НАУКОВИЙ ВНЕСОК ДЕРЖАВНОЇ УСТАНОВИ «ІНСТИТУТ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я ім. О.М. МАРЗЄЄВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ» В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ



95 РОКІВ ІНСТИТУТУ

КИЇВ — 2026

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «ІНСТИТУТ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я ім. О.М. МАРЗЄЄВА НАМН УКРАЇНИ»

НАУКОВИЙ ВНЕСОК ДЕРЖАВНОЇ УСТАНОВИ «ІНСТИТУТ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я ім. О.М. МАРЗЄЄВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ» В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ

до 95-річчя
Державної установи «Інститут громадського здоров'я
ім. О.М. Марзєєва Національної академії медичних наук
України»

КИЇВ – 2026

УДК 614.7:355.01(477)

Рекомендовано до друку Вченою радою
Державної установи «Інститут громадського здоров'я
ім. О.М. Марзєєва НАМН України»
(протокол № 7 від «17» вересня 2026 р.)

Рецензент: **Яворовський О.П.**, академік НАМН України, професор, доктор медичних наук

Редакційна колегія: **Шкробанець І.Д.**, член-кореспондент НАМН України, професор, доктор медичних наук

Полька Н.С., член-кореспондент НАМН України, професор, доктор медичних наук

Турос О.І., професор, доктор медичних наук

Станкевич Т.В., старший дослідник, кандидат медичних наук

Упорядники: **Безверха А.П.**
Галак С.С.

Науковий внесок Державної установи «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва Національної академії медичних наук України» в умовах збройної агресії : монографія. Київ: МПП «ЛИНО», 2026. 302 с.

ISBN 978-617-8394-02-8

Монографія приурочена до 95-річчя від дня заснування ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України» та узагальнює наукові результати Інституту, спрямовані на збереження громадського здоров'я в умовах надзвичайних ситуацій, воєнного стану та повоєнного відновлення України. У виданні висвітлено історію становлення ключових наукових напрямів установи та результати досліджень еколого-гігієнічних наслідків воєнних дій. Наведені результати, профілактичні та нормативно-методичні підходи можуть бути використані для мінімізації ризиків для здоров'я населення, удосконалення санітарного законодавства та наукового забезпечення повоєнного відновлення України.

© ДУ «Інститут громадського здоров'я
ім. О.М. Марзєєва НАМН України», 2026
ISBN 978-617-8394-02-8
© Колектив авторів, 2026

ДО 95-РІЧЧЯ ІНСТИТУТУ

95 років наукової служби здоров'ю населення України

Державна установа «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва Національної академії медичних наук України» – одна з провідних наукових установ України у сфері громадського здоров'я, гігієни, медичної екології та оцінки впливу факторів довкілля на здоров'я населення.

У 2026 році Інститут відзначає 95-річчя від дня заснування. За роки своєї діяльності він сформував потужну наукову школу, зробив вагомий внесок у розвиток профілактичної медицини, гігієнічної науки та системи громадського здоров'я України, забезпечуючи науковий супровід важливих державних рішень у сфері збереження здоров'я населення.

Особливого значення діяльність Інституту набула в умовах повномасштабної збройної агресії проти України. Нові виклики, пов'язані з воєнними діями, руйнуванням інфраструктури, забрудненням довкілля, вимушеним переміщенням населення та зміною умов життєдіяльності, зумовили необхідність оперативного розвитку наукових підходів до оцінки ризиків для здоров'я та розроблення профілактичних заходів.

Ця монографія узагальнює основні напрями наукової діяльності та внесок Інституту у забезпечення громадського здоров'я України в умовах збройної агресії. У ній представлено результати досліджень, наукові розробки, практичні напрацювання та досвід фахівців Інституту, спрямовані на збереження здоров'я населення, забезпечення санітарно-епідемічного благополуччя та формування безпечного середовища для життя.

Видання покликане не лише засвідчити внесок Інституту в сучасну систему громадського здоров'я України, а й зберегти для майбутніх поколінь науковий досвід установи, яка протягом 95 років залишається важливою складовою вітчизняної профілактичної медицини та гігієнічної науки.

ЗМІСТ

ВСТУПНЕ СЛОВО ……. 7

Шкробанець І.Д., Турос О.І., Полька Н.С., Рудницька О.П.
НАУКОВІ РОЗРОБКИ ДУ «ІНСТИТУТ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я ім. О.М. МАРЗЄЄВА НАМНУ» В ЧАСИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ УКРАЇНІ……. 10

РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНІ ПРОБЛЕМИ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ ТА ЇХ ПОДОЛАННЯ…….. 32

Бабій В.Ф., Кондратенко О.Є., Черниченко І.О., Главачек Д.О., Смірнова Г.І., Ждан-Пушкіна О.В.
ПОЛІЦИКЛІЧНІ АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ ЯК МАРКЕРИ ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ БОЙОВИХ ДІЙ: РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ҐРУНТІВ І ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ УКРАЇНИ……..... 32

Бузинний М. Г., Михайлова Л.Л.
РАДІАЦІЙНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ДЖЕРЕЛ ПИТНОЇ ВОДИ В УКРАЇНІ ЯК НАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ: МАСШТАБИ, ВИКЛИКИ, ЗАХОДИ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВОДИ… 55

Зоріна О.В., Павленко Н.П., Могильний С.М., Омельченко Е.М., Галагуз В.А., Мельниченко С.О., Леонов Ю.І.
ДІЯЛЬНІСТЬ ФАХІВЦІВ ВІДДІЛУ ГІГІЄНИ МІСТОБУДУВАННЯ ТА ВОДОКОРИСТУВАННЯ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ТА ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ…….. 73

Павленко Т.О., Аксьонов М.В., Фризюк М.А., Турос А.О.
ПОВОЄННЕ ВІДНОВЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО ФОНДУ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ВІД РАДОНУ В ПОВІТРІ БУДИНКІВ ТА ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ВИМОГ ЄВРАТОМУ……..... 96

Прокопов В.О., Липовецька О.Б., Куліш Т.В., Соболь В.А.
АКТУАЛЬНІ НАПРЯМИ ТА ОСНОВНІ
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ
НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ РОБІТ ВІДДІЛУ
ГІГІЄНИ ПРИРОДНИХ, ПИТНИХ ВОД ІНСТИТУТУ
ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я ім. О.М. МАРЗЄЄВА
В 2021–2025 РОКАХ…….… 115

Семашко П.В., Думанський В.Ю., Гоц О.В., Галак С.С.,
Безверха А.П., Сердюк Є.А., Новохацька С.М.
ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА АКУСТИЧНОГО СТАНУ
СЕЛІТЕБНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА ВПЛИВУ
ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК 5,2 МВт ТА
НОРМУВАННЯ ВІБРАЦІЇ В ЖИТЛОВИХ І
ГРОМАДСЬКИХ БУДИНКАХ……...……..… 135

Станкевич В.В., Какура І.В., Тетеньова І.А., Костенко А.І.,
Коваль Н.М., Федоришина О.М., Гуменнікова Н.М.
МЕДИКО-САНІТАРНА НЕБЕЗПЕКА
МІЛІТАРНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ
УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ…….. 153

Сурмашева О.В., Полька О.О., Молчанець О.В.,
Росада М.О., Слесаренко О.В.
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕЗІНФІКУЮЧИХ ЗАСОБІВ
ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ
В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ ……...…. 180

Турос О.І., Петросян А.А., Маремуха Т.П.,
Моргульова В.В., Брезіцька Н.В., Кулинич Т.В.,
Михіна Л.І., Кобзаренко І.В., Коблянська А.В.,
Давиденко Г.М., Сидоренко О.О.
ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ
ЯК ФАКТОР РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ’Я
НАСЕЛЕННЯ.....…. 195

РОЗДІЛ 2. СОЦІАЛЬНІ ДЕТЕРМІНАНТИ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ В ДЕРЖАВІ……..…. 213

Антомонов М.Ю., Пашинська С.Л., Русакова Л.Т., Мельченко Ю.В.
ВИЗНАЧЕННЯ ВРАЗЛИВОСТІ ГРУП НАСЕЛЕННЯ ДО ВПЛИВУ НЕСПРИЯТЛИВИХ СОЦІАЛЬНИХ ЧИННИКІВ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ В УКРАЇНІ..... 213

Гозак С.В., Єлізарова О.Т., Станкевич Т.В., Парац А.М.
МЕНТАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я ДІТЕЙ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ДИНАМІКА ТА ДЕТЕРМІНАНТИ……. 230

Гуліч М.П., Петренко О.Д., Лейких С.В.
ПОРУШЕННЯ ХАРЧОВОЇ ПОВЕДІНКИ ДІТЕЙ УКРАЇНИ В УМОВАХ СТРЕСУ, ПОВ'ЯЗАНОГО З ВІЙНОЮ……..….. 250

Кузнецова О.М., Мелешко Р.А., Очеретяна Н.М., Нємчінова І.В., Савіна Н.О., Білозір А.І., Діденко І.А., Чабан О.В.
РОЗРОБКА ПІДХОДІВ ТА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДТРИМКИ Й ПОКРАЩЕННЯ ПСИХОФІЗИЧНОГО СТАНУ НАСЕЛЕННЯ У ВОЄННИЙ ТА ПОВОЄННИЙ ПЕРІОДИ ШЛЯХОМ ЗБАГАЧЕННЯ ОРГАНІЗМУ НЕОБХІДНИМИ НУТРІЄНТАМИ……..... 270

Платонова А.Г., Яцковська Н.Я., Шкарбан К.С., Зінов'єва Т.Ю., Баленко К.В., Старча Т.М., Сомов О.І.
ГІГІЄНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ, ПЕРЕДБАЧЕНИХ РЕФОРМОЮ ОСВІТИ «НОВА УКРАЇНСЬКА ШКОЛА» ТА ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ ПІДЛІТКІВ ПІД ЧАС ВОЄННОЇ АГРЕСІЇ ТА В ДОВОЄННИЙ ПЕРІОД……..….. 288

ДОРОГІ КОЛЕГИ, НАУКОВЦІ, ФАХІВЦІ ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ТА ШАНОВНІ ЧИТАЧІ!



Вихід у світ цієї монографії присвячений до визначної події в історії вітчизняної медичної науки – **95-річчя з дня заснування Державної установи «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва Національної академії медичних наук України».**

Заснований 1 серпня 1931 року видатним вченим та організатором санітарної справи Олександром Микитовичем Марзєєвим, Інститут пройшов славетний шлях від розв'язання першочергових завдань санітарного оздоровлення промислових регіонів до статусного лідера України у сфері гігієни довкілля та громадського здоров'я.

Протягом майже століття науковий колектив установи стояв на варті профілактичної медицини, зберігаючи та розвиваючи національні наукові традиції та створюючи наукові школи. Фахівці Інституту завжди перебували на передових засадах подолання найбільших екологічних та техногенних катастроф – від аварії на Чорнобильській АЕС та окремих спалахів небезпечних інфекцій до пандемії COVID-19.

Найтяжчим випробуванням для всієї країни та вітчизняної науки стала повномасштабна військова агресія рф проти України. Бойові дії спричинили масштабне та безпрецедентне мілітарне забруднення довкілля, яке супроводжується комплексним впливом хімічних, фізичних, радіаційних чинників та хронічного стресу. У цих надзвичайних умовах Інститут зумів миттєво адаптувати свої наукові здобутки, спрямувавши експертний потенціал на убезпечення цивільного населення та санітарно-епідеміологічну підтримку Сил оборони України.

У монографії узагальнено вагомі теоретичні й практичні напрацювання науковців Інституту за період воєнного стану, зокрема:

- **Забезпечення питною водою в умовах надзвичайних ситуацій:** розроблено та затверджено спеціалізовані Державні санітарні норми і правила № 683-22, встановлено показники безпечності питної води в умовах воєнного стану та надані рекомендації щодо її екстреного знезараження у польових умовах, у т.ч. з використанням інноваційних універсальних дезінфекційних засобів.
- **Моніторинг атмосферного повітря та оцінка мілітарних ризиків:** проведено ґрунтовні дослідження рівнів дрібнодисперсного пилу (PM 10, PM 2.5) та озону внаслідок вибухів і пожеж, обґрунтовано доказові заходи адаптації населення до погіршення якості повітря під час війни.
- **Радіаційна безпека та протирадіаційний захист:** обґрунтовано сценарії реалізації ядерних і радіаційних загроз для РНБО, підготовлено методичні рекомендації щодо алгоритму допомоги при ядерних інцидентах та моніторингу радону й тритію в джерелах водопостачання.
- **Підтримка Збройних Сил України:** здійснено фахову оцінку та нормування харчової і енергетичної цінності сухих польових наборів продуктів (№ 10 та № 15), розроблено раціони для поранених військовослужбовців і підтверджена специфічна активність сучасних дезінфектантів, антисептиків з пробіотиками для лікування ран та опіків.
- **Гігієна містобудування, укриттів та модульних містечок:** спільно з науковцями Мінрегіонбуду розроблено державні будівельні норми (ДБН В.2.2-5:2023) щодо захисних споруд цивільного захисту, санітарно-гігієнічні вимоги до розміщення модульних містечок ВПО та укриттів у закладах освіти.
- **Ментальне здоров'я та психосоціальний захист дітей:** у співпраці з Університетом Гельсінкі та НАПН України досліджено особливості розладів харчової поведінки й стресових розладів у дітей впродовж воєних дій, підготовлено міждисциплінарні програми психосоціальної підтримки громадського здоров’я.

Інститут підійшов до свого 95-річчя як потужна інституція, яка не лише розв'язує нагальні проблеми сьогодення, а й закладає фундамент післявоєнного відновлення України. Впровадження міжнародної концепції «Єдине здоров'я», гармонізація нормативної бази із стандартами ЄС та виконання Всеукраїнської програми боротьби з неінфекційними захворюваннями та відпрацювання механізмів готовності до надзвичайних ситуацій стануть запорукою збереження генофонду та зміцнення здоров'я української нації.

Вважаю, що представлені наукові дослідження стануть основою для наукових пошуків, плідних дискусій та практичного впровадження.

Висловлюю щиру вдячність усьому науковому колективу ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України» за самовіддану працю, високий професіоналізм і патріотизм. Переконаний, що ця монографія стане цінним джерелом знань для науковців, лікарів, екологів, управлінців у сфері охорони здоров'я та безпеки життєдіяльності населення, а також всіх, хто опікується майбутнім нашої держави.

Разом до Перемоги та відновлення України!
Слава Україні!

Президент НАМН України,
академік НАН України
та НАМН України,
д. мед. наук, професор **Василь ЛАЗОРИШИНЕЦЬ**

НАУКОВІ РОЗРОБКИ ДУ «ІНСТИТУТ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я ім. О.М. МАРЗЄЄВА НАМНУ» В ЧАСИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В УКРАЇНІ

Шкробанець І.Д., Турос О.І., Полька Н.С., Рудницька О.П.

Державна установа «Інститут громадського здоров'я імені О. М. Марзєєва Національної академії медичних наук України» протягом багатьох десятиліть є провідною науковою установою держави з питань гігієни довкілля та його впливу на здоров'я населення. Історія установи розпочалася **1 серпня 1931 року**, коли в Харкові на базі санітарно-гігієнічного відділу Українського державного інституту охорони здоров'я було організовано Український інститут комунальної гігієни. Засновником та першим керівником установи, який очолював її понад 20 років, був видатний вчений, академік АМН СРСР **Олександр Микитович Марзєєв**. Пріоритетами того часу стали санітарне оздоровлення Донбасу та планування реконструкції сільських населених пунктів. Під керівництвом О.М. Марзєєва сформувалися ключові напрямки вітчизняної гігієнічної науки: гігієна атмосферного повітря, ґрунту, водопостачання, планування і забудови населених місць, житлових та громадських будівель, а також наукове обґрунтування створення санітарного законодавства. Окрім комунальної гігієни, Олександр Микитович створив окремий науковий напрямок гігієнічної науки – гігієна дітей і підлітків, і Інститут в 1948 р. отримав назву «НДІ загальної та комунальної гігієни» [1, 2].

У період **1956–1970 рр.** під керівництвом директора Інституту д. м. н., член-кореспондента АМН СРСР **Дениса Миколайовича Калюжного** були закладені нові наукові вектори: радіаційна гігієна, гігієна канцерогенних факторів, гігієна фізичних факторів електромагнітних випромінювань та шуму. Встановлення санітарно-захисних зон

навколо нових промислових об'єктів було обумовлено швидкою індустріалізацією країни, зростанням економічного потенціалу і стрімким забрудненням атмосферного повітря, джерел водопостачання. Науковці установи вперше у світі обґрунтували засади гігієнічного нормування хімічних канцерогенів. Збірник наукових робіт «Гігієна населених місць» засновано Калюжним Д.М. [3].

В **1970 р.** Інститут очолив д. мед. н., член-кореспондент АМН СРСР **Шандала Михайло Георгійович**, який продовжив розвивати і удосконалювати наукові ідеї свого попередника: обґрунтування принципів і критеріїв гігієнічного нормування факторів довкілля хімічної, фізичної і біологічної природи. В період його керівництва в Інституті розпочалося активне вивчення впливу на здоров'я не тільки екологічних факторів довкілля, а й факторів соціальної природи в новоствореному «відділі соціальної гігієни, організації і історії охорони здоров'я», який складався з 8 відділень, в яких працювало близько 60 науковців.

Згодом, за наказом МОЗ України в **1988 р.** цей відділ був виокремлений в Інститут громадського здоров'я МОЗ України, а в НДІ загальної та комунальної гігієни продовжили дослідження комплексного впливу факторів оточуючого середовища на здоров'я населення з розробкою відповідних профілактичних заходів. Велику увагу науковців Михайло Георгійович зосередив на вивченні біоефектів організму під впливом негативних чинників умов життєдіяльності людей в експериментальних та епідеміологічних дослідженнях і удосконаленні методології нормування.

Особливою сторінкою в історії Інституту став **квітень 1986 року**, коли весь колектив Інституту з перших днів аварії на Чорнобильській АЕС долучився до ліквідації її наслідків, розраховуючи дози опромінення різних верств населення в залежності від ступеню забруднення територій (ґрунтів, лісів, води, повітря, продуктів харчування та ін.) та

розробляючи профілактичні заходи для мінімізації впливу радіації на здоров'я.

За ініціативи М.Г. Шандали вперше було розвинуто і удосконалено комплексне вивчення впливу екологічних факторів різної природи (хімічних, фізичних та біологічних) на здоров'я населення (дитячого та дорослого). І це стало початком вивчення громадського здоров'я.

Велику увагу Михайло Георгійович зосередив на вивченні біоефектів організмів під впливом негативних чинників довкілля в експериментальних дослідженнях та удосконаленні методології їх нормування.

З 1991 року понад 30 років Інститут очолював академік НАМНУ **Сердюк Андрій Михайлович.** Поряд з подальшим розвитком започаткованим його попередниками наукових напрямів діяльності Інституту він розвинув активну творчу співпрацю з науковими, навчальними та практичними установами різних відомств України: Міністерства охорони здоров'я, Міністерства освіти і науки, Міністерства екології, Міністерства оборони, а також засобами масової інформації. Науковці Інституту активно почали тісно співпрацювати з Інститутами Національної академії медичних наук, Національною академією педагогічних наук та Національною академією наук України.

Під його керівництвом за його активної участі було засновано нові для нашого Інституту наукові напрями: гігієни харчування (в т.ч. продуктів та спеціального призначення), медичної генетики та генетичного моніторингу; якості і безпеки лікарських препаратів та засобів медичного призначення; безпеки пацієнтів. Також був розширений спектр досліджень з вивчення впливу іонізуючого та неіонізуючого опромінення населення і розробки профілактичних нормативно-методичних документів, національних планів, які діють і нині [4, 5].

Андрій Михайлович ініціював впровадження гігієнічної регламентації фізичних факторів довкілля, генетичного

моніторингу та сучасних інформаційних технологій у гігієнічні дослідження.

В 1996 р. за ініціативи Андрія Михайловича Інститут був включений до складу Національної академії медичних наук і отримав назву «Інститут гігієни і медичної екології». В цей же період вперше в історії Інституту було засновано наукометричний журнал «Довкілля та здоров'я», який видається і сьогодні.

За ініціативи та під керівництвом А.М. Сердюка на базі Інституту започатковано проведення щорічної Науково-практичної конференції з міжнародною участю «Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України» (Марзєєвські читання), яка стала важливим науковим майданчиком для обговорення актуальних проблем громадського здоров'я, гігієни, медичної екології та екологічної безпеки.

Також на базі Інституту започаткована діяльність Всеукраїнської громадської організації «Наукове товариство гігієністів України», яка об'єднала провідних учених, науковців та практичних санітарних лікарів країни для розвитку гігієнічної науки, профілактичної медицини та захисту громадського здоров'я.

Окрім цього, на базі Інституту почала працювати Спеціалізована вчена рада із захисту докторських, кандидатських дисертацій за спеціальністю 14.02.01 «Гігієна та професійна патологія», в якій біля 30 років захищали дисертації науковці багатьох наукових і навчальних установ України. Згодом також була створена іще одна спеціалізована рада із захисту докторських і кандидатських дисертацій за спеціальністю «Медична генетика».

Під керівництвом А.М. Сердюка Інститут став головною науковою установою у реалізації державних програм «Здоров'я нації» та «Питна вода України», а також головною науковою установою МОЗ України з проблем гігієни. Важливою віхою в історії Інституту за ініціативи Сердюка А.М. стало **29 квітня**

2015 року, коли за відповідним рішенням Національної академії наук його було перейменовано в «Інститут громадського здоров'я», що ознаменувало перехід до сучасної моделі профілактичної медицини, яка враховує всі детермінанти здоров'я – соціальні та екологічні – і оцінює їх вплив на здоров'я населення на індивідуальному та **популяційному рівнях.**

З 2023 року директором Інституту була д. м. н., член-кореспондент НАМНУ **Надія Степанівна Полька**. За її участі та сприяння досягнуті вагомі науково-практичні результати у вирішенні проблем профілактики негативного впливу чинників довкілля та внутрішньошкільного середовища на здоров'я дітей. Бачення стратегічних напрямків діяльності установи дозволило спрямувати Інститут на розбудову системи громадського здоров'я в Україні на основі європейських підходів до оцінки небезпеки екологічних та соціальних детермінант здоров'ю населення. З початком вторгнення рф в Україну Інститут за рекомендації НАМНУ змінив вектор наукової діяльності.

Під керівництвом Польки Н.С. науковці усіх лабораторій Інституту активно долучилися до виконання доручень державних органів влади (військових адміністрацій, РНБО) та відомств (МОЗ, МО, МОіН та ін.).

Терміново вивчались та розроблялись зміни і доповнення до існуючих та нових державних нормативних, методичних документів, які були вкрай необхідними для мінімізації та подолання наслідків військових дій.

Наукові розробки Інституту в цей період були спрямовані на обґрунтування вимог до питної води для споживання у польових умовах, до харчування, до ефективних дезінфектантів та засобів медичного призначення.

Ще на початку війни науковці Інституту спільно зі спеціалістами Мінрегіонбуду розробили будівельно-санітарні вимоги до укриттів у навчальних закладах та наметових містечках, які повинні були впровадитись у відповідних нормативних документах.

Значна частина досліджень була спрямована на вивчення військових відходів, утворених від вибухів ракет та шахедів, на їх знешкодження та утилізацію.

Активно розпочалося динамічне вивчення психологічного стану і здоров'я дітей шкільного віку при дистанційному навчанні та перебуванні в укриттях.

Усі аспекти досліджень, що стосуються умов життєдіяльності населення під час воєнних дій, громадського здоров'я та подолання негативних наслідків війни, продовжуються і донині.

З 2024 р. Інститут очолив д. мед. н., професор, заслужений працівник охорони здоров'я України **Шкробанець Ігор Дмитрович**. Його діяльність зосереджена на вирішенні актуальних проблем соціальної медицини, громадського здоров'я та державного управління галуззю охорони здоров'я. У своїх дослідженнях він науково обґрунтував концептуальні напрями оптимізації медичної допомоги дітям із захворюваннями нервової та сечовидільної систем, а також розробив функціонально-організаційну модель профілактики хвороб системи кровообігу в практиці сімейного лікаря. Особливе значення мають його наукові доробки у сфері медичного менеджменту, зокрема аналіз управлінських рішень під час пандемій грипу A/H1N1 та COVID-19. І.Д. Шкробанець робить вагомий особистий внесок у розвиток вітчизняної медичної науки, трансформацію системи охорони здоров'я та розбудову системи громадського здоров'я. Під його керівництвом здійснюються наукові проєкти та реалізуються нові завдання, які дозволили сформулювати перспективи розвитку Інституту громадського здоров'я.

Напередодні 95-річчя в часи надзвичайних подій в Україні дослідження Інституту традиційно спрямовані на захист населення від шкідливого впливу фізичних, хімічних та біологічних чинників довкілля. У різні роки науковці установи долучалися до ліквідації наслідків найбільших катастроф, зокрема аварії на Чорнобильській АЕС, пандемії COVID-19,

АТО з 2014 р., а з 2022 року – до подолання наслідків повномасштабної воєнної агресії рф. Протягом 2019–2021 років діяльність Інституту була спрямована на оцінку ризиків для здоров'я населення від забруднення довкілля та гармонізацію нормативної бази профілактичної медицини до вимог ЄС [6, 7]. Накопичений науковий доробок дозволяє здійснювати науковий супровід санітарно-гігієнічного та протиепідемічного забезпечення підрозділів Збройних Сил України, зокрема розробку сучасних норм харчування військовослужбовців та оцінку якості факторів довкілля на звільнених територіях.

За цей період було виконано низку досліджень, які стали основою для розробки низки нормативно-методичних документів профілактичного спрямування:

- **Гігієна води:** розроблено зміни до Державних санітарних норм та правил 2.2.4-171-20 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною», які встановлюють сучасні вимоги до питної води (затверджено наказом МОЗ України від 18.02.2022 р. № 341).

Досліджено вплив знезаражувача питної води хлороформу на зростання онкологічної захворюваності [8].

- **Якість повітря:** вперше використаний ймовірнісний підхід для оцінок впливу забруднення повітря на здоров'я населення як для малих рівнів впливу забруднюючих речовин, так і для надзвичайних ситуацій. За допомогою мультисекторальних панелей та на підставі оцінок ризику для здоров'я населення науково обґрунтовані та впроваджені унікальні розробки медико-екологічних планів; удосконалення системи моніторингу атмосферного повітря та інші заходи щодо ефективного управління аерогенним ризиком [9, 10].

- Обґрунтовано методичні підходи до оцінки впливу змін клімату на здоров'я та виявлено території з критичними концентраціями озону [11].

- Гармонізовані з документами ЄС концентрації хімічних канцерогенів атмосферного повітря, що забезпечують відсутність недопустимого ризику для життя та здоров'я

населення, визначено переліки канцерогенних речовин атмосферного повітря та повітря робочої зони [12, 13].

- На підставі комплексних аналітичних досліджень проведено теоретичне узагальнення вітчизняного і міжнародного досвіду з оцінки небезпеки для людини канцерогенного забруднення повітряного середовища (атмосферне повітря населених місць та повітря робочої зони); запропоновано новий підхід до розв'язання наукових завдань з гігієнічного нормування канцерогенних речовин і практичні кроки до удосконалення вітчизняної нормативної бази та розроблено і впроваджено низку нормативно-методичних документів:
  - Гігієнічний норматив «Перелік речовин, продуктів, виробничих процесів, побутових та природних факторів, канцерогенних для людини», затверджено наказом МОЗ України від 20.06.2022 р. № 1054;
  - Методичні рекомендації «Оцінка канцерогенного та неканцерогенного ризику для здоров'я населення від хімічного забруднення атмосферного повітря», затверджені наказом МОЗ України від 18.10.2023 р. №1811;
  - Методичні рекомендації «Оцінка ризику для здоров'я працівників від забруднення повітря робочої зони хімічними речовинами», затверджені наказом МОЗ України від 02.03.2024 р. № 358;
  - Нововведення в системі охорони здоров'я «До проблеми гармонізації нормативної бази хімічних канцерогенів атмосферного повітря» / 2022. Випуск 8, реєстр. № 39/8/22, С. 53;
  - Нововведення в системі охорони здоров'я «Канцерогенні речовини: класифікація небезпеки, шляхи впливу, джерело інформації». / 2024. Випуск 10, реєстр. № 69/10/24, С. 105.
- Проведено комплексні дослідження промислових відходів теплоенергетики та гірничо-видобувної галузі з

врахуванням вимог вітчизняного законодавства та профільних документів ЄС [14]. Вдосконалено підходи до визначення класу небезпеки та віднесення до категорій небезпеки промислових відходів на прикладі відходів теплоенергетики та гірничо-видобувної галузі, які покладено в основу Методичних вказівок «Про управління відходами гірничо-видобувної промисловості та енергетики».

- **Містобудування:** вперше на підставі натурних та експериментальних комплексних з архітекторами досліджень розроблено санітарні вимоги до «смартквартир», закладів охорони здоров'я, вбудованих у житлові будинки. Розроблено гігієнічні вимоги та планувальні рішення щодо наповнюваності класів в існуючих закладах освіти України в умовах сучасної «Нової української школи» [15].

- **Радіаційний захист:** науково обґрунтовано і визначено підходи до проведення моніторингу радону в Україні, що потребує застосування єдиних вимог та алгоритму дій щодо **організації** вимірювань рівнів радону в повітрі будинків, оцінки радіаційних ризиків та інформування населення та стейкхолдерів про їх величину; визначення та оцінки концентрацій активності радону на робочих місцях, що потребує застосування єдиних вимог до оцінки умов праці щодо радононебезпечності робочих місць та алгоритму дій щодо первинного обстеження робочих місць і розрахунків ефективних доз опромінення; проведення оцінки рівнів радону після реалізації протирадонових заходів у будинках та на робочих місцях, які не відносяться до практичної діяльності, що потребує застосування єдиних вимог та алгоритму дій щодо здійснення оцінки ефективності ремедіації у житлових та громадських будинках, де зафіксовано перевищення нормативних значень концентрацій активності радону [16, 17].

- Встановлено, що розробка та запровадження нормативних і регламентних документів для реалізації Державного плану заходів щодо зменшення рівнів радону в повітрі житлових і громадських будинків та на робочих місцях

(розпорядження КМУ від 27.11.2019 р. № 1417-р) дозволить знизити опромінення населення від цього джерела.

