DOI: 10.33273/2663-9726-2025-62-1-7-18
УДК: 615.9:502: 613/614:613.14/.15;613.161/.162:614.77:614.777:504.062

Л. Власик[1], Г. Проданчук[1], С. Сноз[2], Л. Смердова[2]

[1]Буковинський державний медичний університет, кафедра гігієни та екології, м. Чернівці, Україна
[2]Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ, Україна

СТАН СЕРЕДОВИЩА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ В УМОВАХ ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ ПРОТИ УКРАЇНИ

РЕЗЮМЕ. Вступ. *Понад 3 роки триває повномасштабна війна російської федерації проти України, яка спричинила катастрофічні гуманітарні та екологічні втрати і обумовила непередбачувані наслідки для здоров'я людини та довкілля.*
Мета. *Аналіз актуальних загроз середовищу життєдіяльності людини в умовах повномасштабної війни російської федерації проти України.*
Матеріали та методи. *Здійснено аналітичний огляд відкритих джерел інформації та матеріалів наукових бібліотек PubMed, Elsevier та ін. Використані методи системного, порівняльного та контент-аналізу.*
Результати. *Окрім величезних людських втрат, повномасштабна війна російської федерації проти України мала руйнівний вплив на природне середовище, про що свідчить забруднення повітря, водних джерел, ґрунтів, руйнація ландшафтів і екосистем. Попередньо короткострокові збитки навколишньому середовищу оцінено в 56,4 млрд. доларів. Довгостроковий вплив забруднення на здоров'я людини та природні екосистеми можна оцінити лише після закінчення війни. Ключові загрози середовищу життєдіяльності людини в умовах повномасштабної війни це: руйнівний вплив на природні ресурси та забруднення повітря, ґрунтів та водних джерел стійкими органічними й неорганічними сполуками; підвищення вразливості України до зміни клімату та послаблення її дій щодо скорочення викидів парникових газів; зростання реальних хімічних, біологічних, радіаційно-ядерних загроз здоров'ю людини та довкіллю.*
Висновки. *Наслідки повномасштабної війни російської федерації проти України протягом багатьох років стануть предметом наукових досліджень, спрямованих на пошук ефективних інструментів захисту здоров'я людини і середовища її життєдіяльності від впливу наслідків війни.*
Ключові слова: *повномасштабна війна, середовище життєдіяльності людини, здоров'я людини та довкілля.*

L. Vlasyk[1], G. Prodanchuk[1], S. Snoz[2], L. Smerdova[2]

[1]Bukovinian State Medical University, Department of Hygiene and Ecology, Chernivtsi, Ukraine
[2] "L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise)", Kyiv, Ukraine

THE STATE OF THE ENVIRONMENT IN THE CONDITIONS OF THE FULL-SCALE WAR OF THE RUSSIAN FEDERATION AGAINST UKRAINE

ABSTRACTS. Introduction. *The full-scale war of the russian federation against Ukraine has been going on for more than 3 years, which has caused catastrophic humanitarian and environmental losses and has led to unpredictable consequences for human health and the environment.*
Aim. *Analysis of current threats to the environment in the conditions of a full-scale war of the russian federation against Ukraine.*
Materials and Methods. *Analytical review of open sources of information and materials of scientific libraries PubMed, Elsevier, etc. The methods of systematic, comparative and content analysis were used.*
Results. *In addition to huge human losses, the full-scale war of russian federation against Ukraine had a devastating impact on the natural environment, as evidenced by pollution of air, water sources, soils, destruction of landscapes and ecosystems. Preliminary short-term damage to the environment is estimated at 56.4 billion dollars. The long-term impact of pollution on human health and natural ecosystems can be assessed only after the end of the war. The key threats to the human environment in the conditions of a full-scale war are: destructive impact on natural resources and pollution of air, soils and water sources with persistent organic and inorganic compounds; increasing Ukraine's vulnerability to climate change and weakening its efforts to reduce greenhouse gas emissions; increasing real chemical, biological, radiological and nuclear threats to human health and the environment.*

Conclusions. *The consequences of russian federation full-scale war against Ukraine will be the subject of scientific research for many years, aimed at finding effective tools to protect human health and the environment from the effects of war.*
Keywords: *full-scale war, human environment, human health and the environment.*

Вступ. 24 лютого 2022 року повномасштабне вторгнення російської федерації на суверенну територію України стало початком найбільшого збройного конфлікту в Європі з часів Другої світової війни. Україна зазнала катастрофічних людських, економічних і соціальних втрат.

Так, за даними Київської школи економіки, війна негативно вплинула на економіку, знизила енергетичну та продовольчу безпеку держави [1], жертвою війни стало довкілля. Безпосередні та короткострокові збитки навколишньому середовищу сьогодні оцінюються в 56,4 мільярда доларів США. Довгостроковий вплив хімічного та радіаційного забруднення на здоров'я людини та довкілля може бути повністю оцінено лише по закінченню війни [2, 3]. Досвід попередніх воєн доводить, шкода навколишньому середовищу може бути як наслідком ненавмисної військової діяльності, так і частиною спланованої військової стратегії [4, 5].

Зазначене вже підтверджують дослідження, адже нині завдано безпосередньої шкоди об'єктам навколишнього середовища військовими діями: обстрілами, що призводять до лісових пожеж; застосуванням тактики «випаленої землі»; затопленням через руйнування дамб; оборонної тактики, що передбачає риття окопів і установки протитанкових мін; військових дій, які йдуть в екологічно чутливих районах, зокрема у природних заповідниках [6-8].

Українські урядові установи, організації громадянського суспільства та міжнародні агентства вже мають безпрецедентну кількість даних про наслідки повномасштабної війни російської федерації проти України для економіки, інфраструктури, здоров'я людини і довкілля [9-11].

Мета даного дослідження – аналіз актуальних загроз середовищу життєдіяльності людини в умовах повномасштабної війни російської федерації проти України. У недалекому майбутньому цей аналіз стане основою для обґрунтування шляхів подолання наслідків війни для здоров'я людини та довкілля.

Матеріали та методи. Здійснено аналітичний огляд відкритих джерел інформації, матеріалів наукових бібліотек PubMed, Elsevier та ін. Використано методи системного, порівняльного та контент-аналізу.

Результати. Окрім загибелі від пострілів, вибухів, руйнувань інфраструктури, війна спричинила збільшення захворюваності та смертності серед цивільного населення внаслідок нестачі якісних харчових продуктів, інфекційних і неінфекційних захворювань, травм, психічних та поведінкових розладів [12-16]. Наслідки війни для здоров'я людини перш за все викликані вимушеним переміщенням та пошкодженням об'єктів цивільної інфраструктури.

Introduction. On February 24, 2022, the full-scale invasion of the russian federation into the sovereign territory of Ukraine marked the beginning of the largest armed conflict in Europe since World War II. Ukraine suffered catastrophic human, economic, and social losses.

Thus, according to the Kyiv School of Economics, the war negatively affected the economy, reduced the energy and food security of the state [1]. Among other things, the environment became a victim of the war. Direct and short-term damage to the environment is currently estimated at 56.4 billion US dollars. The long-term impact of chemical and radiation pollution on human health and the environment can be fully assessed only after the end of the war [2, 3]. The experience of previous wars proves that damage to the environment as a result of war can be both an unintended consequence of military activity and part of a planned military strategy [4, 5].

