of maintaining biological and landscape diversity on the European continent.

Eliminating the consequences of military actions for the water ecosystems of Ukraine will require in the future coordinated and harmonious work of specialists from various fields: ecologists, hydraulic engineers, biologists, economists, managers and other specialists. It is mandatory to include and evaluate the ecological and economic efficiency of the received ecosystem services in the water resources management model [34, 35]. Using the example of the Russian-Ukrainian war, scientists around the world are presented with the possibility of comprehensive research and the possibility of organizing comprehensive monitoring, comprehensive assessments and project development to minimize and prevent the risks of the impact of military conflicts on water ecosystems and their ecosystem services in the future.

земель, територій і акваторій на сьогодні є основними складовими національної безпеки.

Негативні наслідки від втрати значних обсягів водних екосистем водоймищ Харківської області, виключення багатьох водойм регіону з функції надання екосистемних послуг (внаслідок відсутності накопичення питної та технічної води, замінувань берегів, забруднення акваторій та територій продуктами хімічних речовин боєприпасів тощо) впливатимуть тривалий час на соціально-економічний розвиток цього регіону України. Наслідки втрат водних екосистем — це загроза водопостачанню міст і селищ Харківської області, промисловості, зрошенню, рибальству, рекреації. Втрата величезних площ водних, лісових та заплавних угідь, які можуть бути віднесеними до Emerald Network [33], загрожує також виконанню положень концепції підтримання біологічного та ландшафтного різноманіття на Європейському континенті.

Ліквідація наслідків воєнних дій для водних екосистем України потребує в майбутньому злагодженої та гармонійної роботи фахівців різних напрямів: екологів, гідротехніків, біологів, економістів, управлінців та інших спеціалістів. Обов'язковим є включення та оцінка еколого-економічної ефективності отриманих екосистемних послуг в модель управління водними ресурсами [34, 35]. На прикладі російсько-української війни перед науковцями всього світу постає можливість всеохопного дослідження та можливості організації комплексного моніторингу, різнобічних оцінок і розробки проектів для мінімізації та недопущення ризиків впливу воєнних конфліктів на водні екосистеми та їх екосистемні послуги у майбутньому.



REFERENCES

1. Hanson, T., Brooks, T. M., Da Fonseca, G. A. B., & Hoffmann, M., et al. (2009). Warfare in biodiversity hotspots. *Conservation Biology*, 23, 578-587. doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01166.x.
2. Gleick, P., Vyshnevskiy, V., & Shevchuk, S. Rivers and Water Systems as Weapons and Casualties of the Russia-Ukraine War. *Earth's Future*, 11. https://doi.org/10.1029/2023ef003910.
3. Baumann, M., & Kuemmerle, T. (2016). The impacts of warfare and armed conflict on land systems. *Journal of Land Use Science*, 11(6), 672-688. https://doi.org/10.1080/1747423X.2016.1241317.
4. Pereira, P., Bašić, F., Bogunovic, I., & Barcelo, D. (2022). Russian-Ukrainian war impacts the total environment. *Science of The Total Environment*, 837, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155865.
5. Rawtani, D., Gupta, G., Khatri, N., Rao, P. K., & Hussain, C. M. (2022). Environmental damages due to war in Ukraine: A perspective. *Science of The Total Environment*, 850, 157932. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157932.
6. Valerko, R. A., Gerasimchuk, L. O., & Primera, I. O. (2022). Otsinka rozmiru shkody dlya dovkillya, sprychynena viys'kovymy diyamy. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk*, 126, 251-258. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.35.
7. Shevchuk, S. A., Vyshnevskiy, V. I., & Bilous, O. P. (2022). The use of remote sensing data for investigation of Environmental Consequences of Russia-Ukraine War. *Journal of Landscape Ecology*, 15(3), 36-53. https://doi.org/10.2478/jlecol-2022-0017.
8. Afanasyev, S. O. (2023). Vplyv viyny na hidroekosystemy Ukrayiny: pidsumky pershoho roku povnomashtabnoho vtorhnnennya rosiyi (ohlyad). *Hidrobiologichnyy zhurnal*, 59(4), 3-19. https://doi.org/10.1615/hydrobj.v59.i4.10.
9. Novitskiy, R., Napich, H., Maksymenko,