- Опрацьовано Державні гігієнічні нормативи – Санітарний регламент «Основні стандарти безпеки поводження з матеріалами, які вміщують радіонукліди природного походження».
- На основі результатів досліджень розроблено методично-нормативні документи: методичні рекомендації «Порядок проведення моніторингу радону в Україні та нотифікації про радіаційні ризики» та «Методика проведення моніторингу радону», які затверджено наказом МОЗ України від 13.10.2023 р. № 1786; методичні рекомендації «Визначення та оцінки концентрацій активності радону на робочих місцях», затверджено НАМНУ 12.12.2024; а також проєкт методичних рекомендацій «Оцінка ефективності протирадонових заходів у будинках», запровадження яких дозволить знизити вплив радону на здоров'я людини в контексті ефективності реалізації радонового плану заходів. За змістом та структурою розроблені документи відповідають всім міжнародним вимогам і є базовими на першому етапі реалізації плану заходів для запровадження системи моніторингу, оцінки рівнів опромінення населення та успішної реалізації державної політики радіаційного захисту населення від радону – основного дозоформуючого фактора на території України.

➢ **Харчування:** розроблено та впроваджено в «Нову українську школу» рецептури та технології дитячого харчування для закладів освіти, оздоровлення і відпочинку та закладів сфери соціального захисту.

- Запропоновано регуляторні аспекти нормативно-правової бази безпечного використання дієтичних добавок населенням [18].
- Нововведення в системі охорони здоров'я «Організація харчування дітей з особливими дієтичними потребами в середніх загальноосвітніх закладах». / 2023. Випуск 9, реєстр. № 46/9/23, С. 72.

- Нововведення в системі охорони здоров'я «Оцінка ризику для здоров'я населення, пов'язаного зі споживанням харчових продуктів, забруднених важкими металами». / 2026. Випуск 12.

➢ **Пандемія COVID-19:** науковці оперативно розробили методичні вказівки щодо застосування дезінфекційних засобів, оцінки ефективності захисних засобів та проведення профілактичних заходів в умовах пандемії в житлових і громадських закладах.

Окремо слід зупинитися на внеску Інституту у подоланні наслідків військової агресії рф в Україні та розробці заходів щодо захисту здоров'я населення.

Повномасштабне вторгнення рф призвело до безпрецедентного **мілітарного забруднення довкілля**, яке має специфічні особливості та потребує нових наукових підходів до оцінки ризиків для здоров'я населення. З перших днів війни Інститут адаптував свою діяльність до потреб національної безпеки, зосередившись на профілактиці шкідливого впливу наслідків бойових дій на здоров'я населення України [19].

Руйнування інфраструктури спричинило критичні ризики для якості питної води. Вже у квітні 2022 року фахівці розробили ДСанПіН 683-22, який встановив показники безпечності питної води спеціально для умов воєнного стану та надзвичайних ситуацій. Також розроблено і внесено зміни до Державних санітарних норм і правил 2.2.4-171-20 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною», які поширюються на всі види питної води для використання населенням і на підприємствах харчової промисловості [20].

Фахівці установи неодноразово проводили наукові експертизи середовищ довкілля, пов'язані з руйнуванням Каховського водосховища, і надавали пропозиції щодо убезпечення від його негативних наслідків.

Було експериментально досліджено ефективність різних дезінфекційних засобів для знезараження води у польових умовах та підготовлено відповідний алгоритм їх вибору.

Підготовлено рекомендації щодо попередження гострих кишкових інфекційних хвороб серед населення, пов'язаних з водним фактором передачі збудника інфекції на потерпілих внаслідок війни територіях [21].

Також встановлено, що вибухові процеси та пожежі в результаті бойових дій є значним за своєю потужністю джерелом надходження в навколишнє середовище важких металів, залишкових кількості вибухових речовин та канцерогенних сполук класу поліароматичних вуглеводнів ПАВ, що утворилися в результаті пожеж. Визначено, що найбільш потужним джерелом забруднення ґрунтів є керовані авіаційні бомби (КАБи). Встановлено, що після влучання КАБів вміст свинцю, марганцю, арсену і міді у ґрунтів перевищує ГДК від 1,05–3,3 цинку та нікелю від 10–17 разів, бенз(а)пірену до 23 разів. Показано, що через два роки після пожежі, яка виникла внаслідок ракетного удару по складу харчової продукції, забруднення ґрунту ПАВ досягло фонового рівня за рахунок процесів самоочищення [22]. Забруднення ґрунтів важкими металами зберігаються протягом багатьох років, що потребує спеціальних методів очищення.

Моніторинг атмосферного повітря та оцінка мілітарних ризиків. Бойові дії та обстріли спричинили безпрецедентне забруднення повітря продуктами горіння та детонації. Дослідження у м. Києві у 2022–2025 роках виявили, що головною особливістю забруднення є перевищення концентрації дрібних твердих частинок **PM 2,5,** значення яких перевищувала міжнародні критерії ВООЗ у **1,1–7,2 рази** протягом майже всього періоду спостережень зі значним коливанням під час тривог [23, 24]. Встановлено, що таке забруднення є причиною додаткових смертей від хвороб органів дихання та серцево-судинної системи. Було розроблено доказові адаптаційні заходи для населення в умовах воєнної агресії.

Радіаційна та ядерна безпека. В умовах ядерного шантажу з боку агресора Інститут спільно з іншими установами НАМНУ обґрунтував профілактичні заходи з протирадіаційного захисту

населення та військовослужбовців. Підготовлено низку аналітичних та проєктів нормативних документів для **РНБО та МОЗ України**, зокрема щодо можливих сценаріїв радіаційних загроз та медичної тактики при ядерних інцидентах [25]. Також було обґрунтовано та запропоновано доступні технології очищення води від радіонуклідів та методи моніторингу радону-222 [26].

В результаті дослідження зразків питної води з постраждалих від воєнних дій територій Дніпропетровської, Донецької, Запорізької, Миколаївської, Полтавської, Сумської, Харківської, Київської та Чернігівської областей визначено сумарну альфа-, сумарну бета-активність та для частини зразків – питому активність радону-222, радію-226, радію-228, природної суміші ізотопів урану.

Встановлено, що внаслідок воєнних дій у окремих регіонах має місце дефіцит якісної питної води, а відсутність систем водоочищення та/або їх неправильна експлуатація призводить до того, що вода може містити небезпечні кількості природних радіонуклідів: виявлені випадки, коли сумарна альфа-активність у воді перевищувала встановлене нормативне значення навіть після очищення.

З метою оптимізації процесу підготовки зразків води для вимірювання в них питомої активності радіонуклідів розроблено методичні рекомендації «Визначення питомої активності суми ізотопів урану в пробах води на основі застосування іонообмінних смол».

Гігієнічне забезпечення Збройних Сил України. Інститут бере активну участь у виконанні доручень Міністерства оборони України щодо оцінки безпечності товарів матеріального забезпечення. Важливим досягненням стала фахова наукова експертиза харчування військовослужбовців:

- проведено визначення харчової та енергетичної цінності **Повсякденних та польових наборів продуктів (№ 10 та № 15)** для різних родів військовослужбовців [27, 28];

- надано експертний висновок до **«Збірника технологічних карт приготування страв для військовослужбовців Національної гвардії України»**;
- розроблено наукове повідомлення щодо застосування **антисептиків з пробіотиками** для лікування ран та опіків;
- досліджено якість лікарських препаратів вітчизняних виробників, необхідних для військових шпиталів.

Гігієна містобудування та умов життєдіяльності. Для створення безпечних умов проживання внутрішньо переміщених осіб та відновлення територій проведено низку наукових аналітичних та натурних досліджень:

• Доведено, що застосування довоєнних планувальних рішень у процесі відновлення територій не дозволяє повною мірою реалізувати гігієнічні вимоги до інсоляції, аерації, шумового режиму, санітарних розривів і просторової безпеки, що формує передумови для погіршення умов проживання населення.

• Обґрунтовано, що фонд захисних споруд цивільного захисту у постраждалих населених пунктах слід розглядати не лише як елемент безпеки, а як складову містобудівної та санітарно-гігієнічної інфраструктури, оскільки його розміщення, місткість і технічний стан безпосередньо впливають на умови перебування та здоров'я населення.

• Встановлено, що масове використання підвальних і цокольних приміщень як найпростіших укриттів супроводжується обмеженими можливостями забезпечення нормативних параметрів мікроклімату, вентиляції, освітлення та санітарного режиму, що має бути обов'язково враховано під час коригування містобудівної документації та програм відновлення країни після війни.

• Уперше в процесі вивчення і гігієнічної оцінки містобудівних рішень обґрунтовано наявність прогалини у нормативному регулюванні умов перебування дітей у підземних освітніх просторах, що потребує науково обґрунтованих

медико-санітарних вимог з урахуванням фізіологічних і психоемоційних особливостей дитячого організму.

- Обґрунтовано необхідність діджиталізації просторових обмежень і санітарно-захисних зон як інструменту гігієнічного супроводу містобудівних рішень, що дозволить підвищити прозорість планування, знизити ризики для здоров'я населення та забезпечити обґрунтований вибір територій для житлової і громадської забудови.

Для удосконалення методичних підходів до розробки програм забезпечення найбільш сприятливих умов життєдіяльності населення, збереження та зміцнення його здоров'я розроблено:

- Методичні рекомендації «**Програма комплексного відновлення регіонів** та окремих територіальних громад за секторальною пріоритезацією в умовах воєнного стану та у повоєнний період, як складова національної безпеки України»;
- Санітарно-гігієнічні вимоги до розміщення **модульних житлових містечок** та пунктів евакуації населення з окупованих територій;
- Державні будівельні норми щодо **захисних споруд цивільного захисту** (В.2.2-5:2023);
- Методичні рекомендації з профілактичних заходів з **покращення стану повітря** житлових і громадських приміщень, **в тому числі укриттів, щодо вмісту плісеневих грибів**;
- зміни до «Державних санітарних правил **планування та забудови населених пунктів**. ДСП № 173-96».

Ментальне здоров'я та поведінка дітей. Спільно з Університетом Гельсінкі проведено унікальне дослідження розладів харчової поведінки дітей під впливом воєнного стресу. Встановлено, що **55% порушень є реакцією на стрес**, а **45% мають ризик стати стійкими патологіями**. Шанси розвитку посттравматичного синдрому у дітей під дією воєнних факторів виявилися вдвічі вищими [29].

Проаналізовано вплив соціальних, біологічних і поведінкових детермінант на ментальне здоров'я дітей і молоді. Доведено, що шкала RCADS-P-25 є валідним та надійним інструментом для оцінки тривожних і депресивних розладів у дітей та підлітків 8–18 років в українській популяції під час скринінгових досліджень. Показано, що застосування психологічних інструментів під час навчального процесу в умовах соціальних криз є ефективним засобом профілактики тривожно-депресивних симптомів у школярів. Підготовлено Нововведення в системі охорони здоров'я «Використання шкали RCADS-P-25 для оцінки симптомів тривоги і депресії у дітей України 8–18 років» [30].

У співпраці з Національною академією педагогічних наук України (НАПНУ) розроблено програми психосоціальної підтримки та стратегії збереження ментального здоров'я учнів під час війни.

В результаті пропедевтичних досліджень встановлено, що особливостями фізичного розвитку підлітків 16–17 років, що зазнали впливу воєнної агресії проти України, слід вважати: переважання ростових процесів організму над збільшенням його ваги у дівчат та тенденцію до збільшення маси тіла в популяції хлопців ($p \leq 0,05$); переважання у 2 рази частки хлопців з ожирінням та надмірною вагою над дівчатами-однолітками; наявність ознак напруження стану серцево-судинної системи, особливо серед хлопців 16 років ($p \leq 0,001$); наявність ознак стагнації ростових процесів у порівнянні із збільшенням ваги відносно з довоєнним періодом.

Виявлено, що поширеність тютюнопаління серед підлітків 15–17 років становить 29,3% та найбільша спостерігається серед 17-річних (19–23%). Показано, що під час війни 19% сучасних підлітків почали палити у віці до 13 років, що припадає на початок повномасштабного вторгнення. З'ясовано, що на фоні зниження рівнів поширеності паління звичайних сигарет спостерігається проблема зростання до 83% використання

альтернативних видів тютюну та наявність пасивного паління вдома у 32% підлітків.

Міжнародне співробітництво та євроінтеграція. Інститут активно інтегрується у світовий науковий простір, співпрацюючи з **ВООЗ, Світовим банком, UNDP, МАГАТЕ, EU JRC** та провідними університетами світу (США, Фінляндія, Японія, Велика Британія, Італія). Пріоритетним напрямом є **гармонізація вітчизняної нормативної бази до вимог Європейського Союзу**, зокрема у сферах якості повітря, води та радіаційної канцерогенної безпеки. Фахівці установи брали участь у міжнародних проєктах щодо управління біоцидами, дослідження впливу ендокринних руйнівників та глобальної оцінки санітарії та розбудови інформаційних систем.

На виконання заходів Дорожньої карти інтеграції України до Єдиного дослідницького простору Європи разом з EU JRC було проведене дослідження і підготовлений звіт, зокрема щодо якості повітря, рівнів викидів забруднюючих речовин і парникових газів. У ньому вперше систематизовано дані, що дозволяють оцінити вплив війни на стан довкілля та клімату в Україні, а також містяться ключові орієнтири для відновлення країни. Водночас звіт надає важливу інформацію щодо оцінки готовності України до вступу в ЄС, зокрема в контексті Глави 27 екологічного розділу ACQUIS ЄС.

Майбутнє Інституту пов'язане з подальшою реалізацією настанов ВООЗ у сфері громадського здоров'я та відновленням України після війни. Ключовими завданнями залишаються:

- Оцінка шкоди здоров'ю населення внаслідок російської агресії та розробка шляхів її мінімізації;
- Впровадження концепції «Єдине здоров'я» та «Здоров'я в усіх політиках» в наукову діяльність Інституту»;
- Цифровізація наукових даних, розвиток цифрових систем екологічного моніторинг;
- Створення Всеукраїнської мультидисциплінарної платформи відкритих наукових даних, присвяченій

впровадженню інноваційних наукових підходів до програм щодо відновлення України;

- Ініціація та проведення програм промоції здоров'я, пов'язаних із профілактикою негативного впливу чинників довкілля хімічної, фізичної та біологічної природи;
- Підготовка програм підвищення медичної культури здоров'я;
- Здійснення програм підготовки наукових кадрів третього рівня за фахом «Громадське здоров'я» та докторів наук за фахом «Гігієна та професійна патологія»;
- Розвиток дослідницької інфраструктури установи і співпраця в єдиному дослідницькому європейському просторі.

ВИСНОВОК

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України» підходить до свого **95-річчя** як потужна наукова інституція, що здатна оперативно відповідати на найскладніші виклики надзвичайних подій в т.ч. і воєнного часу. Високий рівень фахової підготовки науковців, поєднання традицій та інновацій, а також активна громадянська позиція колективу є запорукою збереження та зміцнення здоров'я народу України у період війни та майбутнього відновлення та післявоєнний час.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сердюк А. М., Прицкер В. Л. Завещание врача-профилактика. Київ: Фирма «Деркул», 2003. 189, [1] с.
2. Марзеев А. Н. Воспоминания санитарного врача: авторский вариант: мемуары / под ред. А. М. Сердюка. Київ: Деркул, 2008. 287 с.
3. Сердюк А. М., Виленский Ю. Г. Вехи жизни Дениса Николаевича Калюжного. Макаров: София, 2010. 240 с.
4. Сердюк А. М. В душі моїй живе неспокій. Київ: ТОВ «Вістка», 2008. 148 с.

5. Андрій Михайлович Сердюк: біобібліографічний довідник / упоряд. А. М. Давиденко; вступ. ст. Н. С. Польки, В. А. Міхньова. Київ: Деркул; Фенікс, 2014. 126, [1] с. (Українська наукова медицина в іменах і фактах; вип. 2).
6. Теоретичне та практичне значення наукових досліджень Інституту громадського здоров'я НАМН України / Н. С. Полька та ін. Довкілля та здоров'я. 2023. № 1 (106). С. 57–61. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2023.01.057.
7. Аналіз основних показників науково-дослідних робіт ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМН України» за 2018–2022 рр. / О. П. Рудницька та ін. Довкілля та здоров'я. 2023. № 4 (109). С. 68–76. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2023.04.068.
8. Прокопов В. О., Липовецька О. Б., Куліш Т. В. Гігієнічна оцінка небезпечних хлоритів в обробленій діоксидом хлору питній воді та ризик від її вживання для здоров'я населення. Медичні перспективи. 2023. Т. 28. № 3. С. 162–169. DOI: https://doi.org/10.26641/2307-0404.2023.3.289220.
9. Оцінка ризику для здоров'я та соціальні втрати населення від забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств та автотранспорту / О. І. Турос та ін. Довкілля та здоров'я. 2022. № 2 (103). С. 49–52. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2022.02.049.
10. Spring 2020 Atmospheric Aerosol Contamination over Kyiv City / C. Zhang et al. Atmosphere. 2022. Vol. 13. No. 5. Article 687. DOI: https://doi.org/10.3390/atmos13050687.
11. Турос О. І., Петросян А. А., Маремуха Т. П. Оцінка збитків здоров'ю населення від короткочасного впливу високих концентрацій озону. Довкілля та здоров'я. 2020. № 3 (96). С. 19–24. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2020.03.019.
12. Оцінка безпеки пріоритетних канцерогенних речовин на рівні гігієнічних регламентів для атмосферного повітря / І. О. Черниченко та ін. Медичні перспективи. 2023. Т. 28. № 2. С. 170–175. DOI: https://doi.org/10.26641/2307-0404.2023.2.283402.

13. До питання перегляду нормативної бази хімічних канцерогенів у повітряному середовищі за критерієм ризику / І. О. Черниченко та ін. Довкілля та здоров'я. 2022. № 2 (103). С. 42–49. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2022.02.042.
14. Критеріальна оцінка шкідливої дії промислових відходів різних галузей за міжнародними стандартами / В. В. Станкевич та ін. Довкілля та здоров'я. 2023. № 3 (108). С. 39–44. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2023.03.039.
15. Вплив умов розміщення вбудованих закладів охорони здоров'я у житлові будинки на здоров'я медпрацівників, умови перебування пацієнтів та санітарно-гігієнічні умови мешканців / В. М. Махнюк та ін. Гігієна населених місць. 2022. Вип. 72. С. 3–10. DOI: https://doi.org/10.32402/hygiene2022.72.003.
16. Особливості планування досліджень рівнів радону у повітрі будинків у рамках реалізації плану дій / Т. О. Павленко та ін. Довкілля та здоров'я. 2020. № 1 (94). С. 26–33. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2020.01.026.
17. Першочергові завдання плану дій щодо зменшення рівнів радону в повітрі будинків / Т. О. Павленко, А. П. Оперчук, М. В. Аксьонов, М. А. Фризюк, О. В. Михайленко, А. К. Горваль. Ядерна та радіаційна безпека. 2021. № 1 (89). С. 14–20. DOI: https://doi.org/10.32918/nrs.2021.1(89).02.
18. Кузнецова О. М., Останіна Н. В. Вивчення та аналіз ситуації щодо споживання дієтичних добавок населенням України. Медичні перспективи. 2020. Т. 25. № 3. С. 176–183. DOI: https://doi.org/10.26641/2307-0404.2020.3.214860.
19. Наукові напрямки ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМН України» у вирішенні проблем довкілля і здоров'я під час російського воєнного вторгнення / О. П. Рудницька та ін. Довкілля та здоров'я. 2024. № 4 (113). С. 72–78. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2024.04.072.
20. Аналіз підходів до оцінки та застосування дезінфекційних засобів для питної води в Україні та країнах ЄС, в тому числі країнах НАТО / О. В. Зоріна, О. В. Сурмашева,

О. М. Іванько, О. О. Полька, Є. О. Маврикін. Український журнал військової медицини. 2025. Т. 6. № 1. С. 48–56. DOI: https://doi.org/10.46847/ujmm.2025.1(6)-048.

21. Сурмашева О. В., Корчак Г. І., Росада М. О., Молчанець О. В., Олійник З. А., Полька О. О. Сучасні питання дезінфектології, методичні прийоми визначення ефективності хімічних дезінфекційних засобів: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2024. 168 с.
22. До питання фонового рівня забруднення ґрунтів важкими металами для визначення впливу воєнних дій / І. О. Черниченко та ін. Довкілля та здоров'я. 2025. № 1 (114). С. 18–23. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2025.01.018.
23. Assessment of ambient air pollution by particulate matter (PM10, PM2.5) and risk for human health caused by war actions / O. I. Turos et al. Wiadomości Lekarskie. 2023. Vol. 76. No. 4. P. 738–744. DOI: https://doi.org/10.36740/WLek202304106.
24. Impact of military activity on atmospheric aerosol characteristics in Ukraine and Kyiv city / X. Wei et al. Atmospheric Pollution Research. 2025. Vol. 16. No. 6. Article 102496. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apr.2025.102496.
25. Павленко Т. О., Фризюк М. А., Тарасюк О. Є. До питання впливу радону на робочих місцях в існуючій ситуації опромінення. Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2024. Вип. 29. С. 152–162. DOI: https://doi.org/10.33145/2304-8336-2024-29-152-162.
26. Бузинний М. Г., Михайлова Л. Л. Узагальнені дані 20-річного моніторингу радону-222 у питній воді України. Ядерна та радіаційна безпека. 2022. № 4 (96). С. 29–38. DOI: https://doi.org/10.32918/nrs.2022.4(96).04.
27. Гуліч М. П., Петренко О. Д., Любарська Л. С., Депутат Ю. М. Харчування солдатів у бойових умовах: еволюція від Запорізької Січі до сьогодення. Медичні перспективи. 2020. Т. 25. № 1. С. 221–229. DOI: https://doi.org/10.26641/2307-0404.2020.1.200423.

28. Застосування інформаційної моделі розрахунку раціону харчування для компенсації енергетичних витрат військовослужбовців Збройних сил України / Ю. М. Депутат та ін. Медичні перспективи. 2021. Т. 26. № 3. С. 161–168. DOI: https://doi.org/10.26641/2307-0404.2021.3.242249.
29. Gulich M., Fedorova D., Petrenko O., Vepsäläinen H., Erkkola M. War exposure and changes in eating behaviours in Ukrainian school-aged children: a cross-sectional online survey. Maternal & Child Nutrition. 2025. Vol. 21. No. 1. Article e13729. DOI: https://doi.org/10.1111/mcn.13729.
30. Єлізарова О. Т., Гозак С. В., Станкевич Т. В., Парац А. М., Єлізаров В. О. Оцінка валідності і надійності RCADS-P-25 в українській популяції. Довкілля та здоров'я. 2024. № 3 (112). С. 10–16. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2024.03.010.

РОЗДІЛ 1.
ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНІ ПРОБЛЕМИ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ ТА ЇХ ПОДОЛАННЯ

ПОЛІЦИКЛІЧНІ АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ ЯК МАРКЕРИ ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ БОЙОВИХ ДІЙ: РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ҐРУНТІВ І ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ УКРАЇНИ

Бабій В.Ф., Кондратенко О.Є., Черниченко І.О., Главачек Д.О., Смірнова Г.І., Ждан-Пушкіна О.В.

Відділ гігієни канцерогенних факторів

Сучасні військові конфлікти є одним із найбільш масштабних антропогенних чинників негативного впливу на довкілля. На відміну від локальних техногенних аварій, бойові дії супроводжуються комплексним ураженням природних екосистем, що проявляється у руйнуванні ландшафтів, забрудненні атмосферного повітря, ґрунтів і водних об’єктів, знищенні біорізноманіття та порушенні природних екологічних зв’язків. Внаслідок застосування сучасних засобів ураження відбувається надходження до навколишнього середовища значної кількості токсичних хімічних речовин, важких металів, продуктів вибухової трансформації, нафтопродуктів та канцерогенних сполук, які можуть тривалий час зберігатися у природних компонентах і негативно впливати на здоров’я населення [1, 2, 3, 4].

Повномасштабне вторгнення рф в Україну призвело не лише до значних людських втрат та руйнування інфраструктури, а й стало причиною масштабного екологічного забруднення на значній частині території країни. Використання ракет, керованих авіаційних бомб, артилерійських снарядів, безпілотних літальних апаратів та інших видів озброєння

супроводжується вибухами і пожежами, що призводять до викиду в довкілля великої кількості небезпечних речовин. Особливо небезпечними є випадки руйнування промислових підприємств, складів паливно-мастильних матеріалів, нафтобаз та інших об'єктів підвищеної екологічної небезпеки, внаслідок чого забруднення поширюється далеко за межі безпосередньої зони бойових дій [1, 2, 3, 4].

У результаті вибухових процесів та горіння органічних матеріалів утворюються поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), багато з яких характеризуються канцерогенними, мутагенними та токсичними властивостями. Крім того, джерелами забруднення є залишки вибухових речовин, компоненти ракетного палива, важкі метали, а також продукти горіння військової техніки та паливно-мастильних матеріалів. Ці речовини можуть накопичуватися у ґрунті, мігрувати до поверхневих і підземних вод, включатися у харчові ланцюги та становити потенційну небезпеку для населення протягом тривалого часу після завершення бойових дій [2, 5].

Особливої уваги заслуговує проблема деградації ґрунту, який часто виступає кінцевим акумулятором забруднюючих речовин. Завдяки високій сорбційній здатності ґрунтового покриву токсичні сполуки можуть зберігатися у ньому протягом багатьох років, формуючи довготривалі осередки екологічної небезпеки. У подальшому такі забруднюючі речовини здатні надходити до рослинної продукції, поверхневих і підземних вод та створювати додаткові ризики для здоров'я населення [3, 4, 5].

Вибухи боєприпасів різного типу є первинним джерелом порушення екологічного стану територій. У процесі детонації відбувається миттєве вивільнення великої кількості енергії, що супроводжується утворенням високих температур, ударної хвилі та механічним руйнуванням ґрунтового покриву. У місцях вибухів формуються вирви, порушується природна структура ґрунту, відбувається переміщення поверхневих забруднених шарів на значні відстані та оголення нижніх горизонтів ґрунтового профілю. Одночасно внаслідок

високотемпературних процесів утворюються численні токсичні сполуки, у тому числі і ПАВ [6].

Важливим чинником забруднення довкілля є пожежі, які майже завжди супроводжують вибухові процеси під час бойових дій. Горіння будівельних матеріалів, деревини, пластмас, паливно-мастильних матеріалів та інших органічних речовин призводить до інтенсивного утворення продуктів неповного згоряння, серед яких значну небезпеку становлять ПАВ. На відміну від локального впливу вибуху, пожежі можуть тривати протягом тривалого часу, забезпечуючи безперервне надходження забруднюючих речовин до атмосферного повітря, ґрунтів і водойм. Особливо небезпечними є пожежі на нафтобазах, складах паливно-мастильних матеріалів та промислових підприємствах, де утворюються значні обсяги канцерогенних речовин, що здатні переноситися на десятки кілометрів від джерела викиду [1, 2, 3, 4, 5].

Окрему екологічну проблему становить горіння військової техніки. Бойові машини містять значну кількість паливно-мастильних матеріалів, полімерних матеріалів, гумових виробів, електронних компонентів та металів, які під впливом високих температур зазнають складних фізико-хімічних перетворень. У результаті горіння техніки утворюються токсичні органічні сполуки, включаючи ПАВ, а також важкі метали, які потрапляють у ґрунт безпосередньо в зоні ураження [1, 2, 3, 4].

Значний внесок у погіршення стану довкілля здійснює руйнування об’єктів інфраструктури. Внаслідок ракетних ударів та артилерійських обстрілів пошкоджуються промислові підприємства, склади, об’єкти енергетики, транспортної інфраструктури, очисні споруди та місця зберігання небезпечних речовин. Такі руйнування можуть супроводжуватися масштабними витоками нафтопродуктів, хімічних реагентів та інших токсичних сполук, які швидко потрапляють до ґрунтів і поверхневих вод. Особливу небезпеку становить забруднення водних об’єктів, оскільки токсичні речовини здатні поширюватися течією та накопичуватися у донних відкладах [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Водні екосистеми є важливими акумуляторами забруднюючих речовин, що надходять із територій бойових дій. Поліциклічні ароматичні вуглеводні характеризуються низькою розчинністю у воді та високою здатністю до сорбції на завислих частинках і органічній речовині. Внаслідок цього значна частина ПАВ накопичується у мулових відкладах водойм, де може зберігатися тривалий час та слугувати вторинним джерелом забруднення водного середовища [3, 4, 5, 6].

Таким чином, вибухи, пожежі, горіння військової техніки та руйнування інфраструктури є взаємопов'язаними чинниками формування масштабного хімічного забруднення довкілля під час бойових дій. Наслідком цих процесів є накопичення канцерогенних ПАВ та інших токсичних речовин у ґрунтах і водоймах, їх подальша міграція природними ланцюгами та потенційне надходження до організму людини через об'єкти навколишнього середовища і харчову продукцію [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Це обумовлює необхідність проведення систематичного екологічного та гігієнічного моніторингу територій, що постраждали внаслідок військових дій.

Речовини класу ПАВ належать до групи пріоритетних забруднювачів навколишнього середовища, що характеризуються високою токсичністю, стійкістю до природного руйнування та здатністю накопичуватися в компонентах екосистем. За класифікацією міжнародних організацій та Агентства з охорони навколишнього середовища США (USEPA), низка представників ПАВ належить до пріоритетних забруднюючих речовин через їхню високу токсичність, стійкість та здатність викликати розвиток злоякісних новоутворень. Найбільш небезпечними вважаються бенз(а)пірен, дибенз(a,h)антрацен та індено(1,2,3-cd)пірен, які мають виражену канцерогенну активність.

Особливе місце серед ПАВ займає бенз(а)пірен, який традиційно використовується як індикатор забруднення довкілля канцерогенними поліциклічними ароматичними вуглеводнями. Саме для бенз(а)пірену встановлено гігієнічні нормативи у різних об'єктах навколишнього середовища, а його

концентрація часто використовується для оцінки рівня канцерогенної небезпеки територій. Разом із тим бенз(а)пірен є лише одним із представників великої групи ПАВ, багато з яких також мають виражені канцерогенні властивості та можуть реалізовувати сумарний токсичний ефект при одночасному надходженні до організму людини [1, 3].

Важливою особливістю поліциклічних ароматичних вуглеводнів є їх висока стійкість у довкіллі. ПАВ характеризуються гідрофобними властивостями, після потрапляння у навколишнє середовище вони активно сорбуються частинками ґрунту, донними відкладами та органічними речовинами, що обмежує їх міграцію у водному середовищі, але сприяє довготривалому накопиченню в екосистемах. Встановлено, що розчинність та швидкість біодеградації ПАВ зменшуються зі збільшенням молекулярної маси та кількості ароматичних кілець у молекулі. Саме тому високомолекулярні ПАВ, до яких належить бенз(а)пірен та інші канцерогенні представники цього класу, можуть зберігатися у ґрунтах протягом багатьох років після припинення дії джерела забруднення [6, 7, 8, 9].