This is supported by research on the environmental impacts of military operations, such as shelling resulting in forest fires; scorched earth tactics; flooding resulting from dam collapses; defensive tactics involving trench digging and anti-tank mines; and military operations conducted in environmentally sensitive areas, such as nature reserves [6-8].

Ukrainian government agencies, civil society organizations, and international agencies have collected an unprecedented amount of data on the economic, infrastructure, human health, and environmental impacts of the russian federation's full-scale war against Ukraine [9-11].

The purpose of this study is to analyze the current threats to the human environment in the context of a full-scale war between the russian federation and Ukraine, which will form the basis for the justification of ways to overcome the consequences of the war for human health and the environment in the near future.

Materials and Methods. An analytical review of open sources of information and materials from scientific libraries PubMed, Elsevier, etc. was carried out. Methods of systematic, comparative and content analysis were used.

Results. In addition to deaths from gunshots, explosions, and destruction of infrastructure, the war caused an increase in morbidity and mortality among the civilian population due to food shortages, infectious and non-infectious diseases, injuries, and mental and behavioral disorders [12-16]. The consequences of war for human health are primarily caused by forced displacement and damage to civilian infrastructure. Thus,

Так, ще у листопаді 2023 р., Агентство ООН у справах біженців повідомляло, що майже 6,3 млн українців стали біженцями, 5 мільйонів стали внутрішньо переміщеними особами, понад 17 млн потребували гуманітарної допомоги [17, 18].

Збройні сили російської федерації завдали великої шкоди цивільній інфраструктурі, зокрема у сфері охорони здоров'я, сільського господарства та постачання продовольства, водопостачання, енергетики, транспорту та зв'язку. Війна має руйнівні наслідки впливу на економіку України та продовольчу й енергетичну безпеку в багатьох країнах світу [19, 20].

Київська школа економіки підрахувала, що станом на лютий 2025 р. прямі задокументовані збитки для інфраструктури в Україні становили $170 млрд. (за вартістю заміщення) та у порівнянні з початком 2024 року ця цифра зросла на $12,6 млрд. Житловий сектор найбільше постраждав – прямі збитки оцінюються у $60 млрд. Значних втрат зазнала транспортна інфраструктура – $38,5 млрд. Енергетичний сектор України втратив $14,6 млрд. Агропромисловий комплекс також зазнав значних руйнувань – збитки становлять $10,3 млрд. Сектор охорони здоров'я втратив $4,3 млрд. [1]. Війна завдала руйнівного впливу на природні ресурси та антропогенне середовище України [21].

Забруднення повітря відбулося з багатьох причин. Під час бомбардування концентрація дрібних твердих частинок різко зростає через вибухи та викликані ними пожежі [22]. Так, у Києві менше ніж через 1 місяць після початку війни, концентрація дрібних твердих частинок у повітрі збільшилася у 27,8 раза порівняно з рекомендованими показниками. Лісові пожежі значно поширилися внаслідок військових дій. У 2022 році їхня кількість збільшилася в 25 разів порівняно з 2021 роком. Понад 183 тис. га лісів і насаджень України були спалені. Дим від лісових пожеж містить дрібні та грубі тверді частинки, оксид вуглецю, метан, оксиди азоту, леткі органічні сполуки та багато інших токсичних речовин.

Знищення сховищ палива – ще одна причина забруднення повітря. Так, за перші 13 місяців війни зруйновано 36 складів палива, в тому числі 17 нафтобаз. Отже, утворилися забруднюючі речовини від спалювання 722 000 тонн нафти, нафтопродуктів та бензину [23].

Чисельні цілеспрямовані атаки на промислові об'єкти, зокрема на підприємства з виробництва добрив і азотної кислоти призвели до виділення в оточуюче середовище токсичних речовин, в тому числі азотної кислоти та аміаку. Переміщення військової техніки: танків, артилерії, броньованих машин та вантажівок супроводжується великою кількістю пилу, а також викидами палива та парникових газів. Руйнування житлових та інших будівель призвело до викиду токсичних залишків від вибухівки, небезпечного пилу і токсичних речовин, зокрема лужного пилу, часток цементу, скла, азбесту, свинцю

back in November 2023, the UN Refugee Agency reported that almost 6.3 million Ukrainians had become refugees; 5.0 million were internally displaced persons, and more than 17 million needed humanitarian assistance [17, 18].

The armed forces of the russian federation have caused extensive damage to civilian infrastructure, including healthcare, agriculture and food supply, water supply and sanitation, energy, transport and communications. In addition, the war has had devastating effects on the economy of Ukraine and on food and energy security in many countries around the world [19, 20].

The Kyiv School of Economics estimates that as of February 2025, direct documented damage to infrastructure in Ukraine amounted to $170 billion (at replacement cost), an increase of $12.6 billion since the beginning of 2024. The housing sector remains the most affected, with direct damage estimated at $60 billion. Significant losses have been incurred by the transport infrastructure, with $38.5 billion. Ukraine's energy sector has lost $14.6 billion. The agro-industrial complex has also suffered significant damage, with losses totaling $10.3 billion. The health sector lost $4.3 billion [1]. The war had a devastating impact on Ukraine's natural resources and built environment [21].

Air pollution occurred for many reasons. During bombing, the concentration of fine particulate matter increases sharply due to explosions and the fires caused by them [22]. For example, in Kyiv, less than 1 month after the start of the war, the concentration of fine particulate matter in the air increased by 27.8 times compared to the recommended indicators. Forest fires have spread widely as a result of military operations. In 2022, the number of forest fires increased by 25 times compared to 2021. More than 183 thousand hectares of forests and plantations in Ukraine were burned by forest fires. Smoke from forest fires contains fine and coarse particulate matter, carbon monoxide, methane, nitrogen oxides, volatile organic compounds and many other toxic substances. The destruction of fuel storage facilities is the second cause of air pollution. Thus, in the first 13 months of the war, 36 fuel depots were destroyed, including 17 oil depots, thereby generating pollutants from the burning of 722,000 tons of oil, petroleum products, and gasoline [23]. Numerous targeted attacks on industrial facilities: for example, attacks on fertilizer and nitric acid plants led to the release of toxic substances, including nitric acid and ammonia. The movement of military equipment, including tanks, artillery, armored vehicles, and trucks, is accompanied by a large amount of dust, as well as emissions of fossil fuels and greenhouse gases. The destruction of residential and other buildings led to the release of toxic residues from explo-

та інших важких металів і органічних речовин, у тому числі поліциклічних ароматичних вуглеводнів. Військові дії безпосередньо призводять до хімічного забруднення джерел прісної води: скидання боєприпасів і бойової техніки, розкладання боєприпасів, вивільнення й вимивання залишків вибухових речовин, від пошкодження промислових об'єктів [24, 25].

Ґрунтові води, які забезпечують 25 % потреб України у питній воді, можуть бути забруднені вилуговуванням з ґрунту залишків вибухових речовин, таких як перхлорат і нітросполуки. Під час війни пошкодження водної інфраструктури відбувається безпосередньо та опосередковано внаслідок військових дій, незважаючи на міжнародні конвенції, які забороняють атакувати об'єкти водної інфраструктури (наприклад, дамби), коли збиток для цивільного населення не є пропорційним щодо військової задачі. Такі дії позбавляють людей питної води, порушують санітарні умови та забруднюють поверхневі та підземні води [26].