ЛІТЕРАТУРА

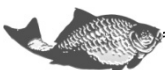
1. Warfare in biodiversity hotspots / Hanson T. et al. // *Conservation Biology*. 2009. Vol. 23. P. 578—587. doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01166.x.
2. Gleick P., Vyshnevskiy V., Shevchuk S. Rivers and Water Systems as Weapons and Casualties of the Russia-Ukraine War // *Earth's Future*. 2023. Vol. 11. https://doi.org/10.1029/2023ef003910.
3. Baumann M., Kuemmerle T. The impacts of warfare and armed conflict on land systems // *Journal of Land Use Science*. 2016. Vol. 11, iss. 6. P. 672—688. https://doi.org/10.1080/1747423X.2016.1241317.
4. Russian-Ukrainian war impacts the total environment / Pereira P. et al. // *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 837. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155865.
5. Environmental damages due to war in Ukraine: A perspective / Rawtani D. et al. // *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 850. 157932. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157932.
6. Валерко Р. А., Герасимчук Л. О., Примера І. О. Оцінка розміру шкоди для довкілля, спричинена військовими діями // *Таврійський науковий вісник*. 2022. Вип. 126. С. 251—258. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.35.
7. Shevchuk S. A., Vyshnevskiy V. I., Bilous O. P. The use of remote sensing data for investigation of Environmental Consequences of Russia-Ukraine War // *Journal of Landscape Ecology*. 2022. Vol. 15(3). P. 36—53. https://doi.org/10.2478/jlecol-2022-0017.
8. Афанасьев С. О. Вплив війни на гідроекосистеми України: підсумки першого року повномасштабного вторгнення росії (огляд) // *Гідробіологічний журнал*. 2023. Т. 59, № 2. С. 3—19.
9. Loss of fisheries from destruction of the Kakhovka reservoir / Novitskiy R. et al. // *International Journal of*



- M., & Kovalenko, V. (2024). Loss of fisheries from destruction of the Kakhovka reservoir. *International Journal of Environmental Studies*. [https://doi: 10.1080/00207233.2024.2314890](https://doi.org/10.1080/00207233.2024.2314890).
10. State Agency of Water Resources of Ukraine. Kyiv. *davr.gov.ua*. Retrieved from: <https://davr.gov.ua>.
 11. Reid, A. J., Carlson, A. K., Creed, I. F., & Eliason, E. J. et al. (2018). Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews*, 94, 849-873. <https://doi.org/10.1111/brv.12480>.
 12. Uzunov, Y. I., & Protasov, A. A. (2019). Kontseptsiya ekosistemnykh uslug v prilozenii k vodnym tekhnookosistemam. *Hidrobiolohichnyy zhurnal*, 55(1), 3-17. <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v55.i1.10>.
 13. Machlis, G. E., & Hanson, T. (2008). Warfare ecology. *Bioscience*, 58, 729-736. [https://doi:10.1641/B580809](https://doi.org/10.1641/B580809).
 14. Birk, S., Bonne, W., Borja, A., Brucet, S., Courrat, A., & Poikane, S., et al. (2012). Three hundred ways to assess Europe's surface waters: An almost complete overview of biological methods to implement the water framework directive. *Ecological Indicators*, 18, 31-41. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.10.009>.
 15. Ukraine Conflict Updates. *www.understandingwar.org*. Retrieved from: <https://www.understandingwar.org/backgrounder/ukraine-conflict-updates>.
 16. *Metody hidroekolohichnykh doslidzhen' poverkhnevyykh vod* (2006). Kyiv: Logos.
 17. Bonar, S. A., Hubert, W. A., & Willis, D. W. (2009). *Standard methods for sampling North American freshwater fishes*. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society. <https://doi.org/10.47886/9781934874103>.
 18. *Metodyka rozrakhunku zbytkiv, zapodiyanykh rybному gospodarstvu vnaslidok porushennya zakonodavstva pro* Environmental Studies. 2024. [https://doi: 10.1080/00207233.2024.2314890](https://doi.org/10.1080/00207233.2024.2314890).
 10. Державне агентство водних ресурсів України. Київ. URL : <https://davr.gov.ua/> (дата звернення : 31.01.2024).
 11. Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity / Reid A. J. et al. // *Biological Reviews*. 2018. Vol. 94. P. 849—873. <https://doi.org/10.1111/brv.12480>.
 12. Узунов Й. И., Протасов А. А. Концепция экосистемных услуг в приложении к водным техноэкосистемам // *Гидробиологический журнал*. 2018. Т. 54, № 5. С. 3—19.
 13. Machlis G. E., Hanson T. Warfare ecology. *Bioscience*. 2008. Vol. 58. P. 729—736. [https://doi:10.1641/B580809](https://doi.org/10.1641/B580809).
 14. Three hundred ways to assess Europe's surface waters: An almost complete overview of biological methods to implement the water framework directive / Birk S. et al. // *Ecological Indicators*. 2012. Vol. 18. P. 31—41. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.10.009>.
 15. Ukraine Conflict Updates. URL : <https://www.understandingwar.org/backgrounder/ukraine-conflict-updates> (accessed : 31.01.2024).
 16. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / ред. Романенко В. Д. Київ : Логос, 2006. 408 с.
 17. Bonar S. A., Hubert W. A., Willis D. W. Standard methods for sampling North American freshwater fishes. Bethesda, Maryland : American Fisheries Society. 2009. P. 335. <https://doi.org/10.47886/9781934874103>.
 18. Методика розрахунку збитків, заподіяних рибному господарству внаслідок порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища : затв. Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки Укра-