Екологічну та гігієнічну небезпеку становить здатність ПАВ включатися до харчових ланцюгів. Забруднюючі речовини, які накопичені у ґрунтах, можуть поглинатися кореневою системою рослин або осідати на поверхні сільськогосподарської продукції з атмосферними опадами. У подальшому вони потрапляють до організму тварин та людини через споживання рослинної продукції, кормів, води та продуктів тваринного походження. Наявність ПАВ у харчових ланцюгах становить особливу небезпеку для населення, яке проживає на територіях, що зазнали забруднення внаслідок бойових дій, оскільки навіть після завершення активної фази воєнних дій ризик надходження канцерогенних речовин може зберігатися протягом багатьох років [8].

Крім ґрунтів, важливими резервуарами накопичення ПАВ є поверхневі водойми та їх донні відклади. Завдяки високій сорбційній здатності поліциклічні ароматичні вуглеводні

концентруються у мулових осадах, де можуть тривалий час зберігатися та поступово переходити у водне середовище. Таким чином, забруднення водойм ПАВ створює додаткові шляхи надходження канцерогенних речовин до водних організмів та людини через водні харчові ланцюги [2, 3, 4, 5].

Отже, поліциклічні ароматичні вуглеводні є одними з найбільш небезпечних та екологічно значущих забруднюючих речовин, що утворюються внаслідок військових дій. Тому актуальним питанням є необхідність систематичного моніторингу рівнів забруднення ґрунтів і водойм, а також розроблення ефективних заходів щодо мінімізації ризиків для здоров'я населення.

Мета: провести гігієнічну оцінку забруднення ґрунтів та поверхневих водойм поліциклічними ароматичними вуглеводнями внаслідок бойових дій та визначити особливості формування канцерогенного навантаження на довкілля.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єкти дослідження. Об'єктами дослідження у межах виконаної наукової роботи були компоненти навколишнього природного середовища, що зазнали впливу бойових дій різної інтенсивності та характеру ураження. Дослідження спрямовані на оцінку рівнів забруднення ґрунтів, донних відкладів та поверхневих вод токсичними хімічними сполуками, насамперед ПАВ, які є характерними продуктами вибухових процесів, пожеж та горіння органічних матеріалів.

Досліджено проби ґрунту, які були відібрані на територіях, що зазнали впливу бойових дій різного типу. Відбір зразків здійснювався у зонах безпосереднього ураження вибуховими пристроями, зокрема в місцях падіння ракет, керованих авіаційних бомб (КАБ), артилерійських снарядів, а також на ділянках, де відбувалися пожежі та руйнування інфраструктурних об'єктів. Окрему групу становили контрольні зразки ґрунтів, відібрані на відносно незабруднених територіях, які не зазнали прямого впливу бойових дій.

Географічно дослідження охоплювали території Київської та Донецької областей, які характеризуються різними умовами антропогенного навантаження та різною інтенсивністю впливу військових дій. У межах Київської області досліджувалися ділянки, що постраждали внаслідок численних артилерійських обстрілів та масштабних пожеж на об'єктах інфраструктури. У Донецькій області відбір проб здійснювався у районах активних бойових дій, включаючи зони вибухів різних типів боєприпасів та утворення вибухових кратерів.

Додатковими об'єктами дослідження були мулові осади поверхневих водойм, які формують природні акумуляційні системи для гідрофобних органічних сполук, зокрема ПАВ. Досліджували донні відклади з водойм, розташованих у межах або поблизу територій, що зазнали впливу бойових дій. Аналіз мулових осадів дозволяє оцінити довготривале накопичення забруднюючих речовин та їх потенційну міграцію у водну фазу.

Також об'єктом дослідження була вода поверхневих водойм, зокрема вода, отримана шляхом відстоювання з відібраних мулових осадів. Метою цього дослідження була оцінка вторинного забруднення водного середовища внаслідок десорбції та переходу ПАВ із донних відкладів у водну фазу для визначення потенційної небезпеки міграції токсичних сполук у водні екосистеми та подальшого впливу на людину.

Відбір проб здійснювався за спеціально розробленою схемою, що враховувала тип військового впливу, характер пошкодження ґрунтового покриву, наявність термічного навантаження, а також потенційну інтенсивність утворення та міграції ПАВ. Такий підхід дозволив виділити специфічні особливості забруднення.

Відбір проб у зонах утворення вирв після влучання КАБів проводили шляхом розділення ґрунтового профілю на внутрішній та зовнішній відносно епіцентру вибуху шари. Внутрішній шар формувався безпосередньо з дна вибухової вирви, де відбувалося часткове вивітрювання та оголення нижчих ґрунтових горизонтів. Зовнішній шар відбирався по периметру вирви, у зоні максимального осідання продуктів

вибуху та термічного розпилення ґрунтових часток. Такий поділ дозволяв оцінити ефект перерозподілу ґрунту та концентрацію забруднюючих речовин у зоні вторинного осадження.

У зонах ракетних уражень відбір проб проводився у межах епіцентру вибуху та на прилеглих ділянках, які зазнали механічного та термічного впливу вибухової хвилі. Основна увага приділялася поверхневому шару ґрунту, де акумулюються продукти згоряння палива, фрагменти боєприпасів та конденсовані аерозольні частинки ПАВ. Додатково відбиралися контрольні проби з віддалених ділянок для порівняльної оцінки фонових рівнів забруднення.

Проби ґрунту на території, де розміщувалась згоріла військова техніка, відбирали у безпосередній близькості до зони, де відбувалося інтенсивне горіння паливно-мастильних матеріалів, полімерних матеріалів та металевих конструкцій – саме ці процеси є потужним джерелом утворення ПАВ.

У районах масштабних пожеж, спричинених бойовими діями, відбір проб здійснювався у межах зони вигорілого ґрунтового покриву з урахуванням ступеня інтенсивності термічного ураження. Додатково відбирали проби на різних відстанях від осередку пожежі для оцінки розповсюдження продуктів горіння. Це дозволило визначити градієнт концентрацій ПАВ у залежності від відстані від джерела термічного впливу.

Відбір проб у поверхневих водоймах проводили шляхом забору води та донних відкладів (мулу) у прибережній зоні та центральній частині водойм. Особлива увага приділялася ділянкам можливого стоку забруднюючих речовин із прилеглих територій, що зазнали вибухового або термічного впливу. Донні відклади відбиралися як основний акумуляційний компонент, здатний накопичувати ПАВ, тоді як водна фаза використовувалася для оцінки їх вторинного перенесення у водній системі.

Отже, застосована схема відбору проб забезпечила комплексне охоплення основних типів техногенного впливу

бойових дій та створила основу для подальшого порівняльного аналізу рівнів забруднення різних компонентів довкілля.

Методи визначення ПАВ. Визначення вмісту ПАВ у зразках ґрунтів, мулових осадів та води здійснювалося із застосуванням газохроматографічного та спектрально-люмінесцентного методів, що забезпечило високу чутливість, селективність та достовірність ідентифікації досліджуваних сполук.

Кількісне визначення окремих представників ПАВ проводили методом газової хроматографії з використанням полуменево-іонізаційного детектору.

Для підвищення чутливості та специфічності визначення ПАВ застосовували низькотемпературний спектрально-люмінесцентний метод з використанням комплексу спектрального обчислювального універсального в умовах низьких температур (-196 °С) [10, 11].

Принцип методу базується на здатності молекул ПАВ до люмінесцентного випромінювання при збудженні ультрафіолетовим випромінюванням у низькотемпературних умовах, що дозволяє отримувати квазілінійні спектри та здійснювати їх ідентифікацію за характерними максимумами. Для створення кріогенних умов (-196 °С) використовували рідкий азот, це забезпечує стабілізацію збуджених станів молекул ПАВ та зменшення теплового шуму, підвищуючи точність спектрального аналізу. Таким чином, значно покращується роздільна здатність спектрів сполук, що ідентифікуються.

Кількісне визначення здійснювали методом внутрішнього стандарту, в якості якого використовували 1,12-бензперилен. Додавання внутрішнього стандарту дозволяло компенсувати можливі втрати аналітів на етапах екстракції, концентрування та фракціонування, а також підвищувало відтворюваність результатів. Розрахунок концентрацій ПАВ проводили шляхом порівняння інтенсивності люмінесценції досліджуваних сполук із сигналом внутрішнього стандарту.

Отримані експериментальні дані підлягали статистичній обробці з метою оцінки достовірності результатів та виявлення закономірностей розподілу забруднюючих речовин у різних об'єктах навколишнього середовища.

Порівняльний аналіз проводили шляхом співставлення отриманих результатів із відповідними контрольними пробами, відібраними на умовно незабруднених територіях. Це дозволяло визначити кратність перевищення концентрацій ПАВ у зонах бойових дій та оцінити особливості розподілу забруднення.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Забруднення ґрунтів ПАВ після влучання військових засобів ураження різних типів.

Результати визначення вмісту ПАВ у ґрунтах після влучання керованих авіаційних бомб (КАБ) наведені в табл. 1. Дослідження охоплювали внутрішній шар ґрунту безпосередньо з вибухової вирви та зовнішній шар ґрунту, що сформувався навколо епіцентру вибуху внаслідок осідання продуктів детонації та вторинного перенесення ґрунтових часток.

Таблиця 1 Вміст ПАВ у пробах ґрунту після влучання КАБ

№ з/п	Назва ПАВ	Вміст ПАВ у ґрунті (внутрішній шар ґрунту з вирви) M ± m, мг/кг	Вміст ПАВ у ґрунті (зовнішній відносно вирви шар ґрунту) M ± m, мг/кг
1	Бенз(а)пірен*	0,016 ± 0,003	0,440 ± 0,011
2	Флуорантен	0,051 ± 0,002	29,300 ± 4,300
3	Хризен	0,029 ± 0,005	1038,900 ± 12,500
4	Бенз(b)флуорантен	0,011 ± 0,003	2,920 ± 1,100
5	Бенз(k)флуорантен	0,047 ± 0,002	20,080 ± 1,300

Примітка. *ГДК бенз(а)пірену у ґрунті – 0,02 мг/кг згідно [12].

Аналіз отриманих результатів свідчить про суттєві відмінності у характері розподілу ПАВ між внутрішнім та зовнішнім шарами ґрунту. У більшості випадків максимальні

концентрації досліджуваних сполук фіксувалися саме у зовнішньому шарі, що пояснюється фізико-хімічними особливостями вибухового процесу. Під час детонації відбувається викид ґрунтової маси та її інтенсивне перемішування з продуктами горіння вибухової речовини, після чого забруднені частинки осідають переважно навколо вирви. Водночас внутрішня частина кратера частково формується за рахунок оголення нижчих, відносно менш забруднених ґрунтових горизонтів, що призводить до зниження концентрацій окремих ПАВ у цій зоні.

Спостерігаються підвищені концентрації у зовнішньому шарі ґрунту бенз(а)пірену, хризену, флуорантену, бенз(b)флуорантену та бенз(k)флуорантену. Зокрема, для бенз(а)пірену зафіксовано зростання концентрації до (0,440 ± 0,011) мг/кг, що супроводжується суттєвим перевищенням гігієнічного нормативу (ГДК = 0,02 мг/кг). Таким чином, перевищення становить до 22 разів, що свідчить про формування вираженої зони канцерогенного забруднення ґрунтового покриву.

Внутрішній шар ґрунту, відібраний безпосередньо з вирви, характеризувався значно нижчими концентраціями більшості ПАВ, що можна пояснити процесами механічного виносу ґрунтової маси під час вибуху та формуванням кратера з відносно низьким фоновим вмістом органічних забруднювачів.

Отже, отримані результати показали, що зона максимального накопичення ПАВ при вибуху КАБ не збігається з геометричним центром вибухової вирви, а формується у вигляді кільцевої області навколо епіцентру. Це має принципове значення для подальшого екологічного моніторингу, оскільки визначає необхідність відбору проб не лише у центрі ураження, але й у прилеглих зонах потенційного вторинного забруднення.

Загалом отримані дані свідчать про високу екологічну небезпеку наслідків застосування керованих авіаційних бомб, що проявляється у формуванні локальних осередків інтенсивного канцерогенного забруднення ґрунтів із вираженим

перевищенням гігієнічних нормативів та значною неоднорідністю розподілу ПАВ.

Результати аналізу проб ґрунту, відібраних у зоні влучання ракети (Донецька область), наведено у табл. 2, де проведено порівняння концентрацій ПАВ у ґрунті після ракетного удару з контрольними зразками.

Таблиця 2 Вміст ПАВ у пробах ґрунту після влучання ракети

№ з/п	Назва ПАВ	Вміст ПАВ у ґрунті після влучання ракети M ± m, мг/кг	Вміст ПАВ у контрольній пробі ґрунту M ± m, мг/кг
1	Бенз(а)пірен*	0,070 ± 0,005	0,030 ± 0,005
2	Аценафтен	0,010 ± 0,002	< 0,0002
3	Флуорантен	2,690 ± 0,700	1,310 ± 0,700
4	Пірен	0,110 ± 0,020	0,060 ± 0,005
5	Бенз(а)антрацен	96,200 ± 5,500	185,600 ± 15,200
6	Бенз(k)флуорантен	0,617 ± 0,015	0,670 ± 0,012

Примітка. *ГДК бенз(а)пірену у ґрунті – 0,02 мг/кг згідно [12].

Встановлено, що ракетний вибух спричиняє нерівномірний розподіл забруднюючих речовин у профілі ґрунту та формує зони як підвищеного, так і відносно зниженого накопичення окремих сполук. Так, концентрація бенз(а)пірену у ґрунті після влучання ракети становила (0,070 ± 0,005) мг/кг, що перевищує гігієнічний норматив у 3,5 рази. Це свідчить про формування стійкого канцерогенного навантаження на ґрунтову систему навіть у відносно короткий період після вибухового впливу.

Вміст інших ПАВ у пробах ґрунту теж змінився після ракетного удару: концентрація флуорантену після влучання ракети зросла до (2,690 ± 0,700) мг/кг порівняно з (1,310 ± 0,700) мг/кг у контрольному зразку, тобто спостерігається майже дворазове збільшення. Аналогічна тенденція характерна і для пірену, вміст якого підвищився до (0,110 ± 0,020) мг/кг проти (0,060 ± 0,005) мг/кг у контролі. Водночас слід зазначити, що не всі ПАВ демонструють зростання концентрацій. Зокрема, для

бенз(а)антрацену зафіксовано зниження рівня у порівнянні з контрольними пробами: (96,200 ± 5,500) мг/кг проти (185,600 ± 15,200) мг/кг. Подібна картина може пояснюватися неоднорідністю розподілу забруднення внаслідок вибухового розсіювання ґрунтових часток та їхнього механічного переміщення на значні відстані.

Результати досліджень свідчать про те, що ракетний вибух не лише змінює хімічний склад ґрунту в точці ураження, але й сприяє формуванню просторово розширених зон забруднення. Механізм такого явища пов'язаний із поєднанням вибухової хвилі, механічного викиду ґрунтових мас та подальшого осадження продуктів горіння на прилеглих територіях. Унаслідок цього формується мозаїчна структура забруднення, яка ускладнює екологічну оцінку стану ґрунтів та потребує детального просторового моніторингу.

Таким чином, встановлено, що ракетні ураження є суттєвим джерелом надходження ПАВ у ґрунтове середовище, що супроводжується перевищенням гігієнічних нормативів, зокрема для бенз(а)пірену, та формуванням довготривалого канцерогенного навантаження на екосистеми. Отримані дані підтверджують необхідність подальшого моніторингу територій, що зазнали ракетних ударів, з метою оцінки ризиків для сільськогосподарського використання та здоров'я населення.

Дослідження показали, що артилерійські снаряди спричиняють відносно локалізоване забруднення з помірними концентраціями ПАВ, однак навіть у цих випадках спостерігається перевищення ГДК для бенз(а)пірену (до 9–13 разів у різних точках відбору). Загальна сума канцерогенних ПАВ є нижчою порівняно з КАБ та ракетами, але залишається екологічно значущою через можливість накопичення у поверхневому шарі ґрунту та подальшу міграцію у рослинні культури.

Вміст ПАВ у ґрунтах після пожеж, спричинених бойовими діями.

Проведено дослідження ґрунту на території, на якій розміщено згорілу військову техніку, де формуються специфічні умови високотемпературного горіння палива, мастильних матеріалів та конструкційних матеріалів. Виявлено стабільно підвищений рівень бенз(а)пірену у ґрунті (до (0,437 ± 0,017) мг/кг, тобто майже до 22 ГДК), а також значні рівні інших канцерогенних ПАВ. Особливістю є тривале збереження забруднення та підвищений ризик вторинної міграції продуктів згоряння у навколишні екосистеми.

Аналіз ґрунтових проб, відібраних на території складу харчових продуктів у Київській області (Броварський район), де у 2022 році відбулася пожежа внаслідок бойових дій, дозволяє оцінити довгострокову динаміку змін вмісту ПАВ у ґрунтовому середовищі. Отримані результати наведено у таблиці 3, де порівнюється вміст ПАВ у забрудненій та контрольній ділянках через два роки після пожежі.

Таблиця 3 Вміст ПАВ у пробах ґрунту через 2 роки після пожежі, що виникла внаслідок бойових дій

№ з/п	Назва ПАВ	Вміст ПАВ у ґрунті на території складу харчових продуктів, M ± m, мг/кг	Вміст ПАВ у контрольній пробі ґрунту, M ± m, мг/кг
1	Бенз(а)пірен*	0,012 ± 0,003	0,017 ± 0,003
2	Аценафтен	0,002 ± 0,001	< 0,0002
3	Антрацен	0,020 ± 0,005	0,004 ± 0,002
4	Флуорантен	0,002 ± 0,001	0,002 ± 0,001
5	Хризен	1,287 ± 0,550	< 0,0002
6	Пірен	0,003 ± 0,001	0,003 ± 0,002
7	Бенз(а)антрацен	71,700 ± 4,500	74,800 ± 5,200
8	Бенз(b)флуорантен	0,012 ± 0,003	0,590 ± 0,013
9	Бенз(k)флуорантен	0,040 ± 0,005	0,136 ± 0,018
10	Сума індено(1,2,3-cd)пірену і дибенз(a, h)антрацену	0,205 ± 0,017	0,361 ± 0,015

Примітка. *ГДК бенз(а)пірену у ґрунті – 0,02 мг/кг [12].

Загальною закономірністю є суттєве зниження концентрацій низки ПАВ у забрудненому ґрунті порівняно з початковими значеннями, що свідчить про активні процеси природного самоочищення ґрунтового середовища. До таких процесів належать фотохімічна деградація, мікробіологічне розкладання, вимивання у нижні горизонти. Особливо це стосується відносно менш стабільних ПАВ, таких як флуорантен, пірен та аценафтен, концентрації яких у ряді випадків наближаються до фонових значень або не перевищують їх.

Разом з тим результати досліджень свідчать, що процеси самоочищення не є рівномірними для всіх ПАВ. Так, для бенз(а)пірену, який є одним із найбільш стійких канцерогенів, концентрація у забрудненій ділянці становила (0,012 ± 0,003) мг/кг і була близькою до контрольного рівня ((0,017 ± 0,003) мг/кг), що може свідчити про часткове вирівнювання концентрацій у результаті довготривалої міграції та розсіювання.

Для окремих ПАВ, таких як хризен, спостерігаються підвищені значення ((1,287 ± 0,550) мг/кг), що значно перевищують контрольні показники (< 0,0002 мг/кг). Це вказує на їхню високу стійкість у ґрунтовому середовищі та здатність до тривалого збереження навіть в умовах інтенсивних природних процесів трансформації. Подібна поведінка характерна і для бенз(а)антрацену, який, незважаючи на певне зниження відносно контролю, залишається на рівні високих концентрацій.

Отримані результати дослідження показали, що навіть через два роки після пожежі ґрунтове середовище зберігає ознаки хімічного навантаження окремими стійкими ПАВ. Це свідчить про довготривалий характер наслідків бойових дій для екосистем і необхідність врахування не лише первинного забруднення, але і його віддалених у часі ефектів. Зокрема, стійкі канцерогенні сполуки можуть залишатися потенційним джерелом надходження у рослинну продукцію та подальші ланки харчового ланцюга.

Таким чином, встановлено, що процеси природного самоочищення ґрунтів після пожеж, спричинених бойовими діями, є частково ефективними для окремих ПАВ, однак не забезпечують повного усунення найбільш стійких канцерогенних сполук. Це підкреслює необхідність довготривалого екологічного моніторингу таких територій.

Крім того, виявлено, що площа забруднення також істотно змінюється залежно від типу ураження. Найменші за площею осередки характерні для артилерійських снарядів, тоді як ракетні удари та влучання КАБів формують значно ширші зони ураження, що можуть охоплювати тисячі квадратних метрів. Найбільш масштабне та довготривале забруднення характерне для пожеж, особливо у випадках масового горіння або тривалих пожежних процесів, коли відбувається інтенсивне утворення та розповсюдження ПАВ повітряними потоками.

Слід враховувати, що різні типи уражень формують не лише різний рівень концентрацій ПАВ, але й відмінні просторові сценарії їх міграції та накопичення у ґрунтовому середовищі. Таким чином, існує необхідність диференційованого підходу до екологічного моніторингу територій, що зазнали впливу бойових дій, із обов'язковим урахуванням типу військового засобу ураження як ключового фактору формування хімічного забруднення ґрунтів.

Забруднення поверхневих водойм та мулових осадів у районах бойових дій.

Результати досліджень мулових осадів поверхневих водойм, відібраних у зоні бойових дій (Київська область, Бучанський район), свідчать про наявність стійкого забруднення ПАВ, що акумулюються у донних відкладеннях. Саме мулові осади виступають природним сорбційним бар'єром, у якому концентруються гідрофобні органічні сполуки, включно з канцерогенними ПАВ, що надходять із поверхневого стоку, атмосферних опадів та вторинного перенесення з ґрунтів.

Результати кількісного аналізу наведено у табл. 4.

Таблиця 4 Вміст ПАВ у мулових осадах з поверхневих водойм

Назва ПАВ	Вміст ПАВ у мулових осадах з водойм, M ± m, мг/кг	
	Ставок в епіцентрі бойових дій	Ставок, де були відсутні бойові дії (контрольна проба)
Бенз(а)пірен	0,019 ± 0,002	0,027 ± 0,003
Флуорантен	0,057 ± 0,003	0,002 ± 0,001
Хризен	0,058 ± 0,003	< 0,0002
Бенз(b)флуорантен	0,134 ± 0,015	< 0,0002
Бенз(k)флуорантен	0,130 ± 0,015	0,024 ± 0,003
Антрацен	0,023 ± 0,002	0,008 ± 0,002
Пірен	0,038 ± 0,003	0,006 ± 0,001

Отримані дані демонструють суттєве перевищення концентрацій окремих ПАВ у порівнянні з контрольними зразками, що не зазнали впливу бойових дій. Це можна спостерігати на прикладі групи бензофлуорантенів, зокрема бенз(b)флуорантен і бенз(k)флуорантен. У пробах мулових осадів із зони бойових дій концентрація бенз(b)флуорантену становила (0,134 ± 0,015) мг/кг, тоді як у контрольних зразках цей показник був нижче межі визначення (< 0,0002 мг/кг). Аналогічно, для бенз(k)флуорантену зафіксовано суттєве підвищення – (0,130 ± 0,015) мг/кг проти (0,024 ± 0,003) мг/кг у контрольному зразку. Такі дані свідчать про виражену акумуляцію ПАВ у донних відкладеннях водойм на території, що зазнала впливу вибухових воєнних дій.

Виявлено, що вміст хризену у мулових осадах становив (0,058 ± 0,003) мг/кг, тоді як у контрольних пробах його концентрація була нижчою за межу визначення (< 0,0002 мг/кг). Це свідчить про значне антропогенне надходження даної сполуки у водні екосистеми саме в умовах бойових дій.

Загальною закономірністю є те, що у мулових осадах формуються підвищені концентрації ПАВ, також відбувається їх накопичення навіть за відносно короткий період після надходження у водне середовище. Механізм формування такого типу забруднення є комплексним і включає декілька шляхів

надходження: поверхневий змив забруднених ґрунтів під час опадів, перенесення продуктів вибухів і пожеж атмосферними потоками, а також пряме потрапляння продуктів горіння у водні об'єкти. В умовах бойових дій ці процеси значно інтенсифікуються, що призводить до формування стійких осередків забруднення у донних відкладеннях.

Таким чином, отримані результати підтверджують, що поверхневі водойми у зонах бойових дій можуть бути важливими акумуляційними системами для канцерогенних ПАВ.

Додатковим етапом дослідження стало визначення вмісту ПАВ у воді, яка була відстояна з мулових осадів поверхневих водойм, відібраних у зоні бойових дій. Встановлено, що у воді, яка перебувала у контакті з забрудненим мулом, виявляються такі ПАВ, як бенз(а)пірен ((0,263 ± 0,015) мкг/дм³), хризен ((0,397 ± 0,020) мкг/дм³), антрацен ((0,153 ± 0,012) мкг/дм³), флуорантен ((0,072 ± 0,005) мкг/дм³), пірен ((0,190 ± 0,015) мкг/дм³). Наявність цих сполук у водній фазі після їх первинної акумуляції в мулі свідчить про нестабільність системи «осад-вода» та можливість вторинного забруднення водного середовища. Це може бути пов'язано з процесами десорбції, механічного перемішування водної маси, а також змінами фізико-хімічних умов середовища (температура, pH, вміст органічної речовини).

Отримані результати свідчать про наявність процесів вторинного забруднення водного середовища, коли донні відкладення виступають не лише акумулятором, але й потенційним джерелом повторного надходження ПАВ у водну фазу.

Таким чином, показано, що система «мул–вода» у поверхневих водоймах зон бойових дій є динамічною та характеризується потенціалом до вторинного перенесення канцерогенних ПАВ. Це підкреслює необхідність довготривалого моніторингу не лише донних відкладень, але й водної фази водойм, які знаходились під впливом бойових дій.

Гігієнічна оцінка ризику забруднення агроекосистем.

Результати проведених досліджень дозволяють розглядати ПАВ як один із ключових чинників канцерогенного ризику для агроекосистем у зонах, що зазнали впливу бойових дій. Накопичення ПАВ у ґрунтах, мулових осадах та водному середовищі створює передумови для їх подальшої міграції у біологічні об'єкти, зокрема сільськогосподарські культури, що вирощуються на забруднених територіях.

Міграція ПАВ у рослинні тканини створює ризик їх включення до харчових ланцюгів. Сільськогосподарські культури, вирощені на забруднених ґрунтах, можуть накопичувати канцерогенні сполуки у кореневій системі, стеблах і, в окремих випадках, у генеративних органах. Це формує потенційний шлях надходження токсичних речовин до організму людини через споживання рослинної продукції, а також продукції тваринництва, отриманої з кормів, вирощених на таких територіях. Навіть за відносно низьких концентрацій у ґрунті їх тривала присутність може призводити до хронічного впливу на населення через харчові продукти. Встановлені у дослідженнях перевищення гігієнічних нормативів для бенз(а)пірену у ґрунтах (до 22 ГДК у різних типах уражень) додатково підтверджують значущість цього ризику.

Важливо враховувати, що агроекосистеми є відкритими динамічними системами, у яких відбувається постійний обмін речовин між ґрунтом, рослинами, водою та атмосферним повітрям. Умови бойових дій додатково посилюють цей обмін за рахунок руйнування ґрунтового покриву, зміни його структури та порушення природних бар'єрних функцій. Це сприяє інтенсифікації міграційних процесів ПАВ та їх більш широкому розповсюдженню.

Таким чином, встановлено, що забруднення агроекосистем ПАВ у зонах бойових дій має комплексний характер і включає ґрунтову, водну та біологічну складові. Потенційне включення цих сполук у харчовий ланцюг формує довготривалий канцерогенний ризик для населення, що проживає на постраждалих територіях або споживає продукцію, вирощену на

таких землях. Це обґрунтовує необхідність впровадження системного гігієнічного моніторингу агроекосистем та оцінки ризиків продовольчої безпеки в умовах післявоєнного відновлення територій.

Першочергове значення у системі моніторингу має бенз(а)пірен як найбільш вивчений і нормативно регульований канцероген серед ПАВ. Саме цей показник використовується як індикатор загального рівня забруднення, що підтверджується отриманими даними про його стабільне перевищення гранично допустимих концентрацій у ґрунтах. Висока кореляція між вмістом бенз(а)пірену та сумарним навантаженням канцерогенних ПАВ дозволяє використовувати його як базовий маркер для оперативної гігієнічної оцінки стану територій.

Отже, практичне значення отриманих результатів полягає у формуванні науково обґрунтованої бази для розробки системи екологічного моніторингу, спрямованої на раннє виявлення, оцінку та мінімізацію ризиків, пов'язаних із забрудненням територій канцерогенними ПАВ у післявоєнний період. Це створює передумови для підвищення рівня екологічної безпеки, захисту здоров'я населення та відновлення агроекосистем.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що вибухові процеси та пожежі, які супроводжують бойові дії, є інтенсивним джерелом утворення та надходження до навколишнього середовища поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ). Утворення ПАВ відбувається внаслідок високотемпературного згорання органічної сировини, техніки, паливно-мастильних матеріалів та інших матеріалів, що підтверджує їх антропогенне походження у зонах бойових дій.
2. Доведено, що характер та рівень забруднення ґрунтів істотно залежать від типу військового засобу ураження. Найвищі концентрації ПАВ і найбільші площі забруднення спостерігаються після влучання керованих авіаційних бомб (КАБ), що зумовлено їх високою вибуховою потужністю та інтенсивним термічним впливом. Менші, але статистично

значущі рівні забруднення характерні для ракетних ударів, артилерійських снарядів та зон згорілої військової техніки.