До війни Україна мала високорозвинений сектор водного господарства, який нині спустошений. Станом на липень 2023 року Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (Міндовкілля) задокументувало руйнування 724 гідротехнічних споруд, 71 вод насосних станцій, 64 каналізаційних насосних станцій та 23 водоочисні споруди. Внаслідок війни 20,7 мільярда кубометрів стічних вод потрапили у поверхневі води. У квітні 2022 року близько 6 млн осіб в Україні (приблизно 15 % населення) мали обмеження або взагалі не мали доступу до безпечної води [27, 28].

Після знищення дамби у Новій Каховці в червні 2023 р. приблизно 1,25 млн людей і понад 300 тис. дітей кількох областей України (Дніпропетровська, Запорізька, Миколаївська, Херсонська) залишилися без стабільного та безпечного постачання питної води [29, 30].

Інша загроза – затоплення покинутих вугільних шахт. Як наслідок – забруднення поверхневих і підземних вод. Станом на липень 2023 р. на окупованому російськими військами сході країни затоплено понад 49 шахт. Найсерйознішу небезпеку принесли шахти «Олександр-Захід», де хлорбензол та інші небезпечні відходи зберігалися з 1989 р., а також шахта «Юний комунар», у якій Радянський Союз підірвав ядерну бомбу потужністю 0,3 кілотонн у 1979 році. Шахту «Юний Комунар» закрили в 2002 році, почавши відкачувати воду, зупинили будь-які роботи в 2018 році, що збільшило ризик, адже вода, що містила радіоактивні ізотопи, могла розлитися та забруднити навколишній ґрунт, річки, ґрунтові води та загрожувати запасам питної води [31].

Фізична руйнація та забруднення ґрунту – невід'ємний наслідок війни. Десятки тисяч артилерійських снарядів вистрілюються щодня, завдаючи довкіллю фізичної шкоди. Руйнація ґрунтів виникає через розкопки тунелів і траншей, ущільнення ґрун-

sives, hazardous dust, and toxic substances such as alkaline dust, cement particles, glass, asbestos, lead, and other heavy metals and organic substances, including polycyclic aromatic hydrocarbons. Military operations directly lead to chemical contamination of freshwater sources, for example, from the dumping of munitions and military equipment, the decomposition of munitions and the release and leaching of explosive residues, and indirectly from damage to industrial facilities [24, 25].

Groundwater, which provides 25% of Ukraine's drinking water needs, can be contaminated by leaching of explosive residues such as perchlorate and nitro compounds from the soil. During war, damage to water infrastructure occurs directly and indirectly as a result of military operations, despite international conventions that prohibit attacking water infrastructure (e.g. dams) when the damage to civilians is disproportionate to the military objective. These attacks deprive people of drinking water, disrupt sanitation, and pollute surface and groundwater [26].

Before the war, Ukraine had a highly developed water sector, which has since been devastated by the war. As of July 2023, the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine documented the destruction of 724 hydraulic structures, 71 water pumping stations, 64 sewage pumping stations, and 23 water treatment plants. As a result of the war, 20.7 billion cubic meters of wastewater were discharged into surface waters. In April 2022, about 6 million people in Ukraine (about 15% of the population) had limited or no access to safe water [27, 28].

Following the destruction of the Nova Kakhovka dam in June 2023, approximately 1.25 million people and over 300,000 children in a number of regions of Ukraine (Dnipro, Zaporizhia, Mykolaiv, Kherson) were left without a stable and safe supply of drinking water [29, 30].

Another threat is the flooding of abandoned coal mines and, as a result, the contamination of surface and groundwater. As of July 2023, more than 49 mines had been flooded in the east of the country occupied by Russian troops. The most serious threat came from the "Oleksandr-Zakchid" mine, where chlorobenzene and other hazardous waste had been stored since 1989, and the "Yuny Kommunar" mine, where the Soviet Union detonated a 0.3 kiloton nuclear bomb in 1979. The "Yuny Kommunar" mine was closed in 2002 and began pumping out water, but operations ceased in 2018, increasing the risk that water containing radioactive isotopes could spill and contaminate surrounding soil, rivers, groundwater, and threaten drinking water supplies [31].

Physical destruction and contamination of soil is an inherent consequence of war. Tens of thousands of

ту в місцях переміщення важкої техніки, утворення вибухових кратерів та ін. Так, згадаймо: російські укріплення в Україні – найбільші оборонні споруди часів Другої світової війни (понад 1200 км), це протитанкові рови, траншеї та бетонні загородження.

Хімічне забруднення ґрунтів відбувається через використання боєприпасів, розливи хімічних речовин від пошкоджень промислових об'єктів і місць зберігання відходів, а також внаслідок витоку та розливу олив і мастильних матеріалів. Хімічні речовини, особливо елементи, сполуки, що не піддаються біологічному розкладанню, використовуються у військовій амуніції та у складі вибухових речовин – вони забруднюють ґрунт і поверхневі води, що згодом може негативно вплинути на здоров'я людини та стан екосистеми.

Важкі метали – один з найчастіших і найстійкіших забруднювачів у зонах бойових дій. Це свинець, сурма, хром, миш'як, ртуть, нікель, цинк, кадмій, мідь. Свинець (Pb) – найбільш вивчений. Його вплив на ґрунт і біоту десятиліттями ігнорували, припускаючи, що Pb від куль залишається інертним у металевій формі. Коли Pb досягає ґрунтової системи, він може повільно перетворюватися на більш рухливі форми (наприклад, Pb2+ або Pb4+), які можуть швидко проникати до харчового ланцюга через рослини або ґрунтові організми. Ця проблема стосується не тільки Pb, оскільки боєприпаси містять інші елементи (наприклад, Bi, Cd, Cu, Sb, W або Zn), які можуть вивільнятися в навколишнє середовище та потрапляти в харчовий ланцюг після самодеградації [32-34, 23].

Матеріали в системах озброєнь, які містять вибухові речовини, також забруднюють ґрунт. Найчастіше – це похідні вибухових речовин: гексагідро-1,3,5-тринітро-1,3,5-тріазин (RDX), 2,4,6-тринітротолуол (тротил) і октагідро-1,3,5,7-тетранітро-1,3,5,7-тетразоцин (HMX). Рідше – нітрогліцерин, 1,3,5-тринітробензол (TNB), динітробензол (DNB), 2,4,6-тринітрофенол та N-метил-N,2,4,6-тетранітроанілін (тетрил), нітрогуанідин (NQ), нітроцелюлоза (NC), 2,4- динітротолуол (2,4- DNT), перхлорат [40, 41]. Екологічно ці енергетичні матеріали дуже мінливі, залежні від їхніх фізико-хімічних властивостей і здатності до біорозкладання. Боєприпаси також можуть містити пер- і поліфторалкільні речовини (PFAS), які зберігаються в середовищі протягом тривалого часу [35, 25].