- okhoronu navkolyshn'oho pryrodnoho seredovyscha: zatverdzheno Nakazom Ministerstva okhorony navkolyshn'oho pryrodnoho seredovyscha ta yadernoyi bezpeky Ukrayiny No. 36, 18.05.1995. *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0155-95#Text>.
19. Metodyka rozrakhunku zbytkiv, zapodiyanykh rybному gospodarstvu vnaslidok porushennya pravyl rybal'stva ta okhorony vodnykh zhyvykh resursiv: zatverdzheno Nakazom Ministerstva aharnoyi polityky Ukrayiny ta Ministerstvom okhorony navkolyshn'oho pryrodnoho seredovyscha Ukrayiny No. 278/243, 07.12.2004. *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1446-04#Text>.
20. Kyiv School of Economics (KSE). *kse.ua*. Retrieved from: <https://kse.ua>.
21. State Agency of Land Reclamation and Fisheries of Ukraine. *www.darg.gov.ua*. Retrieved from: https://www.darg.gov.ua/_pro_naslidki_dlja_ribnoji_0_0_0_12855_1.html.
22. Agriculture of Ukraine. Statistical collection. Kyiv, 2020. *www.ukrstat.gov.ua*. Retrieved from: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2020/zb/09/zb_sg_Ukr_2019.pdf.
23. Zar, J. H. (2010). *Biostatistical Analysis* (5th edn.) NJ: Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River.
24. Lapach, S. N., Chubenok, A. V., & Babich, P. N. (2002). *Statistika v nauke i biznese*. Kyiv: MORION.
25. Vishnevsky, V. I., & Kosovets, O. O. (2003). *Hidrolohichni kharakterystyky richok Ukrayiny*. Kyiv: Nika-Centre.
26. Report on the state of the surrounding natural environment in the Kharkiv region in 2021. Kharkiv, 2022. *kharkivoda.gov.ua*. Retrieved from: https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/1182/118159/Attaches/regionalna_dopovid_2021_harkivska_oblast.pdf.
- їни № 36 від 18.05.1995. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0155-95#Text> (дата звернення : 31.01.2024).
19. Методика розрахунку збитків, заподіяних рибному господарству внаслідок порушення правил рибальства та охорони водних живих ресурсів : затв. Наказом Міністерства аграрної політики України та Міністерством охорони навколишнього природного середовища України № 278/243 від 07.12.2004. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1446-04#Text> (дата звернення : 31.01.2024).
20. Київська школа економіки (КШЕ). URL : <https://kse.ua/> (дата звернення : 31.01.2024).
21. Державне агентство розвитку меліорації, рибного господарства та продовольчих програм України. URL : https://www.darg.gov.ua/_pro_naslidki_dlja_ribnoji_0_0_0_12855_1.html (дата звернення : 31.01.2024).
22. Сільське господарство України. Статистичний довідник. Київ, 2020. URL : http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2020/zb/09/zb_sg_Ukr_2019.pdf (дата звернення : 31.01.2024).
23. Zar J. H. *Biostatistical Analysis*. 5th edn. NJ : Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, 2010. 960 p.
24. Лапач С. Н., Чубенок А. В., Бабич П. Н. *Статистика в науке и бизнесе*. Киев : МОРИОН, 2002. 640 с.
25. Вишневецький В. І., Косовець О. О. *Гідрологічні характеристики річок України*. Київ : Ніка-Центр, 2003. 324 с.
26. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2021 році. Харків, 2022. URL : https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/1182/118159/Attaches/regionalna_dopovid_2021_harkivska_oblast.pdf (дата звернення : 31.01.2024).