3. Встановлено, що концентрації бенз(а)пірену у ґрунтах перевищують гігієнічний норматив у 3,5–22 рази, залежно від типу ураження. Найвищі значення зафіксовано у зонах впливу КАБів та місцях інтенсивного горіння військової техніки, що свідчить про формування локальних осередків високого канцерогенного ризику.
4. Доведено здатність ПАВ до акумуляції у донних відкладах поверхневих водойм, що знаходяться у зонах бойових дій. У мулових осадах виявлено підвищені концентрації бенз(b)флуорантену, бенз(k)флуорантену, хризену, флуорантену, пірену та антрацену, що підтверджує роль мулу як довготривалого депо канцерогенних речовин у водних екосистемах. Встановлено, що у воді, відстояній з мулових осадів, реєструються канцерогенні ПАВ, що свідчить про наявність процесів вторинного забруднення водного середовища. Це вказує на можливість подальшої міграції ПАВ із донних відкладів у водну фазу та їх включення у гідрологічні міграційні процеси.
5. Показано, що забруднення ПАВ створює реальний ризик їх міграції у сільськогосподарські рослини та подальшого включення у харчовий ланцюг. Це формує потенційну загрозу для населення, з огляду на те, що ПАВ характеризуються канцерогенними, мутагенними та токсичними властивостями, а їх біоакумуляція може призводити до довготривалих ефектів впливу на здоров’я.
6. Обґрунтовано необхідність довгострокового моніторингу забруднених територій, оскільки встановлені закономірності свідчать про стійкість ПАВ у ґрунтових і водних системах та їх здатність до міграції між компонентами довкілля. Гігієнічна оцінка наслідків вибухових процесів може бути використана для системного аналізу екологічних наслідків війни, визначення пріоритетних зон ризику та планування заходів із захисту здоров’я населення і відновлення агроекосистем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. War in Ukraine: an overview of environmental impacts and consequences for human health / W. Leal Filho et al. Frontiers in Sustainable Resource Management. 2024. Vol. 3. Article 1423444. DOI: https://doi.org/10.3389/fsrma.2024.1423444.
2. The environmental health impacts of Russia's war on Ukraine / D. Hryhorczuk et al. Journal of Occupational Medicine and Toxicology. 2024. Vol. 19. Article 1. DOI: https://doi.org/10.1186/s12995-023-00398-y.
3. Berríos-Rolón P. J., Cotto M. C., Márquez F. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in freshwater systems: a comprehensive review of sources, distribution, and ecotoxicological impacts. Toxics. 2025. Vol. 13. No. 4. Article 321. DOI: https://doi.org/10.3390/toxics13040321.
4. A review on polycyclic aromatic hydrocarbons distribution in freshwater ecosystems and their toxicity to benthic fauna / F. Jesus et al. Science of the Total Environment. 2022. Vol. 820. Article 153282. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153282.
5. Distribution of persistent organic pollutants (PAHs, Me-PAHs, PCBs) in dissolved, particulate and sedimentary phases in freshwater systems / S. Rabodonirina et al. Environmental Pollution. 2015. Vol. 206. P. 38–48. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.06.023.
6. Juhasz A. L., Naidu R. Explosives: fate, dynamics, and ecological impact in terrestrial and marine environments. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. 2007. Vol. 191. P. 163–215. DOI: https://doi.org/10.1007/978-0-387-69163-3_6.
7. Daâssi D., Qabil Almaghribi F. Petroleum-contaminated soil: environmental occurrence and remediation strategies. 3 Biotech. 2022. Vol. 12. No. 6. Article 139. DOI: https://doi.org/10.1007/s13205-022-03198-z.
8. Honda M., Suzuki N. Toxicities of polycyclic aromatic hydrocarbons for aquatic animals. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020. Vol. 17. No. 4. Article 1363. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph17041363.

9. Acinetobacter sp. as the key player in diesel oil degrading community exposed to PAHs and heavy metals / J. Czarny et al. Journal of Hazardous Materials. 2020. Vol. 383. Article 121168. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121168.
10. Методические рекомендации по комплексному изучению канцерогенных полициклических ароматических углеводородов в объектах окружающей среды. Киев, 1974. 23 с.
11. МУ 1423-76. Методические указания по качественному и количественному определению канцерогенных полициклических ароматических углеводородов в продуктах сложного состава: утв. Минздравом СССР 12.05.1976 № 1423-76. Москва, 1976.
12. Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті: затв. наказом Міністерства охорони здоров'я України від 14.07.2020 № 1595; зареєстр. у Міністерстві юстиції України 31.07.2020 за № 722/35005. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/z0722-20 (дата звернення: 12.08.2026).

РАДІАЦІЙНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ДЖЕРЕЛ ПИТНОЇ ВОДИ В УКРАЇНІ ЯК НАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ: МАСШТАБИ, ВИКЛИКИ, ЗАХОДИ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВОДИ

Бузинний М. Г., Михайлова Л.Л.

Лабораторія радіаційного моніторингу

Один із наслідків війни в Україні, широкомасштабна стадія якої розпочалася у лютому 2022 р., а фактично триває з 2014 р., – руйнування або повне знищення джерел питного водопостачання та водної інфраструктури. Окупаційні дії з використанням багатьох видів руйнівної зброї відбулися на значній частині території країни. Звільнення частини територій дозволило здійснити відновлення пошкодженої інфраструктури та перейти до відносно стабільного використання джерел питної води.

Значна частина території країни – на сході та півдні – зазнала тривалої окупації або перебуває під постійними обстрілами. Забезпечення питною водою великої кількості населення стало неможливим через руйнування водогонів, очисних споруд або ж низьку якість доступної для споживання води.

Ситуація ускладнена тим, що території, про які йдеться, належать до високоіндустріалізованих, з великою кількістю промислових підприємств, зокрема гірничодобувної промисловості, які були затоплені та стали потенційним джерелом радіаційного забруднення підземної води. Південно-східний регіон України навіть у мирний час відрізнявся нестачею джерел якісної питної води, адже там, де існують поклади корисних копалин, в породах та підземній воді обов'язково присутні природні радіонукліди. Таким чином, для забезпечення населення питною водою зі свердловин необхідні контроль вмісту радіонуклідів та – в окремих випадках – очищення води.

На сьогодні в країні функціонує лише кілька лабораторій, оснащення яких дозволяє проводити вимірювання вмісту окремих радіонуклідів у воді на належному рівні. З огляду на небезпеку присутності у питній воді радону,

радію-226, радію-228, урану та з огляду на забезпечення недопущення перевищення внутрішніх доз опромінення від вживання питної води, дозволені рівні (нормативи) є досить жорсткими, тобто їх вимірювання вимагає спеціального лабораторного обладнання, відповідних методик та досвіду.

Для лабораторії радіаційного моніторингу цей досвід складає понад 20 років у складі ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМНУ» та ще понад 15 років – у складі ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМНУ». Лабораторія володіє накопиченими даними щодо ефективності загальнодоступних систем очищення води від природних радіонуклідів. Значна частина досліджень у лабораторії стосувалася саме територій південно-східного регіону. Попередні дані свідчать про високі рівні сумарної альфа- та бета-активності, а також природної суміші ізотопів урану у воді свердловин, особливо тих, що розташовані у високоіндустріалізованих регіонах, місцях видобутку вугілля та інших корисних копалин.

На звільнених територіях України, а також на тих, що перебувають у зоні постійних ворожих обстрілів, у надзвичайно складних умовах продовжує працювати виробництво сільськогосподарської продукції та продуктів харчування. Частина виробників присутня на закордонних ринках. Це вимагає спеціального контролю якості води, що використовується у технологічних процесах.

Мета роботи: аналіз матеріалів щодо впливу видобувної промисловості на радіоактивність джерел питної води в Україні та інших країнах, радіаційного забруднення джерел питної води внаслідок минулих воєнних конфліктів у світі та Україні, а також вимірювання радіаційних показників води з регіонів України, які зазнали впливу воєнних дій на об'єкти водної інфраструктури.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктами досліджень були наукові публікації, в яких висвітлено питання впливу індустріальних об'єктів та об'єктів видобувної промисловості на радіаційний стан джерел питної

води, впливу воєнних дій на інфраструктуру водопостачання та якість питної води, а також зразки води з територій, які зазнали руйнувань водної інфраструктури внаслідок воєнних дій.

Проаналізовано зразки поверхневої та підземної води з Дніпропетровської, Донецької, Миколаївської, Запорізької, Кіровоградської, Київської і Чернігівської областей, які відповідно до попередніх результатів досліджень відрізняються підвищеним вмістом природних радіонуклідів або належать до місцевостей, що зазнавали й досі зазнають постійних повітряних атак із пошкодженням водогонів та очисних споруд.

Методи досліджень – теоретичні, аналітичні (пошук і аналіз наукових публікацій), а також експериментальні – альфа-, бета-, гамма-спектрометричні для вимірювання радіаційних показників води: сумарної альфа-активності, сумарної бета-активності, питомої активності природних радіонуклідів радону-222, радію-226, радію-228 та природної суміші ізотопів урану в цих зразках, а також аналіз отриманих результатів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз наукових джерел. Внаслідок збройних конфліктів, які супроводжуються бомбардуваннями та руйнуванням населених місць, серед інших руйнування зазнають і водні об’єкти, які мають вирішальне значення для довкілля та добробуту людей. Вивчення впливу воєнних дій на системи водопостачання населення проводили в низці країн. Автори роботи [1] проаналізували великий обсяг доступних літературних джерел з цього питання і все ж зробили висновок про недостатню наукову увагу до впливу збройних конфліктів на водний сектор, що заважає визначити пріоритети майбутніх досліджень. До того ж збройні конфлікти зазвичай суттєво знижують спроможність урядових установ, задіяних у водному секторі, швидко реагувати на виклики, хоча контроль держави здатний поліпшити стан питної води. Це було продемонстровано в Сирії, де відсутність державного нагляду призвела до зниження рівня дотримання екологічних норм і збільшення скиду неочищених стічних вод [1].

У структурі ООН діє Програма з навколишнього середовища (ЮНЕП), уповноважена надавати допомогу країнам у зменшенні та контролі забруднення в районах, які постраждали від збройних конфліктів або тероризму. У 2022 р. на прохання України було підготовлено звіт [2] про екологічні наслідки збройного конфлікту як основу для майбутньої допомоги країні в питаннях подолання цих наслідків.

У звіті аналізовано екологічні наслідки минулих збройних конфліктів у таких країнах, як Ірак, Сирія, Чечня, а також в Україні і підкреслено, що для встановлення характеру, величини і значущості впливу на навколишнє середовище, у тому числі на джерела питної води, потрібні масштабні дослідження, які включають відбір проб і аналіз, у тому числі в районах, які на сьогодні недоступні через триваючі військові дії.

До викиду забруднювальних речовин призводить руйнування паливної інфраструктури. Під час другої чеченської війни (1999–2009) ціллю були нафтопереробні заводи, нафтові свердловини та резервуари для зберігання, що призвело до значних розливів нафти та забруднення ґрунтових вод. За оцінками, від 30 до 40 відсотків загальної площі Чечні забруднено нафтопродуктами. При цьому забруднення зазнали поверхневі води. У цілому 40% території Чечні не відповідали безпечним екологічним стандартам для проживання. Більша частина забруднення цієї території була пов’язана з розливами нафти, а також з іншими забруднювачами, зокрема зі стічними водами від зруйнованої санітарної інфраструктури та радіоактивними відходами.

Шкоду довкіллю і, зокрема, воді завдали війни в Іраку [2, 3]. Частинки піску в Іраку містять токсичні речовини, спричинені забрудненням унаслідок військових дій. В пустелі вони перетворюються на леткий пил. Цей пил досягає міст під час пилових бур, які впливають на більшість міст країни. Наявність збідненого урану у харчовому ланцюгу задокументовано шляхом вимірювання вмісту урану в органах тварин у різних містах Іраку. Особливо високими вони були на півдні країни. Одним із найбільших місць забруднення став ядерний дослідницький

центр Аль-Твайта. Під час війни в Перській затоці 1991 р. були знищені дослідницькі ядерні реактори. Бочки з радіоактивними матеріалами та джерелами були викрадені з цього місця під час війни 2003 р. Це призвело до значного радіоактивного забруднення майданчика та прилеглих до нього територій; зокрема, було виявлено забруднення ґрунту радіонуклідами цезію-137 та кобальту-60 [3].

В огляді [3] дійшли висновку, що вплив на навколишнє середовище забруднювачів, пов'язаних із війною, у більшості міст Іраку потребує значної уваги та зусиль для зменшення проблем, пов'язаних із здоров'ям населення.

У післявоєнному сценарії відновлення існує критична потреба контролювати основні джерела забруднення води та починати з них відновлення пошкоджених систем водопостачання. Щоб мінімізувати вартість відновлення, потрібні регіональні підходи, при цьому висловлюється точка зору щодо недоцільності інвестицій у великі мережі. Серед названих пріоритетів – контроль забруднення міських стічних вод та відновлення каналізаційних мереж у містах.

У контексті впливу воєнних дій на радіаційні показники питної води слід звернути увагу на те, що регіони світу, багаті на корисні копалини (а таким є і південно-східний регіон України), загалом відрізняються підвищеними рівнями радіонуклідів у підземних водах. У наукових виданнях є статті, присвячені аналізу радіоактивності природних вод як у європейському просторі, так і на території Америки та африканських країн, де, як відомо, видобувається значний відсоток корисних копалин. Тобто підземні води містять природні радіонукліди, що загострює і так серйозну проблему забезпечення населення якісною питною водою. Під час руйнування водоочисних споруд радіонукліди потрапляють у питну воду.

Геологічно підвищеними рівнями урану в ґрунтових водах відрізняються території німецької Баварії – інколи до 57 мкг/л (близько 1,4 Бк/л). З 2011 р. у країні встановлено рекомендоване значення вмісту урану в питній воді на рівні 10 мкг/л (0,25 Бк/л) [4], і, за попередніми даними, для майже 8% ґрунтових

вод це значення було вищим. Щоб встановити вплив підвищених концентрацій урану у воді на показники захворюваності, автори проаналізували дані з громадського здоров'я, отримані від федеральних статистичних органів. Розглядали показники діагностованих захворювань, які, за припущеннями, потенційно пов'язані з хронічним надходженням в організм урану. У результаті аналізу спостерігали слабкі, але значущі позитивні зв'язки між максимальними концентраціями урану та діагностикою новоутворень/пухлин, а також захворювань печінки. До того ж для територій, для яких середні концентрації урану у питній воді перевищують 2 мкг/л (0,05 Бк/л), спостерігали підвищені показники захворюваності щитоподібної залози. Нанесений на карту Баварії розподіл концентрацій урану в питній воді показав тенденцію до вищих значень у північній частині федеральної землі, що пов’язано з геологічними причинами. Для цих територій знайдена певна позитивна кореляція з показниками захворюваності [4]. Автори зазначають, що з часу прийняття в 2011 р. обмеження на вміст урану у воді до 10 мкг/л концентрація урану у питній воді деякою мірою зменшилася завдяки заходам, спрямованих постачальниками води на її очищення, тому дані можуть бути певним чином скореговані.

В Україні воєнні дії відбуваються в регіоні, який характеризується індустріалізованим водним сектором. Водна інфраструктура України включає великі водосховища, греблі гідроелектростанцій, охолоджувальні установки для атомних станцій, водосховища, які використовуються для промисловості та гірничої промисловості, а також водорозподільні канали та трубопроводи для іригаційних і побутових потреб.

В дослідженні [5] було проаналізовано вплив військових дій на прісноводні ресурси та водну інфраструктуру протягом перших трьох місяців конфлікту.

Більшість цієї водної інфраструктури розташована у східній та південній частинах України, у районах інтенсивного сільськогосподарського виробництва та основних промислових видів діяльності, таких як металургія, видобуток вугілля та

хімічне виробництво. Існують загрози, пов'язані з атомними електростанціями через обстріли, можливе пошкодження водойм-охолоджувачів, поширення радіоактивного пилу та випадки періодичного затоплення шахт [5]. Так, ресурси прісної води та водна інфраструктура постраждали насамперед у Донецькій і Луганській областях. Дефіцит електропостачання в регіоні призвів до порушення водопостачання та спричинив неконтрольований підйом рівня забруднених шахтних вод.

Станом на початок червня 2022 р. було пошкоджено або повністю знищено понад 25 великих промислових підприємств України. Ці зруйновані підприємства можуть бути джерелом викидів у водні об'єкти радіоактивних речовин. З цієї точки зору необхідні моніторинг навколишнього середовища та збір даних для кращого розуміння екологічних ризиків [5].

У статті [6] узагальнено та проаналізовано збитки, завдані російськими окупантами довкіллю України за перші дев'ять місяців війни 2022 р. Активні бойові дії тривали на території Житомирської, Київської, Чернігівської, Сумської, Харківської, Луганської, Донецької, Запорізької, Херсонської та Миколаївської областей. У цих регіонах із розвиненою промисловістю існувала низка нерозв'язаних проблем із впливом на довкілля ще до початку війни, а бомбардування призвели до пошкодження підприємств і об'єктів водопостачання. Вплив ракетних атак стосується всієї території України, а найбільш вразливими стають промислово розвинені регіони, де зосереджені енергетичні, гірничодобувні, переробні та інші промислові об'єкти. Україна, як підкреслюють автори [6], належить до країн із дефіцитом поверхневих і підземних водних ресурсів та входить до числа європейських країн із найбільшим дефіцитом води. Під час вибухів боєприпасів виділяються шкідливі речовини, які потрапляють у ґрунтові та поверхневі води. Автори акцентують увагу на тому, що в сучасних бронебійних снарядах сердечник виготовляється часто зі збідненого урану. Під час вибуху дрібні уламки уранового сердечника снаряда розлітаються, спричиняючи горіння або детонацію боєприпасів. Майже 70% всієї маси збідненого урану,

що міститься в снаряді, згорає, перетворюючись в аерозоль радіотоксичних оксидів урану (U_3O_8, UO_2). Ці аерозолі поступово осідають на поверхню ґрунту, а згодом мігрують у його товщу та підземні води, але найбільша небезпека для людей створюється при їх вдиханні з пилом, оскільки збіднений уран здебільшого є альфа-випромінювачем. У цілому для водних ресурсів, як зазначають автори [6], ведення військових дій на значній території України, особливо в південних районах із низькою водозабезпеченістю та в східних – із великим промисловим навантаженням на водні ресурси, завдало величезної шкоди.

Авторами [6] виокремлено три ключові фактори, що є наслідками воєнних дій і здатні спричинити екологічну катастрофу у сфері водозабезпечення. Це порушення роботи очисних споруд у містах; порушення процесу водопостачання населення та підприємств; пряме механічне й хімічне забруднення водойм і підземних вод. Руйнування очисних споруд у Запорізькій області призвело до скиду десятка тисяч тон неочищеної стічної води у р. Дніпро щодобово протягом понад 200 днів. Через активні бойові дії з початку березня 2022 р. очисні споруди КП «Маріупольське виробниче управління водопостачання та водовідведення», м. Маріуполь, як наслідок, неочищені стічні води скидалися в Азовське море.

9 березня 2022 р. відбувся обстріл очисних споруд м. Миколаїв. Внаслідок цього було пошкоджено електрообладнання установки та частково виведено з ладу систему механічного очищення стічних вод, тобто очисні споруди, які обслуговували велику кількість населення, тривалий час не могли працювати. 19 квітня 2022 року було повідомлено про пошкодження очисних споруд у с. Новотроїцьке Волноваського району Донецької області. Такі події з руйнуванням очисних, каналізаційних систем відбуваються постійно на території Донецької, Луганської, Запорізької, Миколаївської та Херсонської областей.

Масові скиди неочищених стічних вод у водойми значно погіршують якість води, що збирається для потреб населення на водозабірних станціях.

Про багатосторонній вплив триваючої війни на водний сектор України йдеться у нещодавньому дослідженні Інституту екології прісних вод ім. Лейбніца (IGB, Німеччина) [7]. У роботі зазначено, що площа Донбаського вугільного басейну, мережа якого складається з 220 шахт, у 13 разів перевищує площу Рурського вугільного басейну в Німеччині. Незважаючи на те, що багато шахт припинили роботу протягом останніх десятиліть, шахтні води необхідно постійно відкачувати, щоб вони не піднімалися і не потрапляли у водні пласти.

Після руйнування Новокаховської дамби у червні 2023 року близько 1,25 млн людей і понад 300 тис. дітей у Дніпровській, Запорізькій, Миколаївській та Херсонській областях залишилися без стабільного й безпечного постачання питної води. Станом на липень 2023 рік на окупованих російськими військами територіях сходу України було затоплено понад 49 шахт. Найсерйозніші загрози виникли з боку шахти «Олександр-Захід», де з 1989 року зберігаються небезпечні відходи, і шахти «Юний Комунар», на якій у 1979 році Радянський Союз підірвав ядерний пристрій потужністю 0,3 кілотонни для вивільнення метану [8]. Шахту закрили в 2002 році, а насосні роботи припинили в 2018 році, що збільшило ризик того, що вода, що містить радіоактивні ізотопи, може виливатися та забруднювати навколишній ґрунт, річки, ґрунтові води та загрожувати постачанню питної води.

Складною є ситуація щодо забезпеченості водними ресурсами у Запорізькій області. Запаси підземних вод, придатних для питного використання, на території області розподілені нерівномірно. З початком бойових дій та окупації Запорізької області ситуація з водопостачанням і водовідведенням стала загрозливою в містах Токмак, Василівка та Степногірськ. Зворотні води з міст області потрапляють до річки Дніпра без очищення. Імовірне забруднення земель, адже стоки стікають за рельєфом місцевості і можуть потрапити до інших водних об’єктів, балок або земельних ділянок [9]. Через перебої з електропостачанням неможливо запустити частину артезіанських свердловин. Наразі, як зазначено в [9], відсутня інформація про стан і можливість функціонування очисних

споруд у Пологах, які ще до війни перебували у практично аварійному стані. Те саме стосується Оріхівської громади.

Обмежена кількість придатної для споживання питної води, зупинка Запорізького залізорудного комбінату в с. Мала Білозерка із загрозою зупинення водовідливу шахт [9], необхідність доочистки води в м. Бердянську, періодичне припинення водопостачання через провокації російських військових навколо ЗАЕС у м. Енергодар [9] і багато інших фактів свідчать про критичність водозабезпечення населення Запорізької області.

Український уряд втратив контроль над десятками вугільних шахт на сході Донецької та Луганської областей. За даними Міністерства енергетики України, 88 із 121 шахти, які нині існують на Донбасі, зараз контролюються підтримуваними Росією сепаратистами. У лютому сепаратистські групи закрили низку цих шахт без необхідної підготовки, що може зробити їх небезпечними для довкілля і здоров'я людей. Авторка публікації [10] переказує слова гідрогеолога, співробітника Управління природних ресурсів НАН України про те, що шахту не можна просто закрити і забути про неї, адже шахтні води піднімаються, забруднюють питну воду та руйнують ґрунт.

Як зазначено у [11], навіть до 2014 р. моніторинг підземних вод, пов'язаний з впливом промислових підприємств, був недостатнім, а через масштабні руйнування у водні об'єкти вже потрапили великі маси забруднюючих речовин, що може загрожувати забезпеченню якісною водою великої кількості населення країни.

Ризики забруднення довкілля пов'язані ще й з тим, що в Україні 465 хвостосховищ знаходяться в природних або штучних водоймах, в яких міститься понад 6 млрд т відходів різних виробництв. Майже половина всіх українських хвостосховищ знаходиться в Донецькій і Луганській областях, де 200 хвостосховищ містять 939 млн т відходів; з них 125 об'єктів знаходяться на непідконтрольній Уряду України території [2]. Інформація про руйнування місць зберігання відходів вимагає

проведення вимірювань і радіаційних показників у джерелах води.

Особливості процесів міграції природних радіонуклідів у підземних водах при ліквідації вугільних шахт Північно-Східного Донбасу проаналізували автори І. Удалов та А. Кононенко [12] на прикладі шахти «Пролетарська» та Світличанського водозабору. Найпоширенішим джерелом природної радіоактивності в Донбасі, як і в Україні, є радон-222, а закриття вугільних підприємств та підйом підземних вод впливає на стан підземних вод усього регіону. На 2016 р., згідно з [13], на всій території Північно-Східного Донбасу радіаційна ситуація була нормальною, за винятком окремих ділянок з високою концентрацією природних радіонуклідів, що знаходяться в зонах впливу основних тектонічних порушень. Дослідження в Алмазно-Мар'ївському геолого-промисловому районі Північно-Східного Донбасу вказують на наявність високого вмісту природних радіонуклідів радону-222, радію-226, торію-232, калію-40 в шахтній атмосфері, ґрунті, поверхневих та підземних водах, а також у відходах видобутку вугілля, розташованих на території колишніх шахт.

Експериментальна частина. Для аналізу було відібрано зразки поверхневої та підземної води з Дніпропетровської, Донецької, Миколаївської, Запорізької, Кіровоградської, Київської, Чернігівської та Харківської та інших областей, які відрізняються підвищеним вмістом природних радіонуклідів або місцевостей та зазнавали і понині зазнають постійних повітряних атак з пошкодженням водогонів та очисних споруд.

Підготовку зразків води до вимірювань проводили залежно від виду радіаційного показника.

Для визначення вмісту радону-222 у зразках води використовували суміш 10 мл води і 10 мл сцинтиляційної рідини на основі толуолу, яку готували у спеціальних пластикових флаконах. Вимірювання проводили після того, як відбулося розділення фаз.

Вимірювання урану засновано на його екстракції розчином трибутилфосфату у толуолі і подальшому вимірюванні методом

на основі рідинно-сцинтиляційного лічення (РСЛ) за допомогою альфа-бета спектрометричної системи Quantulus 1220™. Для визначення вмісту радію-226 використовували спрощену методику з попереднім концентруванням від 100 мл до 200 мл води. Активність радію-226 визначали за активністю його продукту розпаду – радону-222. Вимірювання активності радону-222 проводили через 10 хв. після приготування проби, щоб встигла встановитися рівновага між полонієм-218 і радоном-222, але при цьому не відбулося накопичення свинцю-214. Через 7–10 днів, коли радій-226 приходить до часткової рівноваги з радоном-222, для розрахунку активності використовували суму відліків радону-222, полонію-218 та полонію-214, враховуючи ступінь урівноважування проби (від 72% до 84% у цьому часовому інтервалі). Для вимірювання вмісту радію-226 використовували скляні флакони.

Радіонукліди з проби води об'ємом 5–6 літрів концентрували за допомогою іонообмінних смол. Наступним кроком були розчинення та екстракція розчином трибутилфосфату в ортоксилолі, далі нейтралізація шляхом додавання нітрату амонію та додавання сцинтиляційного розчину на основі толуолу. Після барботування аргоном пробу ставили на вимірювання методом рідинно-сцинтиляційного лічення за допомогою спектрометра Quantulus 1220™. Особливу увагу звертали на процедуру нейтралізації зразка після екстракції і барботування аргону, що сприяє видаленню домішок газів, зокрема радону, позитивно впливає на енергетичне розділення спектрів. За необхідності ці спектри можна розкладати на компоненти – уран-238 та уран-234. Метод характеризується хімічним виходом $(65 \pm 3)\%$. Крім внесення поправки на хімічний вихід, враховуються індивідуальні втрати екстрактивного агента [38].

Дослідження сумарної альфа- та бета-активності проб води проводяться після концентрування проби з 20 мл – 50 мл води з додаванням рідинного сцинтилятора марки OptiPhase HighSafe 3 через добу з моменту підготовки проби. Основне призначення цього дослідження – не пропустити чогось незвичного в пробі.

Загальна тривалість дослідження зразка становить від 8 до 12 днів.

Вміст радію-228 визначали за допомогою напівпровідникового спектрометра гамма-випромінювань ORTEC, тип ADCAM-100, виробництва фірми ORTEC, США у попередньо концентрованих з 2 л – 8 л пробах води. Для розрахунків використовували відліки в енергетичному піку 911,07 кеВ. Час вимірювання складав від трьох до десяти – дванадцяти годин. Нижче наведено опис результатів вимірювань.

Дніпропетровська область. Було звернення керівництва одного із підприємств м. Нікополь, у виробничих процесах якого до підриву дамби російськими військами використовували воду Каховського водосховища, щодо проведення аналізу на вміст природних радіонуклідів в альтернативних джерелах води. На підприємстві до початку війни вода піддавалася очищенню і аналізи радіаційних показників за вимогами Директиви ЄС показували повну відповідність нормативам. Надалі ситуація із водозабезпеченням у місті, за словами керівника з якості на підприємстві, ускладнилася, що змусило шукати придатні джерела води.

Влітку 2023 р. до лабораторії радіаційного моніторингу послідовно було доставлено три зразки води. Результати вимірювань показали, що вміст радіонуклідів у підземній воді різних населених пунктів, розташованих поблизу м. Нікополь, неоднорідний – показники радону-222, радію-226 та радію-228 в усіх зразках відповідали нормативам ДСанПіН 2.2.4-171-10, однак були випадки, коли значення питомої активності урану перевищували норматив – 1 Бк/л.

Донецька область. Вода Донецької області представлена чотирма зразками води – по два з м. Покровська та с. Райське Краматорського району. У м. Покровську аналізи води на вміст радіонуклідів також були пов’язані з пошуком джерел питної води, а саме з вивченням можливості використання шахтної води для питного забезпечення. Надані зразки вирізняються високою мінералізацією. Отримані значення сумарної альфа-активності перевищують норматив у 6–8 разів.

Значення сумарної альфа-активності у зразках води, відібраних з двох свердловин с. Райське Краматорського р-ну, неподалік м. Слов'янськ, показав надзвичайний контраст від 0,11 Бк/л до 7,30 Бк/л (відрізняються майже у 70 разів). Значення сумарної бета-активності у межах одного населеного пункту відрізняються приблизно у десять разів (від 0,5 Бк/л до 6,10 Бк/л). Наданим зразкам притаманна висока мінералізація.

Миколаївська область. Зразки (кількість – 34) з Миколаївської області представлені водою свердловин, розташованих на території філії великого підприємства. Зразки відзначалися високою мінералізацією. Значення сумарної альфа-активності становили діапазон від 0,01 Бк/л до 3,55 Бк/л (більш ніж тридцятикратне перевищення нормативу). Значення сумарної бета-активності для значної частини зразків наближаються до нормативного значення – 1,0 Бк/л. Значення питомої активності радону-222, радію-226, радію-228 перебувають у межах норми, однак трапляються випадки перевищення нормативу за вмістом природного урану. Очищення води допомагає нормалізувати ці показники.

Херсонська область. Було проведено вимірювання показників сумарної альфа-, бета-активності в шести зразках поверхневих вод Херсонської області, відібраних після руйнування дамби Каховської ГЕС. Зразки води були взяті з річок Інгулець, Дніпро, Вірьовчина, Кошова на територіях м. Херсон, смт Велика Олександрівка та села Тягинка, Чорнобаївка, Дар'ївка, які перебували в російській окупації з 24 лютого до 11 листопада 2022 р., зазнали потужних обстрілів і руйнувань інфраструктури, зокрема водної, і донині потерпають від ворожих атак.