Окрім боєприпасів, потрібно враховувати ризик від забруднення компонентами промислових об'єктів, пошкоджених через бойові дії. Промислова база України включає багато електростанцій, шахт, хімічних заводів, місць переробки та зберігання нафти та нафтопродуктів. За даними Міндовкілля, тільки за лютий-квітень 2022 р. в місцях переробки та зберігання нафти та нафтопродуктів виникло майже 20 пожеж, викликаних ракетними та артилерійськими ударами. Ці пожежі супроводжувались викидами в

artillery shells are fired daily, causing physical damage to the land. Soil destruction occurs as a result of digging tunnels and trenches, compaction of the soil in places where heavy equipment moves, the formation of explosive craters, etc. Thus, russian fortifications in Ukraine are the largest defensive structures from World War II (over 1,200 km) and include anti-tank ditches, trenches, and concrete barriers.

Chemical contamination of soil occurs through the use of munitions, chemical spills from industrial facilities and waste storage sites, and oil and lubricant leaks and spills. Chemicals, especially elements and compounds that are not biodegradable, are used in military munitions and explosives and can contaminate soil and surface water, which will subsequently negatively affect human health and ecosystems.

Heavy metals are among the most common and persistent contaminants in combat zones, including lead, antimony, chromium, arsenic, mercury, nickel, zinc, cadmium, and copper. Lead (Pb) is the most studied of these. The effects of lead on soil and biota have been ignored for decades, assuming that Pb from bullets remains inert in the metallic form. When Pb reaches the soil system, it can slowly transform into more mobile forms (e.g., Pb2+ or Pb4+), which can rapidly enter the food chain through plants or soil organisms. This problem is not unique to Pb, as munitions contain other elements (Bi, Cd, Cu, Sb, W, or Zn) that can be released into the environment and enter the food chain after self-degradation [32-34, 23]. Materials in weapons systems that contain explosives also contaminate soil. The most common contaminants are explosive derivatives: hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine (RDX), 2,4,6-trinitrotoluene (TNT), and octahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazocine (HMX). Less commonly, derivatives such as nitroglycerin, 1,3,5-trinitrobenzene (TNB), dinitrobenzene (DNB), 2,4,6-trinitrophenol and N-methyl-N,2,4,6-tetranitroaniline (tetryl), nitroguanidine (NQ), nitrocellulose (NC), 2,4-dinitrotoluene (2,4-DNT), perchlorate [40, 41]. The environmental fate of these energetic materials is highly variable, depending on their physicochemical properties and biodegradability. Munitions may also contain per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS), which persist in the environment for long periods [35, 25]. In addition to munitions, the risk of contamination from components of war-damaged industrial facilities must be considered. Ukraine's industrial base includes many power plants, mines, chemical plants, and oil and petroleum product processing and storage facilities. According to the Ministry of Environment, in February-April 2022 alone, almost 20 fires caused by missile and artillery strikes broke out at oil and petroleum product processing and storage facilities. These fires were accompanied, in particular, by emissions into the

атмосферу та інші об'єкти довкілля таких токсичних речовин, як поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), поліхлоровані дибензо-п-діоксини та дибензофурани. Одним із наслідків ураження енергетичної інфраструктури є потрапляння в довкілля поліхлорованих дифенілів, які відносяться до стійких органічних забруднювачів довкілля [36].

Руйнування ландшафтів і екосистем – катастрофічний наслідок війни. Територія України включає рідкісні степові екосистеми, прибережні водно-болотні угіддя, альпійські луки, вікові букові ліси та великі торфовища. На території нашої держави зосереджена значна частина біорізноманіття Європи, включаючи 70 тис. видів рослин, тварин і птахів, багато з яких є рідкісними та ендемічними. Сільськогосподарські землі, які становлять 69 % території України, містять 25 % світового чорнозему. Ліси займають 18 % території України. Близько 30 % заповідних територій, що охоплюють понад 1,2 млн га і включають 23 національні парки та заповідники, вже зазнали руйнівного впливу війни [6, 7, 10, 37].

Руйнування ландшафту відбулося внаслідок риття траншей і фортифікації, широкомасштабних військових переміщень, використання наземних мін, масованих обстрілів, лісових пожеж, вирубки лісів і хімічного забруднення. Крім мін і боєприпасів, що не розірвалися, значна частина ландшафту сьогодні забруднена знищеною військовою технікою та ін. Вищезазначене катастрофічно вплинуло на структуру та функції наземних і водних екосистем.

Підрив дамби м. Нової Каховки – це приклад екоциду, 6 червня 2023 року вибух зруйнував дамбу Каховської ГЕС на річці Дніпро на півдні України, викинувши 19,9 млрд. кубічних метрів води з Каховського водосховища, внаслідок чого було затоплено 77 населених пунктів, понад 247 тис. га сільськогосподарських угідь, природні парки та ліси вниз по річці. Руйнування дамби Каховської ГЕС стало великою гуманітарною та екологічною катастрофою. Рятувальники та волонтери евакуювали понад 4 тис. осіб, але понад 50 людей загинули. Сотні тисяч людей втратили доступ до питної води. Відбулося заболочення посівів, значну частину врожаю 2023 року знищено. Через обвал дамби загинули десятки тисяч риб, а також приблизно 20 тис. тварин. Внаслідок затоплення природних парків і заповідників загинула рідкісна флора і фауна. Річку Дніпро забруднено понад 150 тоннами машинного масла, великою кількістю органічних відходів і невідомою кількістю мін, яких винесли паводкові води вниз по річці в Чорне море [29].

Довгостроковий вплив руйнування дамби м. Нової Каховки на навколишнє середовище, ймовірно, буде ще більш суттєвим. Каховське водосховище та меліоративна система забезпечували зрошення земель Херсонської, Запорізької та Дніпропетровської областей. При втраті дамби більше 1 млн га сільськогосподарських угідь у цих трьох

atmosphere and other environmental objects of such toxic substances as polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins, and dibenzofurans. One of the consequences of damage to the energy infrastructure is environmental pollution by polychlorinated biphenyls, which are persistent organic pollutants [36].

The destruction of landscapes and ecosystems is a catastrophic consequence of war. The territory of Ukraine includes rare steppe ecosystems, coastal wetlands, alpine meadows, ancient beech forests and large peatlands. The territory of our State is home to a large part of Europe's biodiversity, including 70,000 species of plants, animals and birds, many of which are rare and endemic. Agricultural lands, which make up 69% of Ukraine's territory, contain 25% of the world's black soil. Forests occupy 18% of Ukraine's territory. About 30% of protected areas, covering over 1.2 million hectares and including 23 national parks and reserves, have already been devastated by war [6, 7, 10, 37].

The destruction of the landscape occurred as a result of trench digging and fortification, large-scale military movements, the use of landmines, massive shelling, forest fires, deforestation and chemical pollution. In addition to mines and unexploded ordnance, a significant part of the landscape is now contaminated with destroyed military equipment, etc. The above has had a catastrophic impact on the structure and functions of terrestrial and aquatic ecosystems.