27. *Report on the activities of the Office of the State Agency of Land Reclamation and Fisheries of Ukraine in Kharkiv region for 2022* (2023). Kharkiv.
28. Daidzhest kluchovykh naslidkiv rosijskoi ahresii dlia ukrainskoho dovkillia za 7-13 lypnia 2022 roku. *eko.adm-pl.gov.ua*. Retrieved from: <https://eko.adm-pl.gov.ua/dayjest13.htm>.
29. Siversko-Donetske baseinove upravlinnia vodnykh resursiv. *sdbuvr.gov.ua*. Retrieved from: <https://sdbuvr.gov.ua/diyalnist/vodogospodarska-obstanovka>.
30. *Fisheries regime of the Pecheneg reservoir, located in the Vovchansk and Pecheneg districts of Kharkiv region* (2017). [S. l.]: Scientific and Production Fisheries-project Company.
31. Honcharov, G. L., Novitskyi, R. O., & Kobayakov, D. O. (2022). Aspects of winter recreational fishing in the reservoirs of the Kharkiv region (Ukraine). *Agrology*, 5(1), 8-14. <https://doi.org/10.32819/021102>.
32. Protokol #3 pozacherhovoho zasidannia rehionalnoi komisii. *kharkivoda.gov.ua*. Retrieved from: https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/1164/116326/Attaches/protokol_3_vid_24.06.2022.pdf.
33. Emerald Network of Areas of Special Conservation Interest. *www.coe.int*. Retrieved from: <https://www.coe.int/en/web/bern-convention/emerald-network>.
34. Liu, S., Crossman, N. D., Nolan, M., & Ghirmay, H. (2013). Bringing Ecosystem Services into Integrated Water Resources Management. *Journal of Environmental Management*, 129, 92-102. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.06.047>.
35. Grizzetti, B., Lanzanova, D., Liqueste, C., Reynaud, A., & Cardoso, A. C. (2016). Assessing Water Ecosystem Services for water resource management. *Environmental Science & Policy*, 61, 194-203. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.04.008>.
27. Звіт про діяльність Управління Державного агентства меліорації та рибного господарства у Харківській області за 2022 рік. Харків, 2023. 167 с.
28. Дайджест ключових наслідків російської агресії для українського довкілля за 7-13 липня 2022 року. URL : <https://eko.adm-pl.gov.ua/dayjest13.htm> (дата звернення : 31.01.2024).
29. Сіверсько-Донецьке басейнове управління водних ресурсів. URL : <https://sdbuvr.gov.ua/diyalnist/vodogospodarska-obstanovka> (дата звернення : 31.01.2024).
30. Режим рибогосподарської експлуатації Печенізького водосховища на період 2018–2028 рр. [Б. м.] : Рибопроектне наукове-виробничче об'єднання, 2018. 24 с.
31. Гончаров Г. Л., Новіцький Р. О., Кобяков Д. О. Інтенсивність зимового любительського рибальства на водоймах Харківської області (Україна) // *Agrology*. 2022. 5(1), 8-14. <https://doi.org/10.32819/021102>.
32. Протокол № 3 позачергового засідання регіональної комісії. URL : https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/1164/116326/Attaches/protokol_3_vid_24.06.2022.pdf (дата звернення : 31.01.2024).
33. Emerald Network of Areas of Special Conservation Interest. URL : <https://www.coe.int/en/web/bern-convention/emerald-network> (accessed : 31.01.2024).
34. Bringing Ecosystem Services into Integrated Water Resources Management / Liu S. et al. // *Journal of Environmental Management*. 2013. Vol. 129. P. 92—102. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.06.047>.
35. Assessing Water Ecosystem Services for water resource management / Grizzetti B. et al. // *Environmental Science & Policy*. 2016. Vol. 61. P. 194—203. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.04.008>.