Зразкам води властиві висока мінералізація та сумарна альфа-активність від 0,4 Бк/л до 1,24 Бк/л, що в цьому випадку свідчить про ймовірні скиди промислових підприємств. Максимальний вплив на показник сумарної альфа-активності у воді спостерігається в гирлі р. Інгулець (1,24 Бк/л).

Враховуючи геологічні фактори, а також фактори руйнації систем водозабезпечення та водоочищення у північних і

центральних областях України, було вирішено проаналізувати радіаційні показники води з Кіровоградської, Київської та Чернігівської областей.

Кіровоградська область. Досліджено 16 зразків – у семи із них визначали сумарну альфа-, бета-активність і у дев'яти – питому активність радону-222, радію-226, радію-228 та урану.

Значення сумарної альфа-активності перебували у діапазоні від 0,09 Бк/л до 2,91 Бк/л; питома активність радону-222 – від < 0,06 до 95 Бк/л; радію-226 – від < 0,005 до 0,56 Бк/л; радію-228 – від < 0,04 до 0,14 Бк/л і природного урану – від 0,06 Бк/л до 1,27 Бк/л, тобто вода потребує очищення від радону-222 та урану.

Київська область. Було досліджено 33 зразки води зі свердловин територій Київщини, які перебували під окупацією з перших днів повномасштабної війни та надалі зазнавали численних повітряних атак на інфраструктуру міст. Значення сумарної альфа-активності перебувають у діапазоні від < 0,01 Бк/л до 5,09 Бк/л при нормативі 0,1 Бк/л. Значення сумарної бета-активності перебувають у межах норми (1 Бк/л) за винятком двох зразків. Переважна більшість зразків містить невелику кількість радону-222 (від декількох одиниць до десятків Бк/л), за винятком одного зразка, де це значення становить понад 600 Бк/л.

Чернігівська область. Було проаналізовано 7 проб води з с. Куликівка Чернігівської області. З початку повномасштабного вторгнення та під час спроб російських окупантів захопити Чернігів село було місцем, де приймали переселенців з усієї області. Місто пережило авіаційні обстріли, було пошкоджено цілі вулиці. До відновлення доклали зусиль уряди і волонтери багатьох країн. Зразки води зі свердловин були надані одним із комунальних підприємств. Шість із них відібрані з різних свердловин, які мають практично однакову – близько 140 м – глибину, а сьомий – зі свердловини глибиною 700 м.

Вода цієї свердловини відрізняється рівнем сумарної альфа-активності, який перевищує прийняте нормативне значення (0,1 Бк/л).

Аналіз радіаційних показників питної води з підземних та поверхневих джерел південно-східного регіону України показав їх неоднорідність. Існують непоодинокі випадки перевищення гігієнічних нормативів. Це свідчить про необхідність планованого, організованого відбору зразків на «проблемних» територіях та їх аналізу на вміст радіонуклідів. У разі виявлення перевищення встановленого нормативними документами того чи іншого показника слід застосовувати очищення води від радіонуклідів, зокрема радону-222 та природного урану.

ВИСНОВКИ

Аналіз наукової літератури щодо впливу воєнних дій на якість питної води в ході збройних конфліктів минулих років, впливу функціонування та руйнування індустріальних об'єктів на ризики забруднення радіонуклідами джерел питної води та руйнівних наслідків російської агресії на водозабезпечення в населення в Україні показав наступне:

а) збройні конфлікти минулих років у низці країн світу призводили до критичного порушення функціонування джерел водопостачання та забруднення джерел води стічними водами та радіоактивними відходами;

б) в Україні пошкодження об'єктів водопостачання, очисних споруд на водогонах територій, які зазнали воєнних атак, призводить до погіршення якості питної води через потрапляння в неї забруднюючих речовин, у т.ч. радіонуклідів;

в) на територіях України з характерно підвищеними рівнями вмісту радіонуклідів у підземних джерелах вода у ряді випадків потребує очищення. Воєнні дії можуть значно підвищити ризики неприйнятного забруднення питної води.

Аналіз радіаційних показників питної води з підземних і поверхневих джерел південно-східного регіону України (Донецької, Миколаївської, Херсонської областей) показав їхню надзвичайну неоднорідність навіть у межах одного населеного пункту; нерідко має місце перевищення гігієнічних нормативів, що вимагає використання систем очищення води від радіонуклідів.

Види забруднювачів води та їх концентрація визначають елементи технологій, які необхідно включати в систему водопідготовки. Для очищення від того чи іншого радіонукліду необхідне застосування певних методів: аерації, фільтрації, іонного обміну, пом'якшення води.

Ситуація із забезпеченням питною водою населення України на постраждалих внаслідок воєнних дій територіях потребує злагоджених дій державних і наукових установ та детального вивчення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Water in war: understanding the impacts of armed conflict on water resources and their management / J. Schillinger et al. WIREs Water. 2020. Vol. 7. No. 6. Article e1480. DOI: https://doi.org/10.1002/wat2.1480.
2. United Nations Environment Programme. The Environmental Impact of the Conflict in Ukraine: A Preliminary Review. Job No. EO/2466/NA. 2022. URL: https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/40746 (дата звернення: 12.08.2026).
3. Al-Shammari A. M. Environmental pollutions associated to conflicts in Iraq and related health problems. Reviews on Environmental Health. 2016. Vol. 31. No. 2. P. 245–250. DOI: https://doi.org/10.1515/reveh-2015-0024.
4. Banning A., Benfer M. Drinking Water Uranium and Potential Health Effects in the German Federal State of Bavaria. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2017. Vol. 14. No. 8. Article 927. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph14080927.
5. Impact of the Russia–Ukraine armed conflict on water resources and water infrastructure / O. Shumilova et al. Nature Sustainability. 2023. Vol. 6. P. 578–586. DOI: https://doi.org/10.1038/s41893-023-01068-x.
6. Environmental consequences of Russian war in Ukraine / O. Angurets, P. Khazan, K. Kolesnikova et al. Arnika; Clean Air for Ukraine, 2023. 78 p. URL: https://cleanair.org.ua/wp-

content/uploads/2023/03/cleanair.org.ua-environmental-consequences-of-russian-war-in-ukraine-war-damages-en-version.pdf (дата звернення: 12.08.2026).
7. Neumann N. War in Ukraine threatens freshwater resources and water infrastructure: press release. Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (IGB). 2 March 2023. URL: https://www.igb-berlin.de/en/news/war-ukraine-threatens-freshwater-resources-and-water-infrastructure (дата звернення: 12.08.2026).
8. The environmental health impacts of Russia's war on Ukraine / D. Hryhorczuk et al. Journal of Occupational Medicine and Toxicology. 2024. Vol. 19. Article 1. DOI: https://doi.org/10.1186/s12995-023-00398-y.
9. Бабаніна І. Огляд ситуації з руйнуванням інфраструктури водопостачання та водовідведення у Запорізькій області. Екологія. Право. Людина. 30.03.2023. URL: https://epl.org.ua/announces/oglyad-sytuatsiyi-z-rujnuvannyam-infrastruktury-vodopostachannya-ta-vodovidvedennya-u-zaporizkij-oblasti/ (дата звернення: 12.08.2026).
10. Melkozerova V. Ukraine's war-torn Donbas region is on the verge of environmental disaster. NBC News. 16 May 2021. URL: https://www.nbcnews.com/news/world/ukraine-s-war-torn-donbas-region-verge-environmental-disaster-n1266372 (дата звернення: 12.08.2026).
11. Conflict and Environment Observatory, Zoï Environment Network. Ukraine conflict environmental briefing: Water. September 2022. URL: https://ceobs.org/ukraine-conflict-environmental-briefing-water/ (дата звернення: 12.08.2026).
12. Удалов И. В., Кононенко А. В. Особенности процессов миграции естественных радионуклидов в подземных водах при ликвидации угольных шахт Северо-Восточного Донбасса. Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Геологія, географія. 2016. Т. 24. № 2. С. 121–128. DOI: https://doi.org/10.15421/111640.

ДІЯЛЬНІСТЬ ФАХІВЦІВ ВІДДІЛУ ГІГІЄНИ МІСТОБУДУВАННЯ ТА ВОДОКОРИСТУВАННЯ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ТА ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

Зоріна О.В., Павленко Н.П., Могильний С.М., Омельченко Е.М., Галагуз В.А., Мельниченко С.О., Леонов Ю.І.

Відділ гігієни містобудування та водокористування

Війна на території України призвела до руйнувань інфраструктури, знищення житла, промислових підприємств, енергетичних об'єктів, транспортної логістики, втрат серед цивільних та військовослужбовців, психологічних травм, масової міграції, гуманітарних проблем, економічних та екологічних збитків тощо. На сьогодні наслідки військової агресії в Україні потребують комплексного аналізу для захисту людей та планування повоєнного відновлення.

Зважаючи на зазначене та пріоритети Програми відновлення України щодо створення стійкої та якісної інфраструктури, керуючись принципами Закону України «Про систему громадського здоров'я», одним із завдань Відділу гігієни містобудування та водокористування є наукове обґрунтування та комплексне удосконалення з урахуванням міжнародного досвіду законодавства України у сферах містобудування та водокористування, спрямованого на забезпечення сталого розвитку населених місць, їх належного водозабезпечення та захисту здоров'я людей в умовах воєнного стану та у повоєнний період.

Метою виконання цієї роботи було узагальнення та аналіз діяльності фахівців Відділу гігієни містобудування та водокористування з початку ведення бойових дій на території України у забезпеченні громадського здоров'я населення та військовослужбовців в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення України.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

У роботі здійснено комплексний аналіз результатів науково-дослідних робот (НДР), до виконання яких були залучені фахівці відділу гігієни містобудування та водокористування з початку 2022 року. Дослідження ґрунтувалися на опрацюванні та узагальненні:

– положень національних нормативно-правових актів у сфері містобудівної діяльності, що регулюють її здійснення в умовах воєнного стану, а також медико-санітарних вимог щодо забезпечення безпечних умов життєдіяльності населення;

– статистичних даних Міністерства розвитку громад та територій України та Міністерства з питань реінтеграції тимчасово окупованих територій України щодо населених пунктів і територій, які постраждали внаслідок повномасштабної збройної агресії рф проти України, а також заходів з їх комплексного відновлення;

– містобудівної документації та програмних документів територіальних громад, зокрема Програм комплексного відновлення населеного пункту (території), а також схем розміщення тимчасових споруд і їх комплексів, призначених для життєзабезпечення (тимчасового проживання та обслуговування) населення, яке постраждало внаслідок бойових дій;

– вимог країн ЄС-НАТО, а також України щодо якості питної води в умовах мирного часу та воєнного стану для населення та військовослужбовців, а також пріоритетних засобів для її обробки (біоцидів).

Методи досліджень: бібліографічний, аналітичний, порівняльної оцінки, санітарно-гігієнічного обстеження, санітарно-епідеміологічної експертизи, оцінки ризиків, математичні. Були використані спеціалізовані комп'ютерні статистичні пакети для обробки одержаних даних.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відділ гігієни містобудування та водокористування було утворено у 2026 р. на базі лабораторії гігієни планування та

забудови населених місць, завідувачем якої у 2008–2026 рр. була доктор медичних наук, професор Махнюк Валентина Михайлівна, та лабораторії безпеки поверхневих вод, завідувачем якої у 2024–2026 рр. була доктор біологічних наук, старший науковий співробітник Зоріна Олеся Вікторівна.

Протягом багатьох років лабораторія гігієни планування та забудови населених місць здійснювала наукові дослідження у відповідній сфері, спрямовані на обґрунтування та розробку медико-санітарних вимог для оновлення національного законодавства та його гармонізації з європейськими стандартами. Фахівці підрозділу забезпечували науково-методичний супровід законотворчої діяльності щодо просторового планування та сталого містобудівного розвитку урбанізованих територій і мінімізації негативного впливу на здоров’я людей шкідливих факторів антропогенного походження та міського середовища. З початком повномасштабної війни діяльність була зосереджена на використанні наукового та законотворчого потенціалу для подолання специфічних викликів війни, зокрема оцінки нових безпекових ризиків та наукового обґрунтування медико-санітарних вимог для створення безпечного середовища життєдіяльності населення [1, 2].

Вагомим практичним результатом діяльності Лабораторії за останні п’ять років став безпосередній внесок її фахівців в оновлення нормативно-правової бази України. Зокрема, у складі робочої групи було розроблено та впроваджено зміну № 3 до Державних санітарних правил (ДСП) № 173-96 «Планування та забудова населених місць», Державні санітарні правила і норми (ДСанПіН) № 354-2023 «Санітарно-протиепідемічні вимоги до новозбудованих, реставрованих і реконструйованих закладів охорони здоров'я», а також підготовлено проєкт ДСанПіН щодо медичної допомоги громадянам. Крім того, фахівці Лабораторії брали участь у підготовці законопроєкту «Про психологічну, психотерапевтичну допомогу населенню в Україні» та розробці проєкту професійного стандарту «Інженер клінічний».

Реагуючи на безпекові виклики воєнного часу, співробітники Лабораторії гігієни планування та забудови населених місць у межах співпраці з Міністерством розвитку громад та територій України взяли участь у понад 150 засіданнях робочих груп з питань формування санітарно-гігієнічної складової містобудівної документації. Вони є співавторами стратегічних документів цивільного захисту, серед яких Державні будівельні норми (ДБН) В.2.2-5:2023 та зміна № 2 до нього, Державний стандарт України (ДСТУ) 9329-2025 «Первинні (мобільні) укриття», а також проєкту ДБН щодо інженерно-технічних заходів цивільного захисту у містобудівній документації. Науковий супровід також забезпечено для проєктів змін №№ 1 та 2 до ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» та ГБН «Об'єкти для утримання (розміщення, поміщення) осіб».

Окремим пріоритетом роботи став захист дитячого населення та реформа шкільного харчування. Поряд із розробкою змін до Санітарного регламенту для шкіл, фахівці виступили співавторами Настанови з проєктування харчоблоків відповідно до новітніх моделей організації харчування (КОДЕКС 4:2024), першої редакції ДСТУ-Н «Настанова з проєктування при новому будівництві, реконструкції та капітальному ремонті приміщень харчоблоків закладів освіти (закладів загальної середньої освіти та закладів дошкільної освіти) і дитячих закладів оздоровлення та відпочинку. Моделі організації харчування», а також нової редакції ДБН В «Заклади дошкільної освіти», які регулюють проєктування закладів дошкільної, загальної середньої освіти та реабілітаційних відділень у закладах охорони здоров'я.

Важливе місце у діяльності підрозділу посідає наукове обґрунтування медико-санітарних вимог до медичної інфраструктури в частині її адаптації до нових умов воєнного та повоєнного часу. Фахівці лабораторії гігієни планування та забудови населених місць взяли активну участь у підготовці нової редакції та змін №№ 1 та 2 до ДБН В.2.2-10:2022 «Заклади охорони здоров'я». Оновлення безпосередньо стосуються

проєктування та облаштування сучасних реабілітаційних відділень, що є критично важливим для якісного відновлення поранених військовослужбовців та цивільних громадян. Нові норми адаптуватимуть медичний простір до вимог безбар'єрності, інклюзивності, інфекційного контролю та специфіки надання довготривалої комплексної реабілітаційної допомоги.

В умовах воєнного стану в країні з метою створення безпечних умов для життя людей фахівцями лабораторії гігієни планування та забудови населених місць було розроблено та впроваджено в практику низку профільних наукових повідомлень: «Санітарно-гігієнічні вимоги до захисних споруд цивільного захисту в закладах загальної середньої освіти в умовах воєнного стану»; «Санітарно-гігієнічні вимоги до місць розміщення пунктів евакуації (наметових містечок) населення в містобудівній геокадастровій документації» та «Санітарно-гігієнічні вимоги до розміщення модульних житлових містечок для тимчасового проживання населення в умовах надзвичайного та особливого періоду», які містять рекомендації щодо забезпечення умов середовища життєдіяльності та збереження здоров’я населення, що постраждало внаслідок бойових дій у місцях тимчасового проживання.

Розроблено методичні рекомендації «Програма комплексного відновлення регіонів та окремих територіальних громад за секторальною пріоритезацією в умовах воєнного стану та у повоєнний період, як складова національної безпеки України». Зазначена Програма комплексного відновлення має сприяти впровадженню таких сучасних підходів та практик розвитку регіонів, територіальних громад, населених пунктів та частин їх територій, як антропоцентризм та соціальна справедливість, раціональне просторове планування, забезпечення балансу розселення та розміщення робочих місць, стала міська мобільність, інклюзивність, енергоефективність, екологічність, збереження культурного розмаїття та національної пам’яті, а також відповідати Цілям сталого розвитку України на

період до 2030 року, визначеним Указом Президента України від 30 вересня 2019 р. № 722.

Повномасштабна війна в Україні вперше з часів Другої світової війни спричинила потребу у відновленні функціонування захисних споруд не тільки в країні, а й у Європі. В Україні та країнах ЄС останні захисні споруди цивільного захисту були побудовані після Другої світової війни. З часом за втратою актуальності нові укриття не будувалися, а існуючі не експлуатувалися і знаходилися в незадовільному стані.

В рамках НДР науковцями Лабораторії гігієни планування та забудови населених місць було вивчено та порівняно міжнародне (17 країн) та українське законодавство щодо вимог проєктування, будівництва та утримання захисних споруд цивільного захисту. У міжнародних вимогах, зокрема країн ЄС, діє розгалужене законодавство та керівні принципи щодо цивільного захисту, які передбачають високі гігієнічні стандарти для укриттів. Європейські стандарти передбачають мінімум 3,5–5,5 кв.м. площі укриття на особу в тимчасових центрах, що є важливим для запобігання поширенню інфекційних захворювань, і особливо актуально під час війни в Україні, де укриттів не вистачає, відповідно вони переповнені. Санітарно-гігієнічні вимоги включають наявність щонайменше одного функціонального туалету на 10 осіб та душу з гарячою/холодною водою на 12 осіб, що забезпечує гідність та мінімізує ризики для здоров'я, на відміну від багатьох українських найпростіших укриттів. Принципи інклюзивності в ЄС вимагають адаптації санітарних та планувальних умов у приміщеннях укриттів для вразливих груп, включаючи людей з інвалідністю, що має стати обов'язковою складовою при будівництві інфраструктури укриттів в Україні. Вимоги ЄС визначають важливість забезпечення достатньої кількості ємностей для зберігання питної води та належної системи утилізації відходів, що є невід'ємною частиною медико-санітарної безпеки та має бути враховано при плануванні довгострокових рішень для захисних споруд в Україні.

Отже, узагальнюючи дані нормативних вимог до захисних споруд, можна зробити висновки, що на відміну від України, де вимоги до захисних споруд цивільного захисту достатньо деталізовані у нормативній документації (0,6 кв.м. на особу, 2 виходи, запаси води), більшість країн ЄС, що не перебувають під постійною військовою загрозою, обмежуються загальними рекомендаціями щодо використання існуючого фонду захисних споруд, найбільш захищених внутрішніх просторів і покладаються на системи оповіщення та евакуацію населення. Обов'язкові вимоги до формування фонду захисних споруд та детальні вимоги до них передбачені тільки в Ізраїлі, Фінляндії, Швейцарії та Естонії, де присутня воєнна загроза або підвищена загальна свідомість громадян та уряду щодо захисту населення.

З метою удосконалення гігієнічних, протиепідемічних, містобудівних критеріїв щодо безпеки освітнього простору шляхом створення умов цивільного захисту в закладах загальної середньої освіти України в умовах воєнного стану з урахуванням міжнародного досвіду розроблено та впроваджено наукове повідомлення «Санітарно-гігієнічні вимоги до захисних споруд захисту в закладах загальної середньої освіти в умовах воєнного стану», які були впроваджені у ДБН В.2.2-5:2023.

За результатами досліджень, проведених фахівцями Лабораторії гігієни планування та забудови населених місць, розроблено санітарно-епідеміологічні вимоги до модульних швидкомонтованих закладів охорони здоров'я амбулаторного типу, які розміщуються у важкодоступних районах України, у сільській місцевості, що зазнали руйнувань під час воєнного стану.

У межах комплексного підходу до відбудови територій розроблено санітарно-гігієнічні вимоги до Програми комплексного відновлення території територіальної громади (її частини), які включають наступне:

– загальний опис населеного пункту (території), для якого (якої) вона розробляється, зокрема: географічне розташування; загальна соціально-економічна оцінка; загальна екологічна

оцінка; кількість постійного населення; кількість тимчасово переміщеного населення;

– інформацію про наявність містобудівної документації на території територіальної громади (її частини), аналіз щодо її актуальності та ступінь її реалізації;

– аналіз негативних впливів (зокрема бойових дій, терористичних актів, диверсій, надзвичайних ситуацій), що призвели до необхідності розроблення програми;

– аналіз негативних впливів, що призвели до необхідності розроблення програми, на традиційний характер середовища, історичні ареали населених місць, об'єкти культурної спадщини, довкілля, природоохоронні території та об'єкти;

– аналіз ресурсів території для відновлення життєдіяльності території територіальної громади (її частини);

– інформацію щодо необхідності підготовки території (зокрема здійснення розмінування, демонтажу зруйнованих будівель та споруд, рекультивації земель);

– інформацію про шкоду, заподіяну бойовими діями, терористичними актами, диверсіями, надзвичайними ситуаціями:

– об'єктам житлової нерухомості та об'єктам громадського призначення;

– об'єктам виробничого комплексу (промисловості, сільського господарства тощо);

– об'єктам соціальної сфери;

– об'єктам культурної спадщини та культурної інфраструктури;

– об'єктам житлово-комунального господарства;

– об'єктам інженерно-транспортної, енергетичної інфраструктури, інфраструктури електронних комунікаційних мереж, об'єктів водогосподарської інфраструктури (зокрема інженерної інфраструктури меліоративних систем);

– навколишньому природному середовищу та природним ресурсам;

– захисним спорудам цивільного захисту;

– іншим об’єктам, що мають вплив на життєдіяльність відповідної території територіальної громади (її частини) (за наявності) [3].

Практична реалізація цих стратегічних вимог на місцевому рівні розпочалася з удосконалення критеріїв безпеки безпосередньо в освітньому просторі, що дозволило впровадити оновлені санітарно-гігієнічні стандарти в реальні проєкти захисних споруд.

В рамках НДР фахівцями лабораторії гігієни планування та забудови населених місць було проведено практичну апробацію розроблених вимог до Програми комплексного відновлення в частині будівництва захисних споруд цивільного захисту шляхом наукового супроводу модернізації пристосованого підвального приміщення Крюківщинського ліцею «Лідер» Вишневої міської ради Бучанського району Київської області.

У ліцеї реалізовано комплекс заходів із влаштування підвального приміщення у відповідність до вимог ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту», ДСНС України від 14.06.2022 № 03-1870/162-2 та санітарно-гігієнічних вимог, як для споруди подвійного призначення. Відновлено функціонування потужної вентиляційної системи з терморегулюванням повітря, а також облаштовано сучасну дренажну мережу для захисту приміщення від ґрунтових вод, що попереджує утворення плісняви та грибка. В укритті облаштовано санвузол, тепле водопостачання, сушку для рук, Wi-Fi, чайники для приготування гарячих напоїв, розетки для заряджання гаджетів, запас сертифікованої питної води та аптечка. Укриття обладнано системою сповіщення, що дає змогу вчасно доносити будь-яку інформацію до учнів. Під час блекаутів в укритті забезпечується безперебійне живлення за допомогою потужного генератора.

У 2025 році на території спортивного майданчика ліцею розпочато будівництво нової захисної споруди цивільного захисту з захисними властивостями протирадіаційного укриття (ПРУ), що відповідає Програмі комплексного відновлення

області, з метою створення сучасної захисної споруди та забезпечення фізичної безпеки учнів, працівників закладу та населення від зовнішніх загроз. За даними проєктних матеріалів захисна споруда запроєктована безкаркасною з монолітними залізобетонними несучими поздовжніми та поперечними стінами. Загальна площа ПРУ – 3171,1 кв.м., з місткістю 1043 учасника навчального процесу, клас А–IV. В захисній споруді передбачено окремі класи для старшої школи 5–11 класів та приміщення для молодшої школи, які будуть обладнані дитячими ліжками. Забезпечення автономних систем життєзабезпечення (генератор, водопостачання, інше) гарантуватиме дотримання протиепідемічного режиму навіть у критичних ситуаціях. Проєктне рішення передбачає раціональне використання території: над підземною частиною захисної споруди заплановано облаштування модернізованого спортивного майданчика. Облаштування простору, адаптованого до потреб дітей різного віку, та створення комфортних візуальних та фізичних умов сприятиме стабілізації психоемоційного стану учнів, знижуючи рівень кортизолу («гормону стресу») у дітей, та запобігатиме розвитку психосоматичних розладів та посттравматичних станів, викликаних стресовими ситуаціями.

Інтеграція достатньої кількості навчальних місць безпосередньо у захисну споруду з безпечними, освітленими приміщеннями з відповідними санітарно-гігієнічними умовами дозволятиме виконувати навчальні плани без вимушених пауз, що важливо для збереження якості освіти та забезпечуватиме когнітивне здоров'я дітей.

Фахівці лабораторії гігієни планування населених місць здійснювали науковий супровід будівництва нової захисної споруди ліцею на території існуючого морально застарілого спортивного майданчику. Діяльність фахівців була спрямована на впровадження медико-санітарних вимог, а саме: розташування захисної споруди в пішохідній доступності із входами на відстані не більше 100 м від будівлі школи; оптимізацію функціонального

зонування та необхідного набору приміщень; дотримання нормативних показників питомої площі основних приміщень на одну особу; встановлення систем автономного електроживлення та штучного освітлення з природним спектром випромінювання; влаштування інженерних мереж водопостачання, каналізації та примусової припливно-витяжної вентиляції; забезпечення нормативної кількості евакуаційних виходів (більше двох), із виведенням принаймні одного за межі контуру будівлі; ергономічне меблювання з урахуванням вікових та антропометричних особливостей учнів; обладнання з безперервним режимом роботи; забезпечення інклюзивності середовища шляхом створення безбар'єрного простору та дотримання вимог універсального дизайну для вільного доступу маломобільних груп населення; впровадження системи візуальної навігації та нормативного маркування шляхів евакуації й функціональних зон споруди із використанням фотолюмінесцентних матеріалів та звукових сигналів. Крім рішень щодо забезпечення медико-санітарних вимог, науковий супровід включає практичну реалізацію алгоритмів безпечної поведінки – «Шлях до укриття», «Трикутник життя», що визначають порядок дій учасників освітнього процесу у разі повітряної тривоги або обмеженого доступу до основної захисної споруди.

За вагомий внесок у створення безпечного освітнього середовища, в частині забезпечення медико-санітарних вимог у приміщеннях споруди подвійного призначення, облаштованої у підвальному приміщенні ліцею, співробітники Лабораторії гігієни планування та забудови населених місць отримали офіційну Подяку від адміністрації Крюківщинського ліцею «Лідер».

За результатами подолання однієї з найсерйозніших проблем людства – спалаху коронавірусної хвороби (COVID-19) та наслідків повномасштабної війни в умовах воєнного стану та у повоєнний період фахівцями була обґрунтована профілактична психічна (ментальна) складова здоров'я медичних працівників.

Під час воєнного стану спостерігаються суттєві негативні зміни у психофізіологічному стані медичних працівників закладів охорони здоров'я за показниками проявів втоми, монотонії, психічного пересичення та стресу ($p < 0,001$). У медичних працівників у чоловіків прояви втоми знаходяться на статистично вищому рівні стосовно жінок. В умовах воєнного стану всі фази предиктори розвитку емоційного вигорання «Напруження», «Резистенції», «Виснаження» сформовані у медичних працівників, як це було і в довоєнний час, з вираженою емоційно-моральною дезорієнтацією (байдужістю до виконання професійних обов'язків) ($p < 0,05$), що є проявами передхворобних станів.

У 2023 році було впроваджено ДСанПіН 354-2023 «Санітарно-протиепідемічні вимоги до новозбудованих, реставрованих і реконструйованих закладів охорони здоров'я», що сприяло переходу від жорсткої кабінетної системи до принципів доказового дизайну та інфекційного контролю, що є критично важливим для відбудови сучасної мережі закладів охорони здоров'я. Отримані результати стали підставою для обґрунтування підсилення медико-санітарних вимог та безпеки пацієнтів та медпрацівників закладів охорони здоров'я, зокрема амбулаторій.

Розроблені пропозиції до вимог ДБН В.2.2-10:2022 «Заклади охорони здоров'я» (зі змінами №№ 1 та 2) та ДСанПіН № 354-2023 «Санітарно-протиепідемічні вимоги до новозбудованих, реставрованих і реконструйованих закладів охорони здоров'я», що стосуються:

– вимог до шляхів евакуації закладів охорони здоров'я, зокрема немобільних осіб та оптимізація маршрутів пацієнтів, створюючи умови для надання медичних послуг за сучасними стандартами автономності та технологічності;

– вимог до безбар'єрного простору для людей з інвалідністю та інших маломобільних груп;

– вимог до облаштування санітарно-гігієнічних приміщень;

– визначення обов'язкових приміщень у складі амбулаторій;

– вимог до нормування площі на одне ліжко, забезпечення приватності (маломісні палати) та дотримання параметрів освітленості й шумозахисту, що забезпечують пацієнтоцентричні умови і є пріоритетом для сталого розвитку регіональної охорони здоров'я.

Розроблені пропозиції до проєкту Закону України «Про психологічну, психотерапевтичну допомогу населенню України», що передбачає нову профілактичну модель (або функціонально-організаційну систему) надання психолого/психотерапевтичної допомоги для покращення психічного здоров'я населення України із застосуванням міжгалузевого (мультидисциплінарного) підходу, яка передбачає міжвідомчу взаємодію та координацію зусиль всіх інституцій в єдину ланку, які належать до сфери психічного здоров'я, потребує впровадження на місцях у воєнний та повоєнний період [4].

В Україні у 2025 році розроблено та схвалено «Стратегію розвитку фонду захисних споруд цивільного захисту на період до 2034 року», яка є довгостроковою програмою розвитку фонду захисних споруд цивільного захисту і створення захищеного середовища для цивільного населення, частину якого складають заклади освіти. З метою удосконалення гігієнічних, протиепідемічних, містобудівних критеріїв щодо безпеки освітнього простору шляхом створення умов цивільного захисту в закладах загальної середньої освіти України в умовах воєнного стану з урахуванням міжнародного досвіду та в рамках виконання НДР розроблено та впроваджено наукове повідомлення «Санітарно-гігієнічні вимоги до захисних споруд захисту в закладах загальної середньої освіти в умовах воєнного стану», у яких запропоновано орієнтовний набір приміщень в укритті [5].