The explosion of the Nova Kakhovka dam is an example of ecocide, on June 6, 2023, the explosion destroyed the dam of the Nova Kakhovka hydroelectric power station on the Dnieper River in southern Ukraine, releasing 19.9 billion cubic meters of water from the Nova Kakhovka reservoir, which resulted in the flooding of 77 settlements, over 247 thousand hectares of agricultural land, natural parks and forests downstream. The destruction of the Nova Kakhovka hydroelectric power station dam was a major humanitarian and environmental disaster. Rescuers and volunteers evacuated more than 4,000 people, but more than 50 people died. Hundreds of thousands of people lost access to drinking water. Crops were waterlogged, and a significant portion of the 2023 harvest was destroyed. Tens of thousands of fish died due to the collapse of the dam, as well as approximately 20,000 animals. Rare flora and fauna died as a result of the flooding of natural parks and reserves. The Dnieper River was polluted with more than 150 tons of engine oil, a large amount of organic waste, and an unknown number of mines, which were carried downstream by floodwaters into the Black Sea [29]. The long-term environmental impact of the collapse of the Nova Kakhovka dam is likely to be even more significant.

областях стали умовно непридатними протягом наступних 3-5 років через відсутність водопостачання. За даними Міністерства енергетики та природних ресурсів України, руйнування дамби призвело до економічних збитків у 3,1 млрд. доларів [30].

Негативний вплив на наземні та водні екосистеми згубно позначився на здоров'ї та добробуті людей. Природні екосистеми виконують фундаментальні функції життєзабезпечення, від яких залежить здоров'я та благополуччя людини, наприклад забезпечення їжею та паливом. Вони також регулюють якість повітря та клімат; очищення води; формування ґрунту та переробку поживних речовин. Це є місце духовного збагачення, культури, мистецького натхнення та відпочинку. Українські та міжнародні природоохоронні агенції, а також неурядові організації документують шкоду навколишньому середовищу, завдану війною, аби відшкодувати та відновити природне навколишнє середовище в час післявоєнної відбудови [26].

Окрім негативного впливу на екосистеми, війна підвищила вразливість України до зміни клімату та послабила її зусилля зі скорочення викидів парникових газів. Протягом перших 12-ти місяців приблизно 21,9 млн тонн еквіваленту вуглекислого газу (т CO_2-екв.) було викинуто через дії, пов'язані з війною, а ще 17,7 млн. т CO_2-екв. – внаслідок пожеж. Перед війною Україна мала за мету скорочення споживання енергії на дві третини. У загальнонаціональному масштабі відновлювана енергія тоді становила близько 10 гігават – понад 13 % усієї встановленої енергії в Україні [38].

Повномасштабна війна російської федерації проти України несе загрозу щодо застосування хімічної зброї. Україна вже звинуватила ворога у використанні бойових отруйних речовин та бомб з білим фосфором, хоча ці повідомлення не були остаточно підтверджені через труднощі перевірки на місці інспектором Організації із заборони хімічної зброї (ОЗХЗ) під час активних бойових дій [39, 40].

Через війну широкі верстви українського населення підпали під вплив складних сумішей токсикантів. Хоча поки що неможливо провести повне дослідження, пов'язане з даним фактом. Після закінчення війни необхідно буде лікувати та реабілітувати тисячі людей, здоров'я яких зазнало негативного комбінованого впливу токсикантів та потужного психологічного стресу [23, 41].

За оцінками Світового банку, повне розмінування України коштуватиме понад 37 млрд. доларів. Майже третина території України забруднена боєприпасами, що не розірвалися, зокрема артилерійськими снарядами, гранатами, мінометами, касетними боєприпасами, реактивними снарядами та саморобними вибуховими пристроями. Рівень неспрацювання деяких типів боєприпасів може бути дуже високим. Ті, що не вибухають спочатку, можуть раптово вибухнути в будь-який момент.

The Kakhovka reservoir and reclamation system provided irrigation for the Kherson, Zaporizhia, and Dnipropetrovsk regions. With the loss of the dam, more than 1 million hectares of agricultural land in these three regions became conditionally unusable for the next 3-5 years due to the lack of water supply. According to the Ministry of Energy and Natural Resources of Ukraine, the dam collapse resulted in economic losses of 3.1 billion dollars [30].

The negative impact on terrestrial and aquatic ecosystems has had a detrimental effect on human health and well-being. Natural ecosystems perform fundamental life-support functions on which human health and well-being depend, such as providing food, fiber, and fuel. Ecosystems also regulate air quality and climate; purify water; form soils and recycle nutrients; and provide a place for spiritual enrichment, culture, artistic inspiration, and recreation. Ukrainian and international environmental agencies, as well as non-governmental organizations, document the environmental damage caused by the war with the aim of seeking compensation and restoring the natural environment during the post-war reconstruction period [26].

In addition to its negative impact on ecosystems, the war has increased Ukraine's vulnerability to climate change and weakened its efforts to reduce greenhouse gas emissions. During the first 12 months of the war, an estimated 21.9 equivalent (tCO_2-eq) were emitted from war-related activities, and another 17.7 million tCO_2-eq from war-related fires. Before the war, Ukraine had set a goal of reducing its energy consumption by two-thirds. At the national level, renewable energy was then about 10 gigawatts – over 13 % of Ukraine's total installed capacity [38]. A full-scale war by the russian federation against Ukraine carries the risk of chemical weapons use. Ukraine has accused the enemy of using riot control agents and white phosphorus bombs, although these reports have not been conclusively confirmed due to the difficulties of on-site verification by an inspector from the Organization for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW) during active hostilities [39, 40].

The war has exposed segments of the Ukrainian population to complex mixtures of toxicants. Although it is not yet possible to conduct a full study of the associated health effects. After the war, thousands of people will need to be treated and rehabilitated, their health suffering from the combined negative effects of toxicants and severe psychological stress [23, 41].

According to World Bank estimates, the complete demining of Ukraine will cost over $37 billion. Almost a third of Ukraine's territory is contaminated with unexploded ordnance, including artillery shells, grenades, mortars, cluster munitions, rockets, and improvised explosive devices. The failure rate of some types of

Після закінчення війни може знадобитися майже 757 років, аби знищити всі наземні міни та боєприпаси, що не розірвалися [8].

Війна підвищила до критичного рівня радіаційно-ядерні загрози. Так, 4 березня 2022 року Запорізька атомна електростанція (ЗАЕС) на південному сході України стала першою діючою цивільною атомною електростанцією, яка зазнала збройного нападу. Протокол I, поправка 1977 року до Женевських конвенцій, забороняє напади на атомні електростанції, навіть якщо ці станції є цілями військових планів, оскільки такі напади можуть спричинити викид небезпечних речовин і, як наслідок, викликати захворюваність і смертність серед цивільного населення. Радянський Союз ратифікував Протокол I у 1989 році, але російська федерація відкликала цей документ у 2019 році. Захоплення ворогом та продовження окупації ЗАЕС спричинило міжнародну негативну реакцію, адже подібні дії можуть призвести до катастрофічної дії іонізуючого випромінювання. Після того, як ЗАЕС була окупована російськими військами, вона постійно підпадає під обстріли, неодноразово відбувався збій зовнішнього електропостачання та загрози зриву водопостачання [42, 43]. Міжнародне агентство з атомної енергії, якому дозволили відвідати ЗАЕС у вересні 2022 року, розмістило там своїх представників, щоб спробувати захистити майданчик до кінця війни.