Сучасні безпекові виклики в Україні зумовлюють необхідність вимушеного кроку держави: зведення й

експлуатації підземних освітніх об'єктів в умовах повної відсутності світових аналогів та готових практик. Нормативно-правові та санітарно-гігієнічні вимоги до таких споруд наразі не передбачені ні в міжнародному, ні у вітчизняному законодавстві.

Будівництво підземних закладів дошкільної, повної загальної середньої освіти у прифронтових зонах України стало вимушеним рішенням в умовах постійних обстрілів та авіаударів, короткий проміжок часу (до 1 хвилини) від повідомлення про тривогу до перших вибухів, виключає безпечний спуск учнів в укриття. Такі споруди мають подвійне призначення, поєднуючи функції освітнього закладу та захисного укриття для дітей і педагогічного персоналу.

За інформацією Міністерства освіти і науки України, станом на травень 2025 року функціонують понад 100 підземних шкіл. На різних етапах будівництва перебувають ще 113 підземних закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО), понад 60% з яких заплановано ввести в експлуатацію до початку нового навчального року для забезпечення освітніх послуг 100 тисяч дітей. Однак залишається невідомим ймовірний вплив тривалого перебування учнів у приміщеннях з санітарно-гігієнічними умовами, що не відповідають нормативним вимогам, зокрема за показниками освітленості, інсоляції, площами приміщень та відсутності прогулянок і фізичної активності на відкритому повітрі на здоров’я дітей. Проєктування підземних закладів освіти потребує наукового обґрунтування та розробки окремих норм із врахуванням можливості використання будівель у мирний час. При цьому довгостроковий вплив тривалого перебування під землею на організм дітей залишається недослідженим і вимагає системного вивчення для збереження їхнього фізичного та психічного здоров'я.

Належне функціонування інженерних мереж житлово-комунального господарства є також критично важливим для забезпечення життєдіяльності населення в умовах воєнного часу. На жаль, бойові дії на території України є чинником руйнування критичної інфраструктури, зокрема станцій з очищення стічної та

питної води [6, 7]. Навіть у перші тижні російсько-української війни у деяких населених пунктах України водопровідна вода або зовсім була відсутня, або її якість не відповідала гігієнічним вимогам, що могло бути чинником підвищення захворюваності та смертності людей [8].

Через відсутність «гнучкого» підходу у разі прийняття управлінських рішень щодо функціонування централізованих систем питного водопостачання на початку 2022 року в Україні в найкоротший термін були розроблені вимоги до виробництва питної води в умовах воєнного стану, на підставі яких – ДСанПіН «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру» (далі – ДСанПіН для умов воєнного стану), що були затверджені наказом МОЗ України від 22.04.2022 р. № 683, зареєстрованим в Мінюсті України 25.05.2022 р. № 564/37900. Основними розробниками цього документу були фахівці ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМНУ» та МОЗ України (д.б.н., с.н.с Зоріна О.В., д.мед.н., проф. Сурмашева О.В.), також в розробці брали участь представники НДІ проблем військової медицини Української військово-медичної академії, Центрального санітарно-епідеміологічного управління Командування Медичних сил ЗСУ, Інституту водних проблем і меліорації НААН, ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАНУ».

ДСанПіН для умов воєнного стану були розроблені вперше на підставі науково обґрунтованої авторами цього документу концепції. При розробці документу враховували рекомендації ВООЗ (щодо окремих нормативів якості питної води), а також Директиви 98/83/ЄС з води, призначеної для споживання людиною, (щодо скорочення переліку непріоритетних в Україні показників за відсутності їх в Директиві 98/83/ЄС), окремі вимоги Директиви 2020/2184/ЄС з якості води, призначеної для споживання людиною, (щодо збільшення кількості показників за рахунок хлоратів у разі обробки питної води діоксидом хлору та нормативів для ряду окремих показників) та ДСанПіН 2.2.4-171-

10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (щодо максимальних рівнів нормативів у дужках, що були чинні до 31.03.2022 р. в Україні для водопровідної питної води та чинні на сьогодні для питної води колодязів та каптажів джерел). Актуальність розробки ДСанПіН для умов воєнного стану полягала також в необхідності корегування підходів та порядку виробничого контролю якості води водопровідної та з пунктів розливу щодо: гнучкішого підходу затвердження робочої програми виробничого контролю якості питної води, ширшого впровадження інтегральних показників органічного забруднення питної води (одночасно з перманганатною окиснюваністю в питній воді, що виготовляється з поверхневого вододжерела, виробників зобов'язали визначати хімічне споживання кисню), застосування експрес-методик та тест-систем для контролю її складу тощо.

Втім, найважливішим під час розробки ДСанПіН для умов воєнного стану було вперше в країні передбачити контроль безпечності питної води через можливість її забруднення зброєю масового ураження, зокрема біологічних агентів або бойових хімічних отруйних речовин. Зокрема, в документі зазначено відповідальних, орієнтовний перелік основних хімічних речовин, що є складовою частиною хімічної зброї, рекомендовані засоби розвідки та контролю, періодичність контролю залежно від відсутності або наявності відомої загрози, або підтвердження факту його застосування. Регламентовані в Україні максимальні концентрації таких речовин у питній воді для населення та військовослужбовців відсутні, тому в документі передбачено, що контроль відповідних хімічних речовин в питній воді може здійснюватися тестовими методами. У 2024 р. фахівцями лабораторії безпеки поверхневих вод були розроблені та науково обґрунтовані зміни до ДСанПіН для умов воєнного стану, що стосуються обмеження часу впровадження особливих підходів хлорування питної води [8, 9]. В рамках ініціативної наукової роботи були проведені дослідження та розроблені рекомендації

щодо застосування різних підходів обробки питної води на водопровідних станціях України в сучасних умовах.

Практичним результатом діяльності лабораторії безпеки поверхневих вод став також безпосередній її внесок в оновлення нормативно-правової бази України (протягом 2024–2025 рр. сім документів загальнодержавного значення були затверджені наказами МОЗ України, зареєстрованими в Мін'юсті України), зокрема щодо дошкільних навчальних закладів, якості води поверхневої для купання, джерел питного водопостачання та питної. Підготовлено пропозиції щодо змін та доповнень до положень проєктів 2 ДБН та 6 ДСТУ щодо водопостачання та каналізації.

Фахівцями відділу гігієни містобудування та водокористування проаналізовано вимоги 22 країн ЄС та України щодо якості питної води в умовах мирного часу та воєнного стану для населення та військовослужбовців, а також оцінки та умов використання дезінфекційних засобів для її обробки. Проведене дослідження дозволило встановити, що вимоги законодавства України щодо питної води для населення та військовослужбовців, а також порядків оцінки та застосування дезінфекційних засобів для знезараження питної води суттєво відрізняються від відповідних вимог в країнах ЄС, зокрема НАТО, та потребують удосконалення.

Встановлено, що на відміну від України в країнах ЄС-НАТО регулювання якості питної води під час надзвичайних ситуацій воєнного характеру здійснюється за національними нормативними документами, що враховують «гнучкі» вимоги Директиви 2020/2184/ЄС (включають єдині вимоги для населення та військовослужбовців) та AMedP-4.9 «Вимоги до питної води під час польових робіт та в надзвичайних ситуаціях» (включають особливі стандарти MSES та STS для військовослужбовців) [10], а біоцидів – Регламенту № 528/2012 щодо надання на ринку та використання біоцидних продуктів, що вміщує вимоги до продукції для населення. Однак у всіх країнах ЄС враховано його положення про те, що держави-члени ЄС

можуть дозволяти винятки з цього Регламенту в окремих випадках для певних біоцидних продуктів, як у чистому вигляді, так і у складі оброблених виробів, якщо це необхідно на користь оборони. Отож впровадження в Україні європейських підходів до документообігу та гігієнічної оцінки складу питної води і продукції, призначеної для її обробки, на етапах розміщення на ринку та використання сприятиме застосуванню ефективної європейської дозвільної системи, що забезпечить підвищення рівня національної безпеки держави, сприятиме підвищенню інвестиційної привабливості громад та забезпечить сталий розвиток населених пунктів.

У 2025 р. на основі проведеної ініціативної НДР «Наукове обґрунтування основ гігієнічного регламентування альгіцидів в об'єктах довкілля» підготовлені зауваження та доповнення до проєкту Закону України «Про надання на ринку та використання біоцидних продуктів» (реєстр. № 13604) та наукове повідомлення про нововведення в системі охорони здоров'я «Основні підходи до класифікації біоцидів та їх гігієнічного регламентування в країнах ЄС».

У 2026 році фахівцями відділу гігієни містобудування та водокористування були підготовлені пропозиції до програмного документа з адаптації населення до зміни клімату на виконання пункту 31 операційного плану заходів з реалізації у 2024–2026 роках Стратегії формування та реалізації державної політики у сфері зміни клімату до 2035 року, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.05.2024 р. № 483-р, а також проєкту постанови КМУ «Про схвалення Концепції Державної цільової наукової програми управління водними ресурсами до 2036 року».

Увагу вчених привертає значення води як інфраструктурного ресурсу, а також для відновлення здоров'я людей. Протягом 2026 року в наукових виданнях опубліковано результати багаторічних клініко-епідемічних досліджень, які вказують на зменшення ризиків виникнення хвороб та зниження смертності серед осіб, що займаються водними видами спорту

більше трьох років. Не з'ясовано на сьогодні такий вплив на очікувану тривалість життя. Це очевидно підвищує актуальність НДР на тему: «Наукове обґрунтування медико-санітарних заходів у разі рекреаційного використання поверхневих вод України в сучасних умовах», що здійснюватиметься протягом 2026–2028 рр. фахівцями відділу гігієни містобудування та водокористування (керівник – д.б.н., с.н.с. Зоріна О.В.). Ця робота проводиться на виконання розпорядження Кабінету Міністрів України від 09.02.2024 р. № 133-р. (п. 115 «Прийняти первинне та вторинне законодавство для продовження реформ, розпочатих у сфері управління водними ресурсами»), де зазначено, що в Україні слід передбачити «розроблення та затвердження гігієнічних нормативів якості води для купання з урахуванням вимог Директиви Європейського Парламенту і Ради 2006/7/ЄС від 15.02.2006 р. про управління якістю вод, призначених для купання». У результаті виконання цієї роботи буде отримано нові наукові дані щодо поведінкових змін населення України у сфері використання поверхневих вод та динаміки їх якості, удосконалено критерії оцінки якості води для купання відповідно до європейських підходів, а також науково обґрунтовано алгоритм інформування населення, спрямований на мінімізацію ризиків для здоров'я, підвищення екологічної свідомості населення та гармонізацію національних підходів із законодавством Європейського Союзу.

Протягом 2026-2028 рр. співробітники відділу гігієни містобудування та водокористування здійснюватимуть також другу НДР на тему: «Наукове обґрунтування медико-санітарних вимог до відбудови територій населених пунктів, постраждалих від наслідків воєнних дій» (керівник – д.б.н., с.н.с. Зоріна О.В.). Результатом такої роботи стане наукове обґрунтування першочергових медико-санітарних заходів та підготовка пропозицій щодо їх нормативно-правового забезпечення при відбудові населених пунктів у повоєнний період.

Таким чином, наукова діяльність відділу гігієни містобудування та водокористування орієнтована на наукове

обґрунтування та розробку адекватних підходів формування простору населених місць, наукових засад гігієнічно безпечного водокористування та принципів гігієнічної безпеки функціонування інженерних систем комунальних послуг в умовах воєнного стану, надзвичайних ситуацій іншого характеру, післявоєнного відновлення, євроінтеграції, розвитку інженерної індустрії, технологічних інновацій та змін клімату з метою захисту здоров'я людей.

ВИСНОВКИ

1. Гігієнічна оцінка містобудівної документації має стати обов'язковою складовою програм комплексного відновлення постраждалих населених пунктів із пріоритетним урахуванням захисних споруд, тимчасової та підземної забудови як ключових факторів формування безпечного і сталого середовища життєдіяльності населення. На сьогодні розміщення тимчасових, модульних і швидкомонтованих житлових, освітніх та медичних об'єктів у постраждалих громадах здійснюється здебільшого без комплексної гігієнічної оцінки територій, що підвищує ризик формування несприятливого середовища проживання та перебування населення.
2. Обґрунтовано необхідність проведення поглиблених комплексних міжгалузевих досліджень із використанням підходів Оцінки впливу на здоров'я (Health Impact Assessment) щодо наслідків тривалого та регулярного перебування дітей у підземних освітніх просторах (зокрема в умовах метрополітену та шкіл-укриттів). Зазначене дозволить забезпечити безпечні для фізичного та психосоціального здоров'я учнів умови освітнього процесу в період воєнного стану.
3. Аналіз засвідчив, що поширене використання підвальних і цокольних приміщень як найпростіших укриттів супроводжується обмеженими можливостями забезпечення нормативних параметрів мікроклімату, вентиляції, освітлення та санітарного режиму, що має бути обов'язково враховано під

час коригування містобудівної документації та програм відновлення.

4. Визначено потребу інтеграції європейського та міжнародного принципу здорового й безпечного планування територій – «відбудувати краще, ніж було» (Build Back Better) – у стратегію повоєнного відновлення України з метою забезпечення стійкого розвитку територій шляхом функціонального зонування, розвитку зелених і буферних зон, а також проєктування будівель подвійного використання, здатних забезпечувати як повсякденні потреби населення, так і захист у надзвичайних ситуаціях.
5. Необхідність створення цифрових моделей просторових обмежень (санітарно-захисних зон, зон санітарної охорони тощо), як одного з ключових інструментів гігієнічного супроводу містобудівних рішень, забезпечить підвищення прозорості просторового планування, зниження ризиків для здоров'я населення та науково обґрунтований вибір територій для житлової і громадської забудови.
6. Доведено, що функціонування систем питного водопостачання України у мирний та воєнний час для населення та військовослужбовців базується на принципах, що не відповідають вимогам європейського законодавства через відсутність «гнучкого» порядку оцінки та моніторингу якості питної води та потребує комплексного перегляду відповідно до вимог Директиви 2020/2184/ЄС щодо якості води, призначеної для споживання людиною, AMedP-4.9 «Вимоги до питної води під час польових робіт та в надзвичайних ситуаціях», українського законодавства та оцінки ризиків для здоров'я.
7. Створення Міністерством оборони України окремих військових гігієнічних, будівельних та експлуатаційних стандартів є важливою передумовою стійкого функціонування інженерних систем в умовах воєнного стану для забезпечення потреб оборони держави.
8. На підставі результатів досліджень впливу факторів довкілля на ризик розвитку захворювань населення, а також

поведінкових реакцій людей у сучасних умовах фахівці відділу гігієни містобудування та водокористування розробляють медико-санітарні заходи, що є науковою основою для формування профілактичної політики, удосконалення нормативно-правового забезпечення та прийняття управлінських рішень, спрямованих на забезпечення громадського здоров'я в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гігієна планування та забудови населених місць як безпекова детермінанта громадського здоров’я в умовах воєнного стану / В. М. Махнюк та ін. Довкілля та здоров’я. 2023. № 3 (108). С. 19–24. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2023.03.019.
2. Махнюк В. В., Васильєва О. І., Плащенко Є. М., Махнюк В. М. Державне регулювання унормування водоспоживання населення як складової рівноправного доступу до питної води в Україні та ЄС. Суспільство та національні інтереси. 2025. № 7 (15). С. 420–448. DOI: https://doi.org/10.52058/3041-1572-2025-7(15)-420-448.
3. До питання створення програм комплексного відновлення постраждалих від війни територій / В. В. Махнюк, О. О. Петриченко, В. М. Махнюк, С. М. Могильний, Н. П. Павленко. MODERNÍ ASPEKTY VĚDY: mezinárodní kolektivní monografie. Svazek LIV. Česká republika, 2025. S. 59–71. DOI: https://doi.org/10.52058/54-2025.
4. Чорна В. В., Махнюк В. М. Генезис закладів охорони здоров’я психіатричного профілю в країнах ЄС та в Україні як безпекова детермінанта надання психіатричних медичних послуг (огляд літератури). Modern science: challenges of today: Collective monograph. Bratislava, Slovakia, 2023. P. 246–298. URL: https://dspace.vnmu.edu.ua/123456789/6281 (дата звернення: 10.08.2026).
5. Державне регулювання безпекових технологій освітніх захищених просторів в зонах активних бойових дій: українські

реалії та світовий досвід / В. М. Махнюк, Н. П. Павленко, С. М. Могильний, В. В. Махнюк. Гігієна населених місць. 2024. Вип. 74. С. 3–9. DOI: https://doi.org/10.32402/hygiene2024.74.003.

6. Gleick P., Vyshnevskyi V., Shevchuk S. Rivers and Water Systems as Weapons and Casualties of the Russia-Ukraine War. Earth's Future. 2023. Vol. 11. No. 10. Article e2023EF003910. DOI: https://doi.org/10.1029/2023EF003910.
7. Строкаль В. П., Ковпак А. В. Воєнні конфлікти та вода: наслідки й ризики. Екологічні науки. 2022. № 5 (44). С. 94–102. DOI: https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.14.
8. Зоріна О., Іванько О., Потапчук В. Розробка зміни до ДСанПіН щодо якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру. Актуальні аспекти військової охорони здоров'я – наукові досягнення молоді: тези доповідей науково-практичної конференції молодих вчених Української військово-медичної академії, 17 травня 2024 р. Київ: УВМА, 2024. Ч. І. С. 67–69.
9. Scientific substantiation of conceptual approaches to the development of a regulatory document on the quality of drinking water under condition of martial law / O. V. Zorina, O. M. Ivanko, O. M. Danilenko, T. V. Skapa, Ye. O. Mavrykin, O. S. Polishchuk. Ukrainian Journal of Military Medicine. 2022. Vol. 3. No. 2. P. 37–45. DOI: https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.2(3)-037.
10. Іванько О. М., Зоріна О. В., Депутат Ю. М. Обґрунтування введення короткострокових нормативів (стандартів) при забезпеченні військовослужбовців питною водою у відповідності до AMEDP-4.9 "Requirements for water potability during field operations and in emergency situations". Актуальні питання хімічної безпеки, протирадіаційного захисту та оцінки ризиків хімічного та радіаційного впливу на здоров'я людини та середовище її життєдіяльності через призму сучасних ХБРЯ загроз: тези доповідей наук.-практ. конф. з міжнар. участю, 30 листопада 2022 р. Київ, 2022. С. 31–33.

ПОВОЄННЕ ВІДНОВЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО ФОНДУ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ВІД РАДОНУ В ПОВІТРІ БУДИНКІВ ТА ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ВИМОГ ЄВРАТОМУ

Павленко Т.О., Аксьонов М.В., Фризюк М.А., Турос А.О.

Відділ моніторингу радону та оцінки ризиків для населення

За оцінками UNSCEAR [1], радон та його короткоіснуючі дочірні продукти розпаду обумовлюють до 50% середньої річної ефективної дози опромінення населення світу, а в Україні ця величина складає порядку 63%. Міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ) у першій частині «Основних стандартів безпеки» (Basic safety standards – BSS) встановило вимоги щодо захисту від радону (п. 5.20) [2]. Ці вимоги були імплементовані Єврокомісією в Директиві Ради 2013/59/Euratom [3], яка, зокрема, регулює і питання захисту людини від опромінення радоном. Цей регуляторний документ також вимагає від усіх держав-членів Євросоюзу запровадити національні радонові плани заходів.

У листопаді 2019 року Кабінет Міністрів України затвердив український національний план заходів щодо радону (Розпорядження КМУ від 27.11.2019 р. № 1417-р [4]), який за своєю змістовною частиною повністю відповідає вимогам BSS МАГАТЕ [2, 5] та Директиві Ради Євратому [3]. Ця проблема має в Україні особливу актуальність через старий житловий фонд, зведений без радонозахисних заходів, низьку енергоефективність старих будівель та недоліки чи відсутність вентиляційних систем у старому житловому фонді, відсутність системного радіаційного контролю нового житла, а також додаткові ризики, які виникли внаслідок війни – повне або часткове руйнування будівель, масове перебування населення під час повітряних тривог у підвалах чи укриттях, знаходження дітей в підземних школах у прифронтовій смузі та ін.

Це створює підвищені ризики від опромінення радоном для населення, особливо для дітей, вагітних жінок та осіб із хронічними захворюваннями дихальної системи.

Питання імплементації сучасної міжнародної системи захисту населення від радону в Україні прямо пов'язані і з повоєнною відбудовою країни та впровадженням європейської концепції «зеленого будинку», необхідності зменшення дозового навантаження населення, обумовленого природними джерелами випромінювання, включно з радоном. Врегулювання цієї проблеми вимагає обґрунтування, розробки та запровадження нових механізмів реалізації державної політики у сфері радіаційного захисту населення.

В цих умовах імплементація вимог Директиви Ради 2013/59/Euratom [3] та рекомендацій BSS МАГАТЕ [2, 5] стає не лише питанням гармонізації законодавства, а й елементом національної безпеки щодо збереження здоров'я населення.

Метою роботи є проаналізувати існуючу ситуацію щодо коректив, які внесла війна в завдання державного плану заходів щодо зниження рівня опромінення населення радоном та продуктами його розпаду, та визначити основні напрямки вирішення проблеми зменшення опромінення населення країни радоном.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

В роботі використані матеріали і результати досліджень двох НДР, які виконувались в лабораторії радіаційного захисту (нині – відділ моніторингу радону та оцінки ризиків для населення) нашого Інституту: «Наукове обґрунтування та розробка основних положень Державного плану дій щодо захисту населення України від радону в контексті імплементації Директиви Ради 2013/59/Euratom» (№ ДР 0119U101022, 2019–2021 рр.) [6] і «Забезпечення науково-методичного супроводу державного плану заходів щодо зменшення рівнів радону в повітрі житлових та громадських будинків» (№ ДР 0121U113845, 2022–2024 рр.) [7] та власні бази даних щодо концентрацій активності радону в повітрі житлових приміщень.

Для розрахунків радіаційних ризиків були використані математичні моделі та дозові коефіцієнти Міжнародної комісії з радіологічного захисту (МКРЗ) з Публікації 126 [8]. Вимірювання радону в повітрі будинків виконувались методом пасивної трекової радонометрії, з часом експозиції не менше 30 діб в опалювальний сезон. Система гарантій якості вимірювання забезпечувалася калібруванням радонометрів у радоновій атмосфері з відомою об'ємною активністю, яка має в системі Держстандарту України статус робочого еталону одиниці об'ємної активності радону-222 (РЕТУ 12-01-03), результати вимірювань підтверджено процедурами порівняння зі Шведським управлінням з радіаційної безпеки (Swedish Radiation Safety Authority (Strål säkerhets myndigheten – SSM)) та Національним інститутом радіологічних наук Японії (National Institute of Radiological Science).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Радонова ситуація в Україні формується під впливом комплексу геологічних, будівельних, соціальних та техногенних чинників. Україна належить до країн із підвищеним природним радіаційним фоном, що зумовлено геологічною структурою території, зокрема наявністю Українського кристалічного щита, де концентрації урану та торію в породах є значно вищими за середньосвітові. Це створює природні передумови для підвищеного радонового потенціалу ґрунтів, які пов'язані з тріщинуватістю кристалічних порід, зонами тектонічних розломів, територій з підвищеною проникністю ґрунтів. У цих регіонах концентрації радону в ґрунтовому повітрі можуть перевищувати 50–100 кБк/м^3, що створює високий потік радону у приміщення.

Проте найбільший вплив на ситуацію з радоном в повітрі житлових приміщень обумовлюють особливості житлового фонду України.

Більшість житлових будівель в Україні зведено до 1990 року – без радонозахисних заходів. Це будинки з недостатньою вентиляцією та поганою ізоляцією підвальних приміщень.

У багатоквартирних будинках радон надходить також через деформаційні шви, технічні канали, неізольовані фундаменти. У приватних будинках основним шляхом надходження є ґрунтовий радон, який проникає через тріщини у фундаментах, через стики плит, технологічні отвори, підпілля (рис. 1) [9].

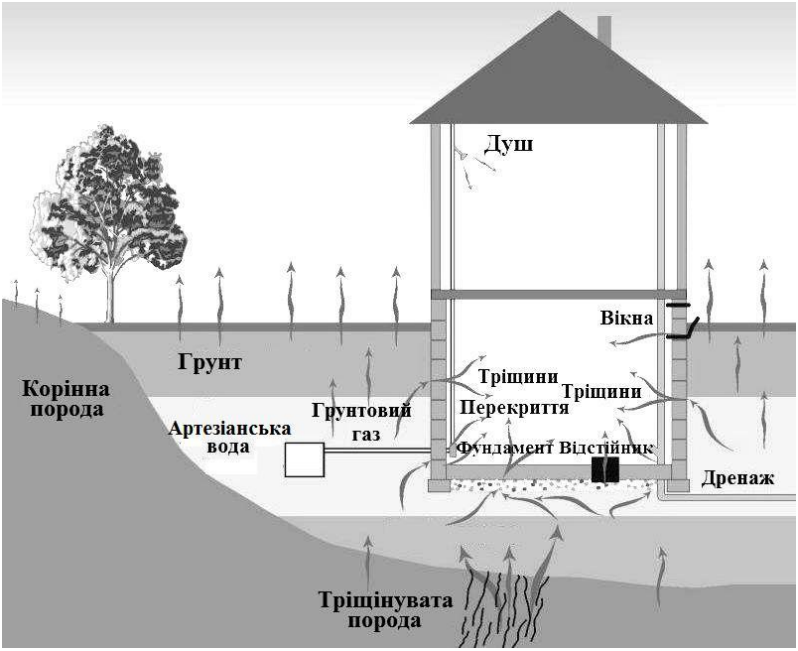


Рис. 1. Джерела надходження радону у будинок [9]

Зведені дані щодо концентрації активности (КА) радону в повітрі житлових будинків на рівні окремих районів деяких областей України надано на рис. 2 [6]. Ці результати досліджень представлені в контексті перевищення референтного рівня щодо КА радону у повітрі приміщень – 300 Бк/м^3 у відповідності з вимогами BSS МАГАТЕ [2] та Директиви Ради Євратому [3, 10].

Після 2022 року радонова ситуація в Україні істотно змінилася. Додатковими факторами щодо опромінення радоном

стало масове перебування населення у підвалах та укриттях. У багатьох укриттях КА радону перевищують 300–1000 Бк/м^3, що створює додаткові ризики для населення. Постійні обстріли міст та інших населених пунктів і не лише у прифронтовій смузі призводять до руйнування чи пошкодження будівель і сприяють змінам вентиляційних режимів за рахунок неконтрольованого повітрообміну, появи нових шляхів надходження радону, змінам мікроклімату приміщень тощо.

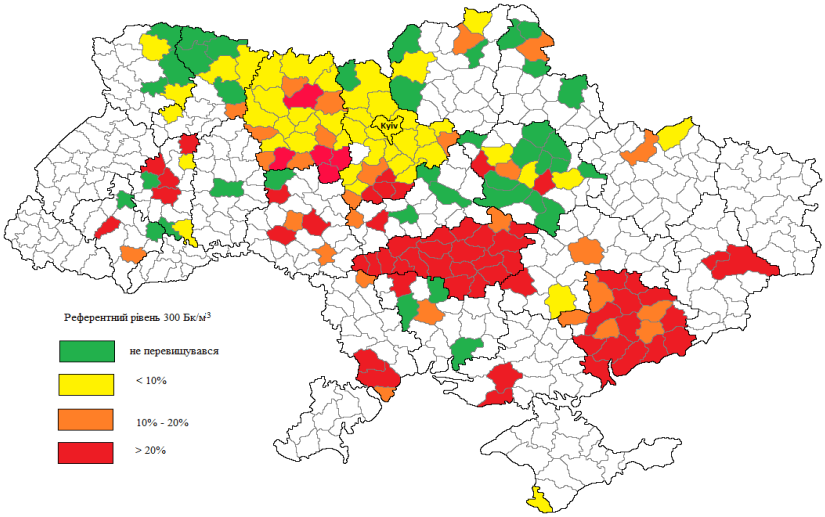


Рис. 2. Відсоток досліджених будинків, де зафіксовано перевищення референтного рівня радону в повітрі житлових будинків різних регіонів України [10]

Нове будівництво та реконструкція будинків в умовах швидкої відбудови здійснюються без оцінки радонового ризику, радонозахисних технологій. Не контролюється також якість будівельних матеріалів.

Необхідно також зазначити, що після реформування санітарної служби в Україні відсутній радіаційний контроль житлових і громадських будівель, що унеможливлює оцінку реальних додаткових доз опромінення населення.

Таким чином, ситуація, яка сьогодні склалась в Україні, є складною та потребує невідкладних заходів щодо створення національної системи контролю КА, запровадження радонозахисних заходів у відбудову та посилення нормативного регулювання.

Оптимізація захисту – виправданість втручання.

Для радіаційного захисту основним інструментом прогнозних оцінок є концепція прийнятного ризику (для населення ця величина складає порядку 1×10^{-5} на рік [11], тобто ймовірність смерті від раку становить 1 випадок на 100 тис. осіб на рік), а метою – обмеження ризику реалізації подій та ситуацій, які можуть привести до додаткового опромінення, і зменшення наслідків конкретної події (наприклад, раку легенів). Іншими словами, поняття прийнятного ризику є базою для процедур виправданості – аналізу та оцінок ситуації опромінення в контексті величини розумних витрат, які будуть спрямовані на зменшення реалізації її наслідків для суспільства. Такий аналіз має враховувати соціально-економічні аспекти застосування захисних заходів щодо обмеження опромінення людини та враховувати інші чинники, які, за визначенням, є складовими поняття «здоров'я», тобто стану повного фізичного, душевного та соціального благополуччя людей, які живуть тепер, та їх нащадків.

Саме тому процедури виправданості втручання проводяться в кожному конкретному випадку за сценарієм та типом ситуації опромінення з урахуванням усіх соціально-економічних та психологічних аспектів. Втручання вважається виправданим у разі позитивного балансу всіх факторів [11].

Для цього при аналізі вхідних даних для конкретної ситуації застосовуються методи оцінки вагомості кожного фактора впливу через присвоювання їм еквівалентних величин їх вартості (наприклад, аналіз «витрати-ефективність» (вартість-ефективність), аналіз «витрати-вигода» (вартість-користь)), або у відносних одиницях (наприклад, у грошових – гривнях). Останній метод застосовується при аналізі функції бажаності та багатокритеріальному ранговому аналізі [12].

Наприклад, у аналізі «витрати-вигода» всі впливові фактори виражаються у грошовому еквіваленті і, по суті, ця оцінка є внеском особи у внутрішній валовий продукт (ВВП) країни. Якщо оцінити цю величину для нашої країни, то вона становить ≈ 2500 доларів США у рік. Відповідно можна оцінити прямі збитки від неучасті померлих у ВВП.

Ще один критерій аналізу доцільності втручання є оцінка непрямих збитків (β-компонента), а саме: оцінка моральних, соціальних, психологічних і політичних наслідків, що можуть виникнути внаслідок опромінення і визначають ту компоненту стану здоров'я, яка пов'язана з душевним та соціальним благополуччям людини. Розмір цієї компоненти може перевищувати прямі збитки в десятки разів [13]. Наприклад, діапазон «вартості життя» чи «вартості ризику» для країн Європи та Сполучених Штатів Америки варіює від 48 тисяч до 5 мільйонів доларів, тобто різниця в оцінках вартості життя може відрізнятися у десятки-сотні разів [14].

Існує багато методик оцінки β-компоненти, і якщо провести такі оцінки для України, то діапазон значень, за оцінками економістів, складає від 6 тисяч до 100 тисяч доларів США [15], тобто в залежності від методики оцінки вартість життя може відрізнятися в 15–25 разів. Наприклад, відповідні оцінки, здійснені для радону в повітрі будинків України для обґрунтування радонового плану заходів, встановили, що середньорічні збитки для України, обумовлені цією компонентою, можуть лежати в діапазоні від 6 до 30 мільярдів гривень на рік [10].

Ці збитки доречно порівняти з витратами на протирадонові захисні заходи.

Вибір протирадонових заходів.

Існують два основних принципи протирадонового захисту будівель – пасивний (ізоляція підпільного простору) та активний (вентиляція) [9, 16, 17].

Дія пасивної системи ґрунтується на підвищенні опору вузлів та елементів огороджувальних конструкцій будівлі дифузійному і конвективному переносу радону від джерела в

приміщення. Перевага групи цих методів в тому, що вони в процесі експлуатації не вимагають обслуговування та енергопостачання.

Дія активної системи ґрунтується на зниженні радонового навантаження на будівлю шляхом примусового відведення радону від джерела в атмосферу. Як правило, вона включає систему примусової вентиляції і тому потребує джерела енергії та обслуговування.

Перевага активних систем полягає в тому, що вони є керованими і ефективнішими за своїми захисними властивостями, ніж пасивні. Проте активна система захисту завжди включає в себе елементи пасивної системи [9, 16]. Для існуючих будинків рівні радону можна знизити шляхом [17]:

– герметизації щілин у підлозі та стінах;

– ефективної вентиляції повітря в підвалах та приміщеннях;

– оздоблювання стін пластичними матеріалами, такими як поліамід, поліхлорвінілхлорид, поліетилен, сучасними шпалерами із штучним покриттям, шаром фарби на епоксидній основі або трьома шарами масляної фарби;

– постійного провітрювання не тільки житлових та виробничих приміщень, а також ванно-душових комплексів і кухонь, на яких використовується газове опалення;

– установлення системи для видалення радону в підвальних приміщеннях;

– установлення системи з позитивним тиском або вентиляційної системи.

У можливості реалізації того чи іншого протирадонового методу захисту існують відмінності в залежності від об'ємно-планувального рішення будинку. Є відмінності і у реалізації контрзаходів у існуючих будинках чи на стадії їх проєктування [18].

Технічні рішення захисних заходів поділяються на наступні типи [9, 16–18]:

– вентилювання приміщень – заміщення внутрішнього повітря з високим вмістом радону зовнішнім повітрям;

– просочення – суміш, яку в рідкому стані просочують в пори і порожнини шару пористого чи сипучого матеріалу шляхом ін'єктування суміші в матеріал або просочування після нанесення на поверхню матеріалу;

– покриття – суміш, що наноситься в рідкому стані тонким шаром на тверду поверхню елементу огороджувальної конструкції. Покриття може одночасно виконувати функцію паро- або гідроізоляційного шару;

– мембрана – шар плівкового, рулонного або листового газонепроникного матеріалу, що спирається на несучий елемент підвальної стіни, підлоги або перекриття. Мембрана може виконувати ті ж функції, що і покриття;

– бар'єр (застосовується при будівництві нових помешкань) – несуча або самонесуча суцільна, практично газонепроникна захисна конструкція (або елемент конструкції). Як правило, бар'єр виконується з монолітного тріщиностійкого залізобетону у вигляді підвальної стіни, підлоги або перекриття;

– колектор радону – система конструктивних елементів в основі будівлі, яка вільно проводить газ і служить для збору та відводу в атмосферу радону, що виділяється з ґрунту, минаючи приміщення будівлі;

– депресія ґрунтової основи підлоги – створення в ґрунтовій основі підлоги підвалу або підпілля зони зниженого тиску з використанням колектора радону та спеціальної витяжної вентиляційної системи;

– ущільнення – герметизація щілин, швів, стиків та комунікаційних отворів в захисних конструкціях на шляху руху радону від джерела до приміщень будівлі, що здійснюється з використанням самоклеючих, пружних, пластичних матеріалів, матеріалів, що спінюються та ін.

Найбільш поширеними протирадоновими заходами у світі є ізоляція комунікаційних отворів, герметизація підпільних перекриттів, вентиляція простору під підлогою, зменшення тиску під фундаментом будівлі тощо [16].

Одними з критеріїв для кількісної порівняльної оцінки ефективності різних технічних рішень щодо протирадонового

захисту будівель (ремедіації) є величина КА радону після реалізації певного захисного заходу та вартість виконаних робіт.

Вибір протирадонового заходу – це, по суті, процедура зважування ефективності методу і витрат на його реалізацію та підтримку. При виборі методу протирадонового захисту серед інших чинників необхідно враховувати ту обставину, що вартість протирадонових заходів обумовлена зокрема характеристиками конкретної будівлі та певними значеннями КА радону в ній, багато заходів вимагають додаткових витрат (наприклад, оплата електроенергії) вже після їх реалізації, тому бажано вибирати такі рішення, які не передбачають витрати в подальшому [9, 16].

Необхідно зазначити, що вибір протирадонових заходів, відповідні їм планування і розрахунки, а також реалізація захисту на практиці повинні проводитись будівельними організаціями та підприємствами, які спеціалізуються на таких видах робіт, а також фахівцями з питань протирадонового захисту. При цьому обов'язково має бути здійснена процедура оптимізації захисту, що включає визначення імовірної вартості протирадонових заходів для подальшого порівняння її зі збитками, які обумовлені опроміненням критичної групи населення [9].

Оптимізація захисту від опромінення радоном в повітрі приміщення може бути здійснена з використанням стандартних методів оцінки «вартість-користь» (витрати-вигода). Порівняння можуть бути зроблені між фінансовими витратами, пов'язаними з передбачуваним числом випадків раку легенів, імовірно пов'язаних з радоном при різних рівнях опромінення, вибором захисних заходів, а також витратами на превентивні та коригувальні заходи щодо зменшення опромінення радоном в повітрі приміщень. Такий аналіз може бути використаний для обґрунтування рішень відносно економічної ефективності контрзаходів щодо зниження активності радону в існуючих і нових будинках [2, 3, 8, 9].

Виконання робіт з порушенням основних принципів протирадонового захисту та технологічних рішень можуть

призвести до значного погіршення ситуації щодо радону в будинках.

Оцінка ефективності проведених захисних заходів за критерієм щодо КА радону здійснюється за допомогою повторних вимірювань цього показника в кожному конкретному будинку, де ці заходи застосовувались. Радонові накопичувачі повинні встановлюватись у тих же приміщеннях, де проводились попередні вимірювання. Якщо КА радону не перевищують референтний рівень при прийнятній вартості протирадонових заходів, то такі заходи вважаються ефективними.

Після успішної реалізації протирадонових заходів рекомендується регулярно (хоча б один раз у 5 років) проводити вимірювання КА радону у повітрі приміщень в будинках, де проведено ці заходи. Це пов'язано з тим, що може змінюватися режим експлуатації будівель, порушуватися щільність та ізолюючі властивості конструкцій і матеріалів. Крім того, ведення робіт і експлуатація прилеглих територій можуть значно впливати на властивості ґрунту і доступність радону в ньому [9].

Світовий досвід реалізації радонових програм.

Аналіз радонових програм, які реалізуються у різних країнах світу, показав, що кожна країна запроваджує власну стратегію програм ремедіації. За одним з них, протирадонові заходи проводяться у будинках, які вже експлуатуються і де зафіксовано перевищення нормативних значень, за другим – переваги надаються запобіжним заходам у нових помешканнях, коли комплекс протирадонових заходів закладається на стадії проєктування та реалізується при будівництві.

Більшість країн, де радонові програми реалізуються впродовж багатьох років за рахунок державного фінансування, науково обґрунтували стратегії подальших дій на основі аналізу фінансових вкладень в протирадонові заходи, систему охорони здоров’я, соціальні програми тощо. Аналіз досвіду цих країн встановив, що стратегії реалізації програм ремедіації можуть враховувати різні варіанти фінансування окремих етапів програми, а розрахунки витрат (за принципом ALARA – As Low

As Reasonably Achievable) передбачають підтримання на якомога нижчому та досяжному рівні як індивідуальних (нижче за межі, встановлені чинними нормами), так і колективних доз опромінення, з урахуванням соціальних та економічних чинників альфа-компоненти (мінімальної витрати на вдосконалення захисту, що знижує ефективну дозу на 1 люд.-Зв і дорівнює одному річному на душу населення національному доходу) [12]. Проте оцінити витрати на систему охорони здоров'я та соціальні збитки досить складно (β-компонента).

Так, шведські фахівці для оцінки ефективності реалізації програм ремедіації побудували аналітичну модель ефективності рішень, яка порівнювала збільшення економічних витрат щодо оцінки користі для здоров'я від зниження рівня радону в приміщеннях з 200 до 100 Бк/м^3 [19]. Отримані оцінки витрат на кожен рік додаткового життя та його подальшої якості оцінювалися методами детерміністичного та ймовірнісного аналізу. Аналіз результатів цього дослідження встановив, що витрати за попередні 20 років та отримані додаткові роки життя для мешканців радононебезпечних будинків, які експлуатуються, склали 130 тисяч євро, а витрати на збереження якості життя їх мешканців – 99 тисяч євро. Реалізація протирадонових заходів на стадії будівництва нового житла склала 39 тисяч євро та 25 тисяч євро, відповідно. Тобто навантаження на бюджет (ефективність стратегії) при реалізації протирадонових заходів в нових будинках на стадії проєктування та будівництва було втричі менше за ремедіацію існуючого житла [20].

Нагадаємо, що відповідні оцінки були проведені у Канаді [21] для нових та існуючих будинків. Ця робота цікава ретельним аналізом витрат на систему охорони здоров'я країни, тому що зробити такі оцінки для України практично неможливо. В дослідженні були проаналізовані витрати, обумовлені захворюваністю на рак легенів в залежності від часу встановлення діагнозу та стадії раку. Створена авторами математична модель врахувала попереджені хірургічні втручання та витрати на лікування запущених випадків раку легенів за величиною середніх витрат на систему охорону

здоров'я та соціальні служби. Також були визначені витрати, які обумовлені онкозахворюваністю на рак легенів та пов'язані з опроміненням радоном, якого вдалось запобігти за допомогою втручання. Оцінки довели, що фінансування протирадонових заходів у нових будинках було економічно ефективнішим за інші існуючі політики у всіх регіонах Канади [21].

Приведені вище результати досліджень демонструють, що витрати тільки на систему охорони здоров'я можуть бути співставними і перевищувати прямі збитки від додаткової смертності.

Оцінки якості життя є досить складними. За останні роки витрати на лікування раку легенів зросли на 30%, проте і кількість тих, хто вижив за 5 років після діагностики та лікування раку легенів, подвоїлася [22].

В окремих країнах, таких як Великобританія, всі без виключення державні програми, пов'язані зі здоров'ям, містять оцінки економічної ефективності втручання в контексті їх рентабельності, включаючи радонові плани заходів, які відносяться до профілактичних програм в сфері охорони здоров'я. На рис. 3 приведені результати таких оцінок для програм ремедіації будинків в контексті витрат на лікування та діагностику онкозахворюваності на рак легенів, які підтверджують рентабельність радонового плану заходів, що реалізується вже більше 30 років в цій країні [22].

Таким чином, аналіз досвіду країн, які вже багато років реалізують радонові програми та оцінюють ефективність стратегій реалізації контрзаходів щодо зменшення рівнів опромінення радоном в повітрі будинків, доводить: будь-яка вибрана стратегія є рентабельною в контексті державних витрат на її реалізацію.

Щодо будівництва нових будинків вартість радонозахисних заходів у новобудовах орієнтовно буде становити 0,5–1,5% від загальної вартості будівництва, впровадження радонозахисних заходів у новобудовах коштує у 10–20 разів дешевше, ніж їх встановлення у вже збудованих будівлях [21].

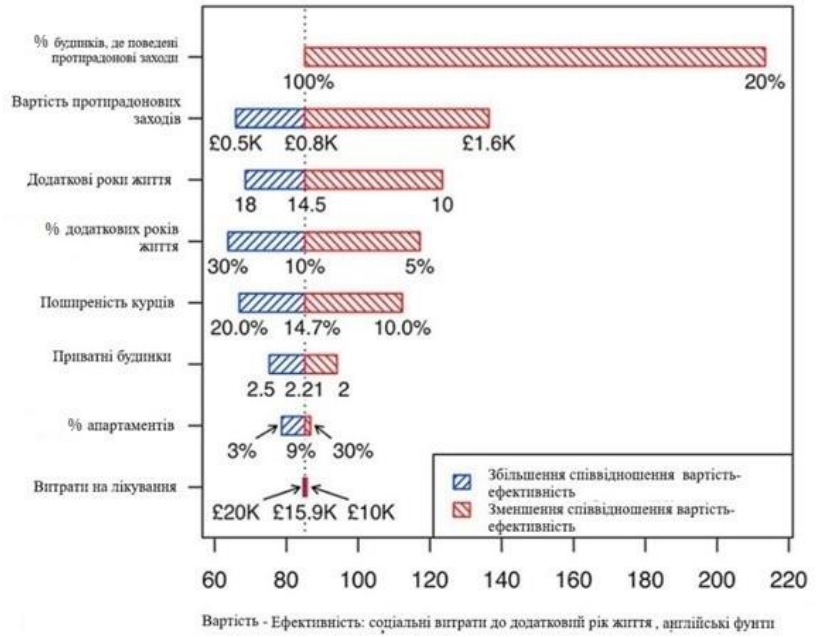


Рис. 3. Аналіз соціальних витрат в контексті ефективності реалізації радонових планів дій Великої Британії [22]

Щоб реалізувати такі державні програми, необхідна тісна взаємодія стейкхолдерів (зацікавлених осіб). Кожен із них виконує специфічні функції, а їхня координація визначає успіх національної програми.

Якщо проаналізувати ситуацію щодо стейкхолдерів, яка склалась в Україні, їх сфери діяльності і впливу розподіляються наступним чином:

– МОЗ – стратегічне управління, забезпечення методичного супроводу, база даних;

– органи місцевого самоврядування, воєнні адміністрації – організація вимірювань, інформування населення;

– лабораторії, вимірювальні центри – здійснення вимірювань радону, участь у формуванні державних баз даних;

– будівельний сектор – розробка та впровадження радонозахисних технологій;

– наукові установи – аналіз даних, розробка методик та нормативних документів;

– громадськість – отримання інформації, участь у моніторингу;

– заклади освіти – підготовка фахівців за відповідним фахом.

Підґрунтям для ефективної реалізації державного плану заходів є розробка та впровадження комунікаційних стратегій щодо радіаційних ризиків від радону в повітрі будинків, що є одним із ключових елементів національної політики щодо контролю радону та обов'язковою вимогою Директиви Ради 2013/59/Euratom [3]. Ефективна комунікація забезпечує розуміння населенням природи ризику, шляхів його зниження та необхідності проведення вимірювань. У контексті України, особливо в умовах повоєнного відновлення, комунікація ризику набуває стратегічного значення, оскільки значна частина населення проживає у будівлях із потенційно підвищеним радоновим ризиком, а рівень обізнаності залишається низьким.

Основними завданнями цього напрямку є підвищення обізнаності населення щодо впливу радону на здоров'я, формування мотивації до проведення вимірювань у житлових і громадських будівлях, забезпечення розуміння необхідності радонозахисних заходів у новому будівництві та реконструкції (ремедіації), підтримці прозорості державної політики у сфері радіаційного захисту.

Відповідно до цих завдань плани заходів щодо радону на всіх рівнях мають містити:

– інформування населення про ризики;

– забезпечення доступу до карт радонового потенціалу територій;

– надання рекомендацій щодо зниження КА;

– забезпечення навчання фахівців;

– організація взаємодії з місцевими органами влади.

В цьому контексті держава має забезпечити централізовану координацію (МОЗ), розробити та надати стейкхолдерами стандартизовані інформаційні матеріали, забезпечити відкритість даних, підтримувати місцеві органи влади, фінансувати інформаційні кампанії та забезпечити інтеграцію вимог щодо радону у будівельні норми та правила.

Необхідно зазначити, що після початку війни комунікації щодо радонових ризиків мають враховувати також виклики сьогодення, а саме:

- масове використання підвалів як укриттів;
- пошкодження вентиляційних систем;
- швидке будівництво без захисту від радону;
- зростання соціальної вразливості населення.

У цих умовах комунікації про радонові ризики для здоров'я мають бути пріоритетними для регіонів з високим радоновим потенціалом та бути орієнтованими на громади. Вимоги щодо захисту населення від радону мають бути інтегрованими у програми відбудови країни та підтримані державними інституціями.

ВИСНОВКИ

1. Радон є одним із найвагоміших природних джерел опромінення населення, а його контроль є ключовим елементом радіаційного захисту населення сьогодні.
2. Україна має унікальні геологічні та соціально-економічні особливості, які потребують адаптації вимог міжнародних нормативно-правових документів і рекомендацій.
3. Повоєнне відновлення житлового фонду створює унікальну можливість інтегрувати протирадонові заходи у будівництво, а взаємодія стейкхолдерів дозволить забезпечити комплексний підхід до управління ризиками від опромінення радоном.
4. Створення національної системи моніторингу радону є стратегічним завданням у сфері громадського здоров'я, а запровадження контролю концентрації активності радону у програми відбудови України є необхідною умовою зниження довгострокових ризиків для здоров'я населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation: UNSCEAR 2020/2021 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Vol. IV. Scientific Annex D: Evaluation of Occupational Exposure to Ionizing Radiation. New York: United Nations, 2022. 157 p. DOI: https://doi.org/10.18356/9789210010061.
2. International Atomic Energy Agency. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. Vienna: IAEA, 2014. 436 p. (IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3).
3. Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom. Official Journal of the European Union. 2014. Vol. 57. L 13. P. 1–73.
4. Про затвердження плану заходів щодо зниження рівня опромінення населення радоном та продуктами його розпаду, мінімізації довгострокових ризиків від поширення радону в житлових та нежитлових будівлях, на робочих місцях на 2020–2024 роки: розпорядження Кабінету Міністрів України від 27.11.2019 № 1417-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1417-2019-%D1%80#Text (дата звернення: 03.08.2026).
5. International Atomic Energy Agency. Protection of the Public Against Exposure Indoors due to Radon and Other Natural Sources of Radiation. Vienna: IAEA, 2015. 90 p. (IAEA Safety Standards Series No. SSG-32).
6. Наукове обґрунтування та розробка основних положень Державного плану дій щодо захисту населення України від радону в контексті імплементації Директиви Ради 2013/59/ЄВРАТОМ: звіт про НДР (остаточ.) / ДУ «Ін-т громад. здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМНУ»; керівник Т. О. Павленко. Київ, 2021. 257 с. № ДР 0119U101022.

7. Забезпечення науково-методичного супроводу державного плану заходів щодо зменшення рівнів радону в повітрі житлових та громадських будинків: звіт про НДР (остаточ.) / ДУ «Ін-т громад. здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМНУ»; керівник Т. О. Павленко. Київ, 2024. 349 с. № ДР 0121U113845.
8. International Commission on Radiological Protection. Radiological Protection against Radon Exposure. ICRP Publication 126. Annals of the ICRP. 2014. Vol. 43. No. 3. P. 5–73. DOI: https://doi.org/10.1177/0146645314542212.
9. Наукове обґрунтування контрзаходів щодо зменшення доз опромінення населення України від радону у повітрі приміщень громадських та житлових будівель: звіт про НДР (остаточ.) / ДУ «Ін-т громад. здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМНУ»; керівник Т. О. Павленко. Київ, 2018. 164 с. № ДР 0116U000756.
10. Рівні опромінення населення України в контексті плану дій щодо зменшення рівнів радону в повітрі приміщень / Т. О. Павленко та ін. Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2020. № 25. С. 220–229. DOI: https://doi.org/10.33145/2304-8336-2020-25-220-229.
11. International Commission on Radiological Protection. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Annals of the ICRP. 2007. Vol. 37. No. 2–4. P. 1–332. DOI: https://doi.org/10.1016/j.icrp.2007.10.003.
12. International Commission on Radiological Protection. Optimization and Decision Making in Radiological Protection. ICRP Publication 55. Annals of the ICRP. 1990. Vol. 20. No. 1. P. 1–60.
13. Горбулін В. П., Качинський А. Б. Системно-концептуальні засади стратегії національної безпеки України. Київ: Євроатлантикінформ, 2007. 540 с.
14. World Health Organization Regional Office for Europe. European Health for All database (HFA-DB). European Health Information Gateway. URL:

https://gateway.euro.who.int/en/datasets/european-health-for-all-database/ (дата звернення: 03.08.2026).
15. 2003 Recommendations of the ECRR: The Health Effects of Ionising Radiation Exposure at Low Doses for Radiation Protection Purposes / ed. by C. Busby, R. Bertell, I. Schmitz-Feuerhake, M. Scott Cato, A. V. Yablokov. Regulators' ed. Brussels; Aberystwyth: Green Audit, 2003. 186 p.
16. Методи протирадонового захисту будівель (огляд) / Т. О. Павленко та ін. Гігієна населених місць: зб. наук. пр. Київ, 2012. Вип. 60. С. 218–222.
17. Clavensjö B., Åkerblom G. The Radon Book: Measures against Radon. Stockholm: Swedish Council for Building Research, 1994. 129 p.
18. International Commission on Radiological Protection. Lung Cancer Risk from Exposures to Radon Daughters. ICRP Publication 50. Annals of the ICRP. 1987. Vol. 17. No. 1. P. 1–60.
19. A cost-effectiveness analysis of lowering residential radon levels in Sweden—Results from a modelling study / M. Svensson et al. Health Policy. 2018. Vol. 122. No. 6. P. 687–692. DOI: https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2018.03.009.
20. WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective / ed. by H. Zeeb, F. Shannoun. Geneva: World Health Organization, 2009. 94 p.
21. Regional cost effectiveness analyses for increasing radon protection strategies in housing in Canada / J. Gaskin et al. Journal of Environmental Radioactivity. 2021. Vol. 240. Article 106752. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2021.106752.
22. Denman A. R., Groves-Kirkby C. J., Crockett R. G. M. Cost-effectiveness of radon remediation programmes in the UK in the 2020s. Journal of Environmental Radioactivity. 2020. Vol. 222. Article 106351. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2020.106351.

АКТУАЛЬНІ НАПРЯМИ ТА ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ РОБІТ ВІДДІЛУ ГІГІЄНИ ПРИРОДНИХ, ПИТНИХ ВОД ІНСТИТУТУ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я ім. О.М. МАРЗЄЄВА В 2021–2025 РОКАХ

Прокопов В.О., Липовецька О.Б., Куліш Т.В., Соболь В.А.

Відділ гігієни природних, питних вод

Забезпечення населення України якісною питною водою є складною соціальною, економічною, гігієнічною, екологічною та господарською проблемою. Якісне, повноцінне та довготривале життя людини на землі залежить від багатьох чинників, у тому числі від стану об'єктів навколишнього середовища. Серед факторів, що повсякденно впливають на людину, питна вода відіграє особливу роль. З одного боку, вона є найважливішим елементом, без якого неможливе життя живої істоти і яка забезпечує функціонування усіх життєво важливих систем організму. З іншого, вода може негативно впливати на здоров'я населення, будучи забрудненою небезпечними мікроорганізмами та токсичними хімічними сполуками.

В Україні щорічно реєструються випадки інфекційних захворювань, пов'язаних з водним фактором, а також простежується вплив некондиційної за гідрохімічними показниками питної води на формування неінфекційної патології населення. Визнанням надзвичайної значущості проблеми забезпечення населення якісною питною водою в кожній країні світу стала прийнята у листопаді 1992 р. резолюція Генеральної асамблеї ООН щодо святкування Всесвітнього дня води (щорічно 22 березня).

В Україні проблемою питної води опікуються багато міністерств і відомств, в тому числі медичної компетенції (МОЗ України, НАМН України), розроблено та утверджено декілька великих довгострокових загальнодержавних і національних

водних програм, напрацьовуються нові вітчизняні законодавчо-нормативні акти в сфері питного водопостачання та якості питної води тощо.

У 1931 р. в місті Харкові Олександром Микитовичем Марзєєвим було засновано перший в країні Український інститут комунальної гігієни. До його складу входило декілька наукових структурних підрозділів (лабораторій), що займалися проблемами питної води, водопостачання та водовідведення. В післявоєнний київський період Інститут неодноразово змінював свою назву та відомчу належність (тепер це Державна установа «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України»), в якому до 1989 р. було дві водні лабораторії: гігієни питних вод (завідувач д. мед. наук, проф. Цапко В.В.) та санітарної охорони водойм (завідувач д. мед. наук, проф. Костовецький Я.Й.), які потім було об'єднано в єдину лабораторію з назвою гігієни природних, питних вод (завідувач д. мед. наук, проф. Прокопов В.О.). Об'єднання лабораторій було обумовлено недоцільністю вивчення взаємопов'язаних питань: природні (поверхневі, підземні) води як джерела питного водопостачання та питні води як кінцевий продукт водопідготовки незалежно одне від одного, що призводило до дублювання досліджень в їх науковій тематиці.

У теперішній водній лабораторії за понад 30-річний період її існування наукові дослідження проводяться за різними напрямами і при виконанні бюджетних, і господарчодоговірних НДР. Усі напрями досліджень, які наводяться нижче, спрямовані на вирішення основної головної мети – забезпечення населення якісною питною водою і торкаються з позицій гігієни оцінки стану та якості води поверхневих і підземних джерел питного водопостачання, технологій підготовки з цієї води кінцевого продукту (питної води), впливу некондиційної за мінеральним складом та вмістом токсичних хлорорганічних сполук питної води на теплокровний організм та здоров'я населення тощо.

В узагальненому вигляді найбільш актуальними напрямами досліджень, в яких проводяться науково-дослідні роботи, є наступні:

- Вивчення сучасного санітарного стану поверхневих та підземних вод як джерел питного водопостачання: удосконалення критеріїв та методів контролю якості води, методів моніторингу та прогнозування якості води водойм, обґрунтування профілактичних водоохоронних заходів;
- Обґрунтування використання нових технологій та методів підготовки питних вод та очистки стічних вод на об'єктах житлово-комунального господарства;
- Розробка гігієнічних принципів та підходів комплексного вирішення проблеми доочищення питної води в місцях безпосереднього її споживання;
- Гігієнічна оцінка особливостей утворення та небезпеки побічних продуктів знезараження води хлором та діоксидом хлору (леткі та нелеткі хлорорганічні сполуки, хлорити та хлорати, бромати тощо).
- Впровадження методології вивчення та оцінки канцерогенного та неканцерогенного ризику здоров'ю від дії хлорорганічних сполук (леткі ТГМ та нелеткі ГОК) питної води при трьох шляхах їх надходження до організму;
- Вивчення в токсикологічному експерименті комбінованої дії хлорорганічних та інших токсикантів питної води на теплокровний організм;
- Вивчення в епідеміологічних дослідженнях впливу некондиційної за мінеральним складом питної води та хлорованої питної води з надлишком хлорорганічних сполук (ХОС) на неінфекційну захворюваність населення.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В останні роки за напрямом вивчення та оцінки небезпечних побічних продуктів хлору та діоксиду хлору було виконано дві НДР:

- «Комплексна оцінка негативного впливу довготривалого споживання питної води, забрудненої хлорорганічними сполуками на фоні інших потенційних екотоксикантів, на теплокровний організм та неінфекційну захворюваність населення» (2019–2021 рр.);
- «Наукове обґрунтування шляхів мінімізації утворення у питній воді небезпечних хлоритів та хлоратів при використанні у водопідготовці діоксиду хлору» (2022–2024 рр.).

Обидві ці роботи Президією Національної академії медичних наук України відзначено Дипломами як кращі роботи.

В теперішній час виконується НДР «Обґрунтування спрощених гігієнічних вимог до будівництва та експлуатації артезіанських свердловин бюветного водопостачання для забезпечення питною водою населених пунктів в період воєнного стану та післявоєнної відбудови в Україні» (2025–2027 рр.).

Слід зауважити, що результати завершених НДР мають не тільки наукову та практичну новизну, але й несуть нові знання в досліджувану проблему, яка в нашій країні ще не розроблялася і тому дані такої роботи можуть вважатися першими.

Науковці водної лабораторії стали першими в Україні, що з 2001 р. почали системні дослідження питної води, обробленої хлором, який дотепер залишається основним знезаражуючим засобом у водопідготовці, на вміст токсичних летких тригалогенметанів (ТГМ, 7 речовин), а останнім часом і нелетких галогеноцтових кислот (ГОК, 9 речовин). Дослідження проводяться за різними напрямами: утворення, поведінка, видалення, біологічна дія на організм, вплив на здоров'я населення, канцерогенний ризик для здоров'я людей тощо.

Хлорорганічні сполуки класів ТГМ та ГОК являються побічними продуктами хлору, володіють загальнотоксичною та віддаленими ефектами дії на організм (мутагенною, канцерогенною тощо).

На річкових водопроводах України (Київ, Запоріжжя, Кропивницький, Житомир, Черкаси та ін.) нами показано, що

обидва класи ХОС утворюються в результаті взаємодії хлорагенту з органічними домішками природної води, їх рівні у воді залежать від дози та типу реагенту, часу експозиції, вмісту у воді органічних сполук, температури та pH води тощо.