Наразі немає міжнародних стандартів для вимірювання впливу військових дій на навколишнє середовище. Але деякі країни та міжнародні організації, зокрема Україна, Європейський Союз, Сполучені Штати, а також Програма розвитку ООН, розробили стратегії моніторингу та документування для визначення впливу збройних конфліктів на довкілля. Попередня оцінка шкоди включає: зону бойових дій; ресурси даного середовища, що опинилося під загрозою; передвоєнні базові умови навколишнього середовища та оцінка змін у ресурсах, які, ймовірно, постраждали від воєнних дій та вагомість збитків, нанесених довкіллю. Дані, які використовуються в попередній оцінці, включають письмові та візуальні записи загальнодоступних даних з інтернету, дистанційне зондування з використанням супутникових і безпілотних технологій у реальному часі, інформацію з відкритих джерел, зібрану цивільними особами за допомогою фотографій і свідчень очевидців, а також відвідування місць із відбором проб.

Сьогодні доступним джерелом інформації щодо впливу війни на навколишнє середовище є платформа «EcoZagroza», розроблена Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України [44]. Зазначений інформаційний ресурс забезпечує своєчасне картографування наслідків війни на поселеннях, промисловості та інфраструктури, а також пожежі, повені та об'єкти, яким загрожує забруднення повітря, води та ґрунту.

munitions can be very high, and those that do not explode initially can suddenly explode at any time. After the end of the war, it can take up to 757 years to destroy all landmines and unexploded ordnance [8].

The war has raised the radiological and nuclear threat to a critical level. For example, on March 4, 2022, the Zaporizhia Nuclear Power Plant (ZNPP) in southeastern Ukraine became the first operating civilian nuclear power plant to be attacked by an armed attack. Protocol I, a 1977 amendment to the Geneva Conventions, prohibits attacks on nuclear power plants, even if they are the targets of military plans, as such attacks could cause the release of hazardous substances and, as a result, morbidity and mortality among the civilian population. The Soviet Union ratified Protocol I in 1989, but the russian federation withdrew its ratification in 2019. The capture and continued occupation of the ZNPP by the enemy raised national and international concerns about the risk that military activity could lead to a catastrophic release of ionizing radiation. Since the ZNPP was occupied by russian forces, it has suffered from constant shelling, repeated external power outages, and threats of water supply disruptions [42, 43]. The International Atomic Energy Agency, which was granted access to the ZNPP in September 2022, has stationed representatives there to try to secure the site until the end of the war.

There are currently no international standards for measuring the environmental impact of military operations. However, several countries and international organizations, including Ukraine, the European Union, the United States, and the United Nations Development Program, have developed monitoring and documentation strategies to assess the environmental impact of armed conflict. A preliminary damage assessment includes the identification of: the combat zone; the environmental resources at risk; the pre-war baseline environmental conditions, and an assessment of the changes in resources likely to be affected by military operations and the severity of environmental damage. Data used in the preliminary assessment include written and visual records of publicly available data from the Internet, real-time remote sensing using satellite and drone technologies, open-source information collected by civilians through photographs and eyewitness accounts, and site visits to collect environmental samples.

Today, the most accessible source of information on the impact of war on the environment is the EcoZagroza platform, developed by the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine [44]. This information resource provides timely mapping of the consequences of war on settlements, industry and infrastructure, as well as fires, floods and objects threatened by air, water and soil pollution.

Повна оцінка впливу на навколишнє середовище стане можливою лише після закінчення війни. Це допоможе обґрунтувати заходи для його відновлення та зібрати докази, необхідні для визначення воєнних репарацій.

Висновки

Серед глобальних наслідків повномасштабної війни російської федерації проти України, які стосуються здоров'я людини та середовища її життєдіяльності, можна виділити такі:

1. Збільшення захворюваності та смертності серед цивільного населення внаслідок порушення харчування, виникнення інфекційних і неінфекційних хвороб, психічних та поведінкових розладів.
2. Руйнівний вплив війни на економіку України, інфраструктуру, що обумовлює негативні наслідки для продовольчої й енергетичної безпеки багатьох країн світу.
3. Втрата частини природних ресурсів та забруднення повітря, ґрунту та джерел води стійкими органічними й неорганічними сполуками.
4. Підвищення вразливості України до зміни клімату та послаблення її зусиль зі скорочення викидів парникових газів.
5. Зростання реальних хімічних, біологічних, радіаційно-ядерних загроз здоров'ю людини і довкілля.

Перспективи подальших досліджень. Наслідки повномасштабної війни російської федерації проти України протягом багатьох років будуть предметом наукових досліджень, спрямованих на пошук ефективних інструментів відновлення та захисту здоров'я людини та довкілля від впливу війни.

Інформація про фінансування. Дослідження виконані відповідно до плану НДР (№0123U102087 державної реєстрації); «Наукове обґрунтування медичних критеріїв хімічної та харчової безпеки; токсиколого-гігієнічні дослідження хімічних речовин, пестицидів і агрохімікатів, полімерів, матеріалів та виробів; медико-санітарне регламентування небезпечних факторів у об'єктах середовища життєдіяльності людини» за кошти Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України».

Конфлікт інтересів. Автори зазначають про відсутність конфлікту інтересів.

However, a full assessment of the impact on the environment will be possible only after the end of the war. Such an assessment will help to justify measures for its restoration and collect evidence necessary for determining war reparations.

Conclusions

Among the global consequences of the full-scale war of the russian federation against Ukraine, which concern human health and the environment of its vital activity, the following can be distinguished:

1. Increased morbidity and mortality among the civilian population due to malnutrition, the occurrence of infectious and non-infectious diseases, mental and behavioral disorders.
2. The destructive impact of the war on the economy of Ukraine, infrastructure, which causes negative consequences for the food and energy security of many countries of the world.
3. The loss of part of natural resources and pollution of air, soil and water sources with persistent organic and inorganic compounds.
4. Increasing vulnerability of Ukraine to climate change and weakening its efforts to reduce greenhouse gas emissions.
5. The growth of real chemical, biological, radiological and nuclear threats to human health and the environment.

Prospects for Further Research. The consequences of the full-scale war of the Russian federation against Ukraine will be the subject of scientific research for many years, aimed at finding effective tools for restoring and protecting human health and the environment from the effects of the war.

Information on Funding. the research was carried out in accordance with the research plan (No. 0123U102087 of state registration); "Scientific substantiation of medical criteria for chemical and food safety; toxicological and hygienic studies of chemicals, pesticides and agrochemicals, polymers, materials and products; medical and sanitary regulation of hazardous factors in objects of the human living environment" at the expense of the "L.I. Medved'ss Research Center for Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety of the Ministry of Health of Ukraine" (State Enterprise).

Conflict of Interest. The author note that there is no conflict of interest.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Kyiv School of Economics. Report on damages to infrastructure from the destruction caused by Russia's military aggression against Ukraine as of January 2024. (2024). https://kse.ua/ua/about-the-school/news/pryami-zbitki-infrastrukturi-ukrayini-cherez-viynu-zrosli-do-170-mlrd-otsinka-kse-institute-stanom-na-listopad-2024-roku. Accessed 10 April 2025.
2. Yutilova K, Shved E, Rozantsev G, Adamski A. Russia-Ukraine war impacts on environment: warfare chemical pollution and recovery prospects. Review. Environ Sci Pollut Res Int. 2025; 32(10):5685-5702. http://doi.org/10.1007/s11356-025-36098-9.
3. Pereira P, Bašić F, Bogunovic I, Barcelo D. Russian-Ukrainian war impacts the total environment. Sci Total Environ. 2022;1:837:155865.

http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155865.
4. Francis AF, Krishnamurthy K. Human conflict and ecosystem services: finding the environmental price of warfare. Int Aff. 2014;90(4):853–69. http://doi.org/10.1111/1468-2346.12144
5. United Nations Environment Programme. The toxic legacy of the Ukraine war. https://www.unep.org/news-and-stories/story/toxic- legacy-ukraine-war. Accessed 10 April 2025.
6. Filho WL, Fedoruk M, Eustachio JHPP, Splodytel A, Smaliychuk A, Szynkowska-Jóźwik MI. The environment as the first victim: The impacts of the war on the preservation areas in Ukraine. J Environ Manage. 2024;364:121399. http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121399.
7. Solokha M, Pereira P, Symochko L, Vynokurova N, Demyanyuk O, Sementsova K, Inacio M, Barcelo D. Russian-Ukrainian war impacts on the environment. Evidence from the field on soil properties and remote sensing. Sci. Total Environ. 2023;1:902:166122. http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166122.
8. Ukraine Ministry of Environmental Protection and Natural Resources. (2023). Ukraine war: environmental impact. https://www.tople adprojects.com/environmental-project-main. Accessed 10 April 2025.
9. OECD economic outlook, interim report, March 2023: a fragile recovery. https://www.oecd-ilibrary.org/sites/d14d49eb-en/index. Accessed 10 April 2025.
10. Hanoshenko O, Halaktionov M, Huber-Humer M. Exploratory study on the impact of military actions on the environment and infrastructure in the current Ukraine war with a specific focus on waste management. Waste Manag Res. 2024;16:734242X241305909. http://doi.org/10.1177/0734242X241305909.
11. Zajakeviciute R, Mejia D, Alvarez H, Bonilla-Bedoya S, Rybarczyk YP. War impact on air quality in Ukraine. Sustainability. 2022;14(21):13832. https://doi.org/10.3390/su142 113832.
12. van Voren R, Andreescu C. Ukrainian mental health − a report from the war. Am J Geriatr Psychiatry. 2022;30(8):940-943. https://doi.org/10.1016/j.jagp.2022.04.004.
13. Badanta B, De la Plata-Blasco MM, Lucchetti G, González-Cano-Caballero M. The social and health consequences of the war for Ukrainian children and adolescents: a rapid systematic review. Review. Public Health. 2024;226:74-79. https://doi.org/10.1016/j.puhe.2023.10.044.
14. Alagbo HO, Mitra S, Madueke K, Azuwike UB, Ferreira SDSR, Ademuyiwa ATOA. Trend and disparities in authorship of healthcare-related publications on the ongoing Russia-Ukraine war. Int J Equity Health. 2023;12;22(1):258. https://doi.org/10.1186/s12939-023-02070-7.
15. Ustinova LA, Palamar BI, Gavrylko YV, Bogayenko VL, Kurdil NV. Assessment of the consequences of the worsening of the deterioration epidemic situation during hostilities. Wiad Lek. 2023;76(5pt 2): 1278-1285. https://doi.org/10.36740/WLek202305221.
16. Palamar BI, Hrynevych LM, Khoruzha LL, Bratko MV, Palamar SP, Muzyka OO, Leontieva IV. Psychoemotional problems of participants in the educational process under martial law: from emergence to overcoming. Wiad Lek. 2023;76(4):778-785. https://doi.org/10.36740/WLek202304112.
17. The United Nations High Commission for Refugees. Ukraine situation. 2023. https://data.unhcr.org/en/documents/details/105074. Accessed 10 April 2025.
18. United Nations, Department of Economic and Social Affairs. One year of the war in Ukraine leaves lasting scars on the global economy. 2023. https://www.un.org/en/desa/one-year-war-ukraine-leaves-lasting-scars-global-economy. Accessed 10 April 2025.
19. Farriani F, Gazzani A. The Ukraine invasion and the energy crisis: comparative advantages in equity valuations. VoxEu/CEPR; 2023. https://cepr.org/voxeu/columns/ukraine-invasion-and-energy-crisis- comparative-advantages-equity-valuations. Accessed 10 April 2025.
20. Xu Y, Wang Z, Dong W, Chou J. Predicting the potential impact of emergency on global grain security: a case of the Russia-Ukraine conflict. Foods. 2023;12:2557. https://doi.org/10.3390/foods12132557.
21. Rawtani D, Gupta G, Khatri N, Rao PK, Hussain CM. Environmental damages due to the war in Ukraine: a perspective. Sci Total Environ. 2022;850:157932. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157932.
22. Zhang C., Hu Q., Su W., Xing C., Liu C. Satellite spectroscopy reveals the atmospheric consequences of the 2022 Russia-Ukraine war. Sci Total Environ. 2023;869:161759. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161759.
23. Prodanchuk M. Toxicological aspects of war and warfare: the war in Ukraine. (2023). In: 43rd Congress of the European Association of Poison Centres and Clinical Toxicologists. May 23–26, 2023. https://www.eapcct2023.com/images/site/PROGRAMA_EAPCCT_2023_A4_v2.pdf. Accessed 10 April 2025.
24. Сноз СВ, Смердова ЛМ, Калашніков АА, Бобильова ОО. Актуальні питання оцінки відходів, що виникли внаслідок руйнування об'єктів інфраструктури, відходів знищеної військової техніки та озброєння. Український журнал військової медицини. 2023;4(4):47-50. https://doi.org/10.46847/ujmm.2023.4(4). [Snoz SV, Smerdova LM, Kalashnikov AA, Bobylyova OO. Current issues of waste assessment resulting from the destruction of infrastructure facilities, waste from destroyed military equipment and weapons. Ukrainian Journal of Military Medicine. 2023;4(4):47-50. https://doi.org/10.46847/ujmm.2023.4(4)].
25. Сноз СВ, Смердова ЛМ, Калашніков АА, Бобильова ОО. Підходи до оцінки ризику для здо-

ров'я людини на територіях, забруднених відходами, що утворилися внаслідок війни в Україні. Український журнал військової медицини. 2024;5(3):54-56. https://doi.org/10.46847/ujmm.2024.3(5). [Snoz SV, Smerdova LM, Kalashnikov AA, Bobylova OO. Approaches to assessing the risk to human health in territories contaminated with waste resulting from the war in Ukraine. Ukrainian Journal of Military Medicine. 2024;5(3):54-56. https://doi.org/10.46847/ujmm.2024.3(5)].

26. Shumilova O, Tockner K, Sukhodolov A, Khilchevskyi V, De Meester L, Stepanenko S, Trokhymenko G, et al. Impact of the Russia-Ukraine armed conflict on water resources and water infrastructure. Nat Sustain. 2023;6:578–86. https://doi.org/10.1038/s41893-023-01068-x.
27. The World Bank. Updated Ukraine recovery and reconstruction needs assessment. (2023). https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2023/03/23/updated-ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-assessment. Accessed 10 April 2025.
28. Stokstad E. After Ukrainian dam breach, war hampers study of ecological toll. Science. 2023; 16;380(6650):1099. https://doi.org/10.1126/science.adj2241.
29. Naddaf M. Ukraine dam collapse: what scientists are watching. Nature. 2023 Jun. 2023;618(7965):440-441. https://doi.org/10.1038/d41586-023-01928-8.
30. Shumilova O, Sukhodolov A, Osadcha N, Oreshchenko A, Constantinescu G, Afanasyev S, Koken M, et al. Environmental effects of the Kakhovka Dam destruction by warfare in Ukraine. Science. 2025;14;387(6739):1181-1186. https://doi.org/10.1126/science.adn8655.
31. Fair Planet. The radioactive threat to Ukraine's groundwater. (2022). https://www.fairplanet.org/editors-pick/the-radioactive-threat-to-ukraines-groundwater/ Accessed 10 April 2025.
32. Koban LA, Pfluger AR. Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) exposure through munitions in the Russia-Ukraine conflict. Integr Environ Assess Manag. 2022;19(2):376–381. https://doi.org/10.1002/ieam.4672.
33. BBC. (2023). The toxic legacy of the Ukraine war. https://www.bbc.com/future/article/20230221-the-toxic-legacy-of-the-ukraine-war Accessed 10 April 2025.
34. Zulfigarov A, Artamonov M, Zulfigarov O. Chemistry of explosives: bioremediation of nitro-aromatic compounds. One health and nutrition problems of Ukraine. 2023;2(59):48-61. https://doi.org/10.33273/2663-9726-2023-59-2-48-61.
35. Bilal M, Bagheri AR, Bhatt P, Chen S. Environmental occurrence, toxicity concerns, and remediation of recalcitrant nitroaromatic compounds. Review. J Environ Manage. 2021;1;291:112685. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112685.
36. Zhou J, Anthony I. Environmental accountability, justice and reconstructionin the Russian war on Ukraine. Stockholm International Peace Research Institute. 2023. https://www.sipri.org/commentary/topical-backgrounder/2023/environmental-accountability-justice-and-reconstruction-russian-war-ukraine. Accessed 10 April 2025.
37. de Klerk L, Shlapak M, Shmurak A, Mykhalenko O, Gassan-zade O, Korthuis A, Zasiadko Y. Climate damage caused by Russia's war in Ukraine. 2023. https://en.ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/06/clim-damage-by-russia-war-12months.pdf. Accessed 10 April 2025.
38. Riad A, Drobov A, Alkasaby MA, Peřina A, Koščík M. Nuclear Anxiety Amid the Russian-Ukrainian War 2022 (RUW-22): Descriptive Cross-Sectional Study. Int J Environ Res Public Health. 2023;17;20(4):3551. https://doi.org/10.3390/ijerph20043551.
39. Castelvecchi D. Will Russia use chemical weapons in Ukraine? Researchers evaluate the risks. Nature. 2022;604(7905):228-229. https://doi.org/10.1038/d41586-022-00948-0.
40. Tin D, Ciottone GR. Chemical Agent Use in Terrorist Events: A Gathering Storm Requiring Enhanced Civilian Preparedness. Prehosp Disaster Med. 2022;37(3):327-332. https://doi.org/10.1017/S1049023X22000528.
41. Григорчук Д, Леві БС, Проданчук М., Кравчук О, Бубало Н, Григорчук А, Еріксон ТБ. Аналіз ризику ХБРЯ факторів на здоров'я людини та довкілля та середовище життєдіяльності. Вплив війни, розв'язаної Росією проти України, на здоров'я довкілля. Український журнал військової медицини. 2024;5(3):49-51. https://doi.org/10.46847/ujmm.2024.3(5). [Hryhorchuk D, Levy BS, Prodanchuk M., Kravchuk O, Bubalo N, Hryhorchuk A, Erickson TB. Analysis of the risk of CBRN factors on human health and the environment and the living environment. The impact of the war unleashed by Russia against Ukraine on environmental health. Ukrainian Journal of Military Medicine. 2024;5(3):49-51. https://doi.org/10.46847/ujmm.2024.3(5)].
42. Lymen L. An attack on the Zaporizhzhia Nuclear Power Plant could still be catastrophic. Union of Concerned Scientists. 2023. https://blog.ucsusa.org/edwin-lyman/an-attack-on-the-zaporizhzhia-nuclear- plant-could-still-be-catastrophic/. Accessed 10 April 2025.
43. Hibbs M. Statement from American Nuclear Society on Ukraine's Zaporizhzhia nuclear power plant. Nuclear Newswire. 2023. https://www.ans.org/news/article-5151/statement-from-american-nuclear-society-on-ukraines-zaporizhzhia-nuclear-power-plant/. Accessed 10 April 2025.
44. Ecodozor. Environmental consequences and risks of the fighting in Ukraine. https://www.ecodozor.org/index.php?lang=en. Accessed 10 April 2025.

Відомості про авторів

Леонід Власик A,B,C,D,E,F – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри гігієни та екології Буковинського державного медичного університету. Адреса: пл. Театральна, 2, м. Чернівці, 58002, Україна. E-mail: leonidvlasyk223@gmail.com. ORCID: 0000-0003-4681-095X.
Георгій Проданчук A,B,C,D,E,F – кандидат медичних наук, асистент кафедри гігієни та екології Буковинського державного медичного університету. Адреса: пл. Театральна, 2. Чернівці, 58002, Україна. E-mail: georgiy.prodanchuk@gmail.com. ORCID: 0000-0001-9498-0510.
Сергій Сноз B,E,F – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, Київ, 03127, Україна. E-mail: snsv.medved@gmail.com. ORCID: 0000-0002-3826-7486.
Лариса Смердова B,E,F – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, Київ, 03127, Україна. E-mail: lara23.medved@gmail.com. ORCID: 0000-0003-3883-3844.

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті.

Стаття надійшла до редакції 07.04.2025 р.

Information about authors

Leonid Vlasyk A,B,C,D,E,F – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Hygiene and Ecology of the Bukovinian State Medical University. Address: Teatralna Square, 2, 58002, Chernivtsi, Ukraine. E-mail: leonidvlasyk223@gmail.com.
ORCID: 0000-0003-4681-095X.
Georgyi Prodanchuk A,B,C,D,E,F – Candidate of Medical Sciences, Assistant Professor of the Department of Hygiene and Ecology of the Bukovinian State Medical University. Address: Address: Teatralna Square, 2, 58002, Chernivtsi, Ukraine. E-mail: georgiy.prodanchuk@gmail.com,
ORCID: 0000-0001-9498-0510.
Serhii Snoz B,E,F – Candidate of Biological Sciences, Senior Research Fellow, "L.I. Medved's Research Centre of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine" (State Enterprise). Address: 6 Heroiv Oborony str., Kyiv, 03127, Ukraine. E-mail: snsv.medved@gmail.com.
ORCID: 0000-0002-3826-7486.
Larisa Smerdova B,E,F – Candidate of Biological Sciences, Senior Research Fellow, "L.I. Medved's Research Centre of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine"
(State Enterprise). Address: 6 Heroiv Oborony str., Kyiv, 03127, Ukraine. E-mail: lara23.medved@gmail.com.
ORCID: 0000-0003-3883-3844.

A – research concept and design; B – collection and/or assembly of data; C – data analysis and interpretation; D –writing the article; E – critical revision of the article; F – final approval of the article

Received April,7, 2025