В табл. 1 приведено результати модельних досліджень утворення пріоритетних побічних продуктів ХОС класів ТГМ та ГОК при хлоруванні природної води.

Таблиця 1 Результати утворення ТГМ та ГОК у природній воді за різних типів хлорокисників, доз хлору та часу експозиції (усереднені дані)

Експоз., хвилини	Фактичне значення параметра, мкг/дм^3 (M ± m, n = 3)			
	Хлороформ	Бромдихлорметан	МХОК	ТХОК
	Гіпохлорит натрію, мг/дм^3			
	3,0			
15	82,4 ± 1,9	8,7 ± 0,9	2,9 ± 0,1	7,7 ± 2,9
30	105,4 ± 3,5	16,9 ± 0,9	3,8 ± 0,4	10,3 ± 3,2
60	122,2 ± 4,1	18,7 ± 2,1	4,0 ± 0,3	10,5 ± 2,9
	5,0			
15	113,8 ± 1,9	15,9 ± 1,0	4,1 ± 0,4	11,7 ± 5,5
30	117,1 ± 6,4	19,9 ± 1,3	5,2 ± 0,2	14,9 ± 4,9
60	123,3 ± 7,5	19,3 ± 0,2	4,9 ± 0,4	17,9 ± 7,1
	7,0			
15	114,4 ± 2,4	13,8 ± 1,4	4,8 ± 0,3	20,2 ± 6,9
30	110,0 ± 6,0	13,7 ± 0,2	5,1 ± 0,5	21,5 ± 7,3
60	127,2 ± 2,9	20,2 ± 1,1	4,8 ± 0,1	20,4 ± 6,3
	Хлораміачна вода, мг/дм^3			
	3,0			
15	37,4 ± 3,7	2,1 ± 0,0	1,9 ± 1,2	3,4 ± 0,7
30	49,6 ± 12,3	3,0 ± 1,5	2,0 ± 0,9	4,3 ± 1,6
60	50,9 ± 5,2	3,6 ± 0,6	2,4 ± 1,3	5,8 ± 0,5
	5,0			
15	60,6 ± 16,3	5,0 ± 2,1	2,0 ± 0,6	5,0 ± 1,5
30	77,7 ± 15,9	6,2 ± 3,1	2,4 ± 0,9	6,3 ± 0,6
60	81,7 ± 41,9	9,5 ± 6,0	2,5 ± 1,3	7,1 ± 0,4
	7,0			
15	78,6 ± 7,1	3,8 ± 1,3	3,3 ± 1,3	7,2 ± 0,4
30	79,8 ± 4,4	3,6 ± 1,4	3,0 ± 1,1	7,4 ± 0,3
60	84,7 ± 6,8	3,2 ± 1,0	3,8 ± 2,2	8,3 ± 0,3

Найбільші концентрації ХОС утворюються при обробці води гіпохлоритом натрію чи хлор-газом, помітно менші – при обробці хлораміном. Рівні вмісту ТГМ значно більші, ніж ГОК; через 15 хвилин контакту за усіх хлорокисників концентрація хлороформу, на відміну від інших речовин, перевищує ГДК. Щодо інших речовин, то вони навіть за експозиції 60 хвилин при усіх хлорокисниках не перевищують ГДК.

Експериментальні дані утворення ТГМ та ГОК підтверджуються результатами натурних досліджень на річкових водопровідних станціях і свідчать, що при застосовуваних дозах хлораміну вміст у воді хлороформу, а отже і інших ХОС, завжди знаходиться в межах нормативів.

Враховуючи, що при застосуванні традиційної технології підготовки питної води, утворені в ній при хлоруванні ХОС не видаляються, надійним бар'єром мінімізації їх у воді може стати заміна агресивних хлорагентів на м'які хлораміни.

Санітарно-токсикологічним дослідженням, упродовж 6 місяців, за функціональним станом організму тварин (білі щури) при ізольованій та комбінованій дії хлороформу та МХОК з питною водою на рівні 1, 3 та 5 ГДК кожної речовини, встановлено зміни в організмі тварин під впливом цих речовин в концентраціях вищих за ГДК (60 та 20 мкг/дм^3 відповідно), що підтверджується відхиленнями від норми окремих біохімічних, гематологічних та імунологічних показників, які посилюються за залежністю «доза-час-ефект» із збільшенням рівня хлороформу та МХОК (3 та 5 ГДК), часу дії (120–180 діб) та сумісному їх надходженню до організму, що в більшій мірі обумовлено дією хлороформу. Токсичний вплив понаднормативних концентрацій хлороформу та МХОК питної води викликає зміни метаболічних процесів в організмі тварин, що проявляється достовірними змінами досліджуваних показників та може свідчити про можливість вичерпування компенсаторно-пристосувальних механізмів, потенційну загрозу виникнення і розвитку передпатологічних та з часом патологічних процесів у чутливих до дії ХОС органах – печінці,

нирках, серці тощо. Виходячи з цього, споживання населенням хлорованої питної води з понаднормативним вмістом пріоритетних ХОС (ТГМ та ГОК), передусім хлороформу, які класифікуються як високонебезпечні речовини, може стати одним із факторів ризику виникнення неінфекційних, в тому числі онкологічних, захворювань людей.

Оцінено індивідуальний та популяційний ризик при пероральному шляху надходження до організму людини хлорованої питної води з різним вмістом хлороформу. Індивідуальний канцерогенний ризик для населення м. Києва, яке споживає питну воду з вмістом хлороформу на рівні 0,5 ГДК, становить $3{,}3 \times 10^{-5}$ та знаходиться в межах цільового ризику, що не вимагає додаткових заходів його зниження; при такому ризику можна очікувати 3,3 додаткових випадків раку протягом усього життя на 100 тис. населення. В м. Кропивницькому, де населення споживає питну воду з вмістом хлороформу на рівні 2,5 ГДК, індивідуальний канцерогенний ризик становить $2{,}1 \times 10^{-4}$ і є неприйнятним, що потребує розробки та проведення планових оздоровчих заходів; при такому ризику можна очікувати 21,1 додаткових випадків раку протягом усього життя на 100 тис. населення.

Присутність хлороформу у хлорованій питній воді окремих регіонів України піддає великі групи населення негативному впливу цих речовин, що класифіковані як канцерогенні або можливо канцерогенні для людини.

В Україні вивчення впливу забрудненої хлороформом питної води на онкозахворюваність населення розпочато лише останніми роками. Епідеміологічні спостереження проводилися нами в м. Черкаси. Тут в період до переходу водопровідної станції на оброблення дніпровської води методом хлорування з преамонізацією використовували хлор-газ у дозах 4,8–10,2 мг/дм^3. Контроль вмісту хлороформу у водопровідній питній воді засвідчив, що середньорічні рівні забруднення її токсикантом реєструються в межах 2–4 ГДК (в середньому від 126,2 до 205,3 мкг/дм^3) (рис. 1). В роботі використано

результати ретроспективних досліджень води на вміст хлороформу хімлабораторії водопровідної станції за зазначений період (2004–2010 рр.).

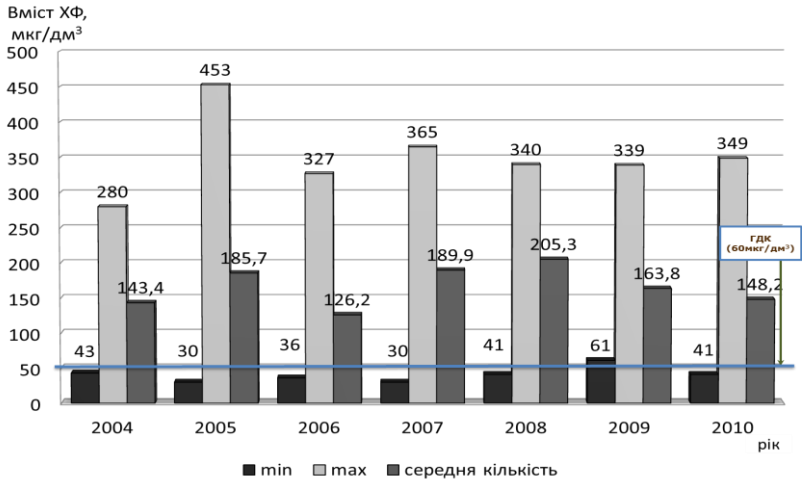


Рис. 1. Середньорічний вміст хлороформу у водопровідній питній воді м. Черкаси (реагент: хлор-газ)

Враховуючи тривалий латентний період, що передував клінічним появам раку, у дослідження було включено осіб віком понад 35 років, згрупованих за статтю і віком. Визначення зв'язку між рівнем хлороформу у воді і онкозахворюваністю населення проводилося на підставі вивчення середніх багаторічних показників загальної онкопатології та за окремими нозологічними одиницями (рак органів травлення та сечової системи). Аналіз захворюваності на злоякісні новоутворення проводився з урахуванням усіх випадків з уперше встановленим і гістологічно верифікованим діагнозом раку.

Аналіз загальної онкологічної захворюваності за досліджувальний період показав, що у м. Черкаси вона стосовно аналогічного показника по Україні та середньообласного

показника по Черкаській області не має суттєвих відмінностей. При аналізі структури онкологічної патології за нозологічними одиницями було встановлено, що у м. Черкаси захворюваність на рак ободової кишки і сечового міхура в 1,6 і 1,7 рази і 1,1 і 1,2 рази вища від середньообласного і середньоукраїнського показника відповідно. Проведена статистична обробка даних показала наявність прямих сильних зв'язків і кількісних залежностей, описувані коефіцієнтами кореляції, детермінації та показниками відносного ризику, між питною водою з різним вмістом хлороформу і рівнями захворюваності на дану патологію (таблиця 2).

Таблиця 2 Зв'язок між показниками забруднення питної води хлороформом і онкозахворюваністю

Нозологічна форма	Середньобагаторічний рівень захворюваності, кількість випадків на 100 тис. населення		Коефіцієнт кореляції	Відносний ризик	Етіологічна частка
Рак ободової кишки	ч.	29,7	0,5–0,7	2,2 ± 0,05 (1,75 : 5,57)	38
	ж.	27,0			
Рак сечового міхура	ч.	20,2	0,5–0,8	4,1 ± 0,1 (2,8 : 8,3)	41
	ж.	3,9			

Так, «дуже високий» і «високий» ступінь обумовленості мають підвищений ризик захворюваності на рак ободової кишки і сечового міхура з достовірними показниками відносного ризику в межах від 2,2 до 4,1 і з етіологічною часткою 38% і 41% відповідно. Отримані дані свідчать про вагомий внесок питної води, забрудненої побічними продуктами хлорування, у формування раку ободової кишки і сечового міхура і наявність підвищеного ризику цих хвороб в разі тривалого вживання хлорованої питної води з понаднормативним вмістом ХОС, зокрема хлороформу.

Отже, можна заключити, що дослідження, які виконуються в теперішній час з проблеми ХОС у питній воді, помітно збільшуються, але за медико-біологічним напрямом у порівнянні з іншими напрямами залишаються недостатніми. В подальшому медико-біологічні дослідження, насамперед епідеміологічні, мають стати пріоритетними для більш переконливого обґрунтування ролі хлорованої питної води, забрудненої ХОС, у формуванні неінфекційної захворюваності населення.

Останнім часом в лабораторії набув розвитку напрямок, пов'язаний з оцінкою застосування у водопідготовці замість хлору діоксиду хлору, при якому теж, як і при хлоруванні, утворюються небезпечні побічні продукти, зокрема хлорити та хлорати. Для хлоритів у нас розроблено вітчизняний норматив у питній воді (ГДК 0,2 мг/дм^3), хлорати дотепер не вважалися токсичною речовиною. В теперішній час за рекомендацією ВООЗ не тільки хлорити, а й хлорати віднесено до токсичних речовин, для них встановлено однакові нормативи у питній воді на рівні 0,7 мг/дм^3.

В Україні, на відміну від багатьох зарубіжних країн світу, тільки тепер на кількох річкових водопроводах, в тому числі й Дніпровському водопроводі м. Києва, було впроваджено діоксид хлору в технологію підготовки питної води. Комплексними довгостроковими нашими дослідженням на цьому об’єкті, де діоксид хлору застосовується для первинної (1,0–3,0 мг/дм^3) та вторинної (0,2–0,6 мг/дм^3) обробки поверхневої води, було отримано наукові дані, що дозволило обґрунтувати вітчизняну «діоксид-хлорну» технологію водопідготовки з урахуванням незадовільної якості води в наших джерелах, недосконалої та застарілої технологічної схеми обробки води тощо. В дослідженнях було встановлено особливості утворення та видалення на очисних спорудах водопроводу хлоритів та хлоратів, вплив на цей процес природних та технологічних чинників тощо. На рис. 2 показано, що в теплий період року традиційні етапи водопідготовки

(відстоювання, фільтрування) при застосуванні навіть посиленої коагуляції (сульфат алюмінію + хлорне залізо) не спроможні мінімізувати, зокрема хлорити, у питній воді до безпечних рівнів стосовно вітчизняного нормативу (0,2 мг/дм^3).

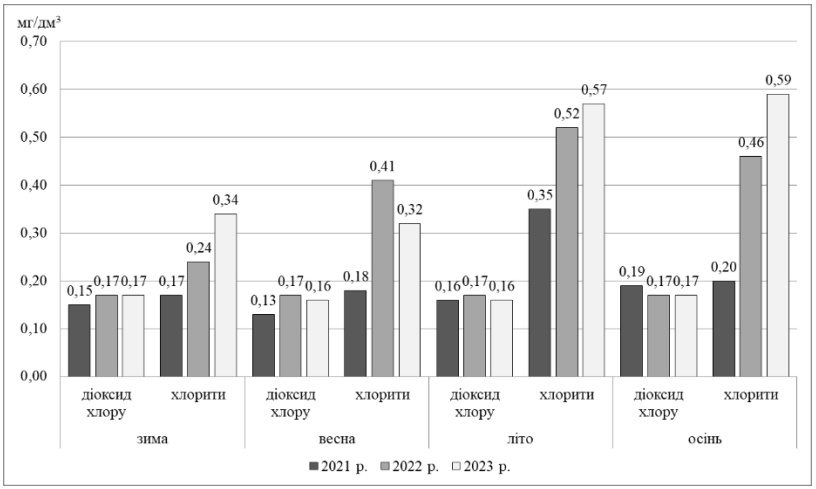


Рис. 2. Показники середньосезонних концентрацій діоксиду хлору та хлоритів у питній воді (РЧВ), що надходить до водопровідних мереж у роки спостереження

Із застосуванням розрахункової методології оцінки неканцерогенного ризику для різних концентрацій хлоритів та в санітарно-токсикологічному експерименті при споюванні тварин з різними концентраціями у воді хлоритів та хлоратів від 0,2 мг/дм^3 (вітчизняний норматив) до 0,7 мг/дм^3 (норматив ВООЗ) показано, що їх вміст у питній воді, в зазначених концентраціях, не є критичним для здоров’я населення, що дало нам підстави рекомендувати МОЗ України змінити застарілий радянський норматив з 0,2 мг/дм^3 на 0,7 мг/дм^3. Цей норматив сьогодні законодавчо дозволено використовувати на особливий період в нашій країні (наказ МОЗ України від 22.04.2022 р. № 683).

У теперішній час в лабораторії/відділі виконується науково-дослідна робота, пов'язана з вивченням та оцінкою бюветного водопостачання в країні. Це надзвичайно перспективний вид децентралізованого питного водопостачання, особливо для населених пунктів, що постраждали від агресії рф проти України. Тут гостро відчувається дефіцит питної води, що погіршує умови проживання населення та негативно впливає на стан здоров'я людей.

Видобування підземної води свердловинами, об'єднаними з декількома розподільними колонками в єдиний водозабірний комплекс, отримало назву «бювет». Бюветні комплекси для безкоштовної роздачі води населенню вперше з'явилися в м. Києві після аварії на Чорнобильській АЕС. Досвід їх застосування мав сприяти розвитку бюветного водопостачання в країні, але, на жаль, цього не сталося з ряду причин, з яких основною є наступна. Відсутність до теперішнього часу в ДБН В.2.5-74-2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування» науково обґрунтованих еколого-гігієнічних вимог до проєктування та будівництва свердловин бюветного водопостачання в частині вибору для них земельних ділянок під розташування, розміру водоохоронної зони (перший пояс суворого режиму), контролю якості бюветної води. Бюветні свердловини проєктуються та будуються за нормативами для свердловин централізованого водопостачання, будучи різними за призначенням (децентралізоване водопостачання) та режимом експлуатації (періодичний).

Вітчизняними нормативно-правовими актами дотепер регламентуються умови розташування водопровідних свердловин в населеному пункті (на земельній ділянці поза житлової забудови) та розміри для них першого поясу (суворого режиму) зони санітарної охорони (ЗСО): для захищених водоносних горизонтів радіусом 30 м або зі зменшенням при обґрунтуванні до 15 м, а також правові вимоги до їх влаштування та утримання. Для бюветних свердловин, як вважають розробники проектів їх будівництва, додержуватися

таких вимог при виборі вільної від забудови та достатніх розмірів для встановлення першого поясу ЗСО земельної ділянки при щільній забудові житлової зони населеного пункту, практично неможливо.

Для вирішення питання щодо неправомірності при проєктуванні та будівництві бюветних свердловин використовувати такі ж самі нормативи (еколого-гігієнічні вимоги), що й для водопровідних свердловин, нами проведена комплексна порівняльна оцінка умов застосування та якості підземної води з цих свердловин, що живляться з однойменних водоносних горизонтів (Сеноманського та Юрського).

В м. Києві свердловини підземної води (Сеноманський та Юрський водоносні горизонти) використовуються в децентралізованому бюветному водопостачанні та в централізованому водопостачанні у складі дніпровсько-деснянсько-артезіанського міського водопроводу.

Застосування свердловин підземної води в системах централізованого та децентралізованого водопостачання було проаналізовано та оцінено нами за десятьма критеріями, що включали загальні, нормативно-правові питання та питання якості та безпечності підземної води бюветних та водопровідних свердловин для здоров'я водоспоживачів (табл. 3).

Таблиця 3 Порівняльна характеристика застосування свердловин підземної води в системах питного водопостачання

№	Критерії	Водозабірна споруда	
		водопровідна свердловина	**бюветна свердловина**
1.	Місце розташування водозабору	За межами території житлової забудови	В межах території житлової забудови
2.	Джерело живлення водозабору	Однойменні, підземна вода видобувається з надійно захищених Сеноманського та Юрського водоносних горизонтів	
3.	Система питного водопостачання	Централізоване водопостачання	Нецентралізоване водопостачання (автономний водозабірний комплекс)

№	Критерії	Водозабірна споруда	
		водопровідна свердловина	**бюветна свердловина**
4.	Нормативне забезпечення проєктування та експлуатації водозабору	ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування»	Відсутнє. Застосовуються нормативи для свердловин системи централізованого водопостачання
5.	Технологічний режим експлуатації водозабору	Безперервний	Періодичний
6.	Організація зони санітарної охорони (поясу суворого режиму) водозабору	Організовано в межах 30 м або 15 м від оголовку свердловини	Організовано номінально (формально), розміри в натурних умовах для окремих свердловин сягають 7–10 м
7.	Додержання правового режиму в межах першого поясу ЗСО водозабору	Дотримується відповідно до вимог чинного нормативного документу: Постанова КМУ від 18.01.1998 р. № 2024	Санітарно-епідеміологічні вимоги щодо належного утримання першого поясу ЗСО водозабору не витримуються
8.	Оцінка хімічного складу підземної води із свердловин стосовно нормативних вимог	За показниками хімічного складу підземна вода із свердловин в основному відповідає вимогам питної води згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»	
9.	Можливі відхилення у воді окремих показників від санітарних нормативів	Періодично в окремих пробах підземної води із зазначених свердловин реєструються одні і ті ж показники з перевищенням нормативних значень: запах, каламутність, загальне залізо, марганець	
10.	Ризик здоров'ю від показників з перевищеними нормативними значеннями	Зазначені показники (речовини) з понаднормативними значеннями у підземній воді із свердловин мають природне походження, не є токсичними і можуть тільки впливати на органолептичні властивості води, погіршуючи її естетичну привабливість	

Аналіз представлених даних показує, що за окремими критеріями свердловини бюветних комплексів відрізняються від

свердловин централізованого водопостачання наступним: вони повинні бути розташовані в межах житлової забудови на вільній земельній ділянці достатнього розміру для встановлення першого поясу ЗСО та для вільного доступу водоспоживачів до розподільних колонок; за цих умов такі свердловини є спорудами децентралізованого водопостачання, які за санітарно-технічними критеріями є кращими за традиційні споруди (колодязі, каптажі джерел) нецентралізованого водопостачання; як для свердловин децентралізованого водопостачання технологічний режим водовідбору з розподільних колонок носить періодичний характер із практично повним припиненням їх роботи в нічний час; санітарно-охоронна зона (перший пояс) навколо свердловини носить формальний характер, вона не забезпечена охоронною сигналізацією, в ній порушується основний принцип – заборона перебування в поясі суворого режиму сторонніх осіб.

При наявних відмінностях в застосуванні та експлуатації бюветних свердловин стосовно водопровідних свердловин підземна вода, що видобувається ними із однойменних водоносних джерел, за основними показниками хімічного складу як в межах мінімальних, так і максимальних їх значень, з періодичним непостійним відхиленням окремих однакових показників від нормативі, практично не відрізняється між собою і в основному відповідає вимогам питної води згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10. Відповідність якості підземної води нормативам на питну воду притаманна бюветній воді із свердловин з різними розмірами поясу суворого режиму ЗСО, який для окремих свердловин сягає 7–10 м.

Звідси бюветні свердловини не повинні ототожнюватися з водопровідними свердловинами та проєктуватися за їх нормативами, а потребують розробки для них спрощених вимог, наближених до вимог для споруд децентралізованого водопостачання (колодязі, каптажі джерел), передусім в частині розмірів земельної ділянки першого поясу ЗСО. Для бюветних свердловин розміри першого поясу суворого режиму ЗСО,

виходячи з наших досліджень, можуть бути зменшені до рівня 7–10 м від водозабору.

На підставі порівняльної оцінки застосування та якості води з бюветних та водопровідних свердловин запропоновані спрощені еколого-гігієнічні вимоги до проєктування та будівництва бюветних свердловин в частині їх розташування та розмірів першого поясу ЗСО в населеному пункті, що потребують нормативного їх врегулювання шляхом внесення змін до чинних ДБН В.2.5-74:2013 та ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Результати досліджень, що витікають з виконаних НДР, щорічно висвітлюються в наукових публікаціях у вигляді статей або тез науково-практичних конференцій тощо.

На рисунку 3 проілюстровано кількісну характеристику наукової продукції лабораторії/відділу за останні роки (з 2021 по 2025 рр.). За цей час нами було опубліковано біля 50 робіт, в тому числі 17 статей та 29 тез наукових доповідей.

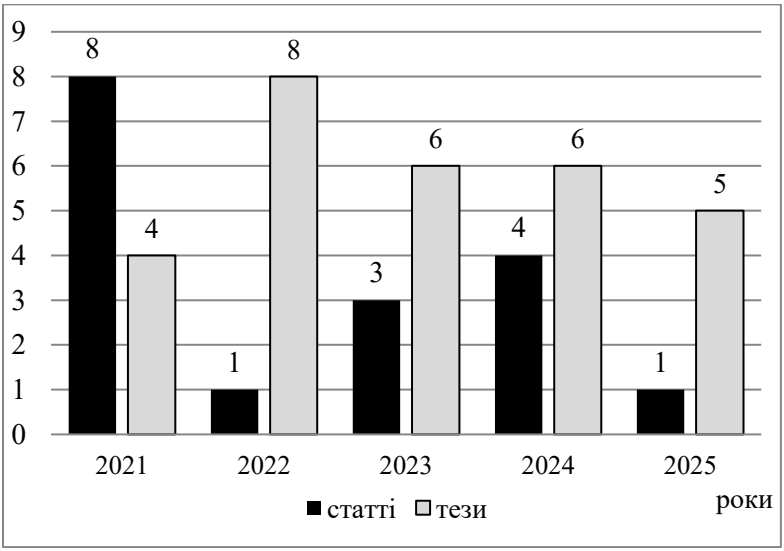


Рис. 3. Кількість наукових публікацій за 2021–2025 рр.

У 2021 р. вийшла у світ монографія Лотоцької О.В. та Прокопова В.О. «Гігієнічні проблеми питного водопостачання в Західному регіоні України» (Тернопіль, Укрмедкнига, 200 с.).

В лабораторії/відділі Інституту багато уваги приділяється підготовці її науковцями дисертаційних робіт, в ній також отримують консультативну допомогу вчені з інших наукових установ, що займаються науковими дослідженнями в сфері гігієни водних проблем та підготовкою дисертаційних робіт.

З часу утворення в Інституті об'єднаної водної лабораторії за керівництва та консультації доктора мед. наук, професора Прокопова В.О. в різні роки було виконано та захищено 16 дисертаційних робіт (табл. 4). У теперішній час завершена підготовка докторської дисертації провідного наукового співробітника Липовецької О.Б.

Захищені дисертаційні роботи охоплюють різні еколого-гігієнічні та медико-біологічні аспекти проблеми питної води, водопостачання та водовідведення. Їх авторами були науковці установ з різних регіонів України – Києва, Ужгорода, Тернополя, Дніпра, Одеси, Харкова тощо.

Таблиця 4 Розподіл дисертаційних робіт за їх рівнем та установами підготовки

Рівень дисертації	Науковці інституту	Науковці з інших установ
Кандидатська	5	3
Докторська	4	4

Окрім наукових досліджень, що виконуються в рамках НДР, значна увага приділяється науково-практичній, експертній та консультативній роботі. Найбільш вагомі результати за цим напрямком в останні роки є такі:

❖ Напрацьовувалися пропозиції по наближенню чинних ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» до вимог Європейської Директиви про якість питної води (Директива 98/83 від

03.11.1998 р. та Директива 2020/2184 від 16.12.2020 р.). Чергові зміни до документу було затверджено наказом МОЗ України від 18.02.2022 р. № 331 (табл. 1 додатку 2).

❖ За нашою пропозицією МОЗ України наказом від 22.04.2022 р. № 683 встановив гігієнічні нормативи якості питної води в умовах воєнного стану та під час надзвичайних ситуацій іншого характеру. Зокрема, вперше уведено нормативи на хлорити та хлорати на рівні 0,7 мг/дм^3, які було обґрунтовано в наших дослідженнях.

❖ Обґрунтовано пропозиції щодо спрощених еколого-гігієнічних вимог до розташування та розмірів першого поясу зони санітарної охорони бюветних свердловин в населених пунктах. Пропозиції спрямовані на необхідність корегування цих питань в санітарних та будівельних нормативних документах (ДСанПіН, ДБН).

❖ Наукова експертиза матеріалів об'єктів водопостачання та водовідведення за господарчими договорами (щорічно виконується 120–150 короткострокових експертних робіт на суму понад 1 млн грн).

Науково-консультативна робота (лабораторія є визнаним в країні консультативним центром з еколого-гігієнічних та медико-біологічних питань водопостачання та водовідведення, який щорічно виконує великий обсяг робіт за цим напрямком).

ВИСНОВКИ

Підсумовуючи результати досліджень НДР, виконаних в 2021–2025 рр., слід констатувати, що усі вони спрямовані на вирішення найбільш актуальних наукових питань безпечного водокористування населенням України питною водою при застосуванні систем централізованого та децентралізованого водопостачання. Результатами досліджень обґрунтовуються ефективні заходи з попередження або мінімізації забруднення питної води небезпечними органічними та неорганічними продуктами хлору та діоксиду хлору.

Обґрунтовано доцільність розвитку в Україні бюветного водопостачання як нового та більш ефективного різновиду традиційного нецентралізованого водопостачання. Отримані результати переслідують головну ціль – сприяти безпечному забезпеченню людей якісною питною водою, покращенню умов їх життя та збереженню здоров'я.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Липовецька О. Б., Прокопов В. О., Антомонов М. Ю. Визначення канцерогенного ризику здоров'ю від дії хлороформу питної води за інгаляційного та нашкірного надходження до організму з використанням спрощених розрахункових формул. Довкілля та здоров'я. 2021. № 1 (98). С. 14–19. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2021.01.014.
2. Дослідження ортополіфосфатного препарату «Sea Quest Liquid» для антикорозійної та стабілізаційної обробки води / М. І. Ромащенко та ін. Меліорація і водне господарство. 2021. № 1. С. 5–14. DOI: https://doi.org/10.31073/mivg202101-273.
3. Дослідження ізольованої та комбінованої дії хлороформу та сульфату алюмінію з питною водою на еритроцитарну систему крові тварин / Л. А. Томашевська та ін. Гігієна населених місць: зб. наук. пр. Київ, 2021. Вип. 71. С. 111–117. DOI: https://doi.org/10.32402/hygiene2021.71.111.
4. Дослідження впливу ізольованої та комбінованої дії хлороформу і сульфату алюмінію з питною водою на структурно-функціональний стан крові тварин / Л. А. Томашевська та ін. Довкілля та здоров'я. 2022. № 4 (105). С. 44–51. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2022.04.044.
5. Небезпечні хлорити у питній воді: утворення та видалення з використанням діоксиду хлору у технології водопідготовки / В. О. Прокопов та ін. Довкілля та здоров'я. 2023. № 1 (106). С. 43–50. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2023.01.043.

6. Прокопов В. О., Липовецька О. Б., Куліш Т. В. Гігієнічна оцінка небезпечних хлоритів в обробленій діоксидом хлору питній воді та ризик від її вживання для здоров'я населення. Медичні перспективи. 2023. Т. 28. № 3. С. 162–169. DOI: https://doi.org/10.26641/2307-0404.2023.3.289220.
7. Прокопов В. О., Липовецька О. Б., Куліш Т. В. Дослідження вмісту в обробленій діоксидом хлору Дніпровській питній воді хлоритів та оцінка їхньої небезпеки для здоров'я водоспоживачів. Довкілля та здоров'я. 2024. № 3 (112). С. 48–56. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2024.03.048.
8. Особливості системи крові тварин за умов споживання питної води зі вмістом хлоратів / Т. Є. Кравчун та ін. Медичні перспективи. 2024. Т. 29. № 2. С. 187–193. DOI: https://doi.org/10.26641/2307-0404.2024.2.307693.
9. Моніторинг вмісту небезпечних хлоритів у питній воді та ефективність їх видалення при використанні в традиційній технології водопідготовки діоксиду хлору / В. О. Прокопов та ін. Довкілля та здоров'я. 2024. № 4 (113). С. 52–59. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2024.04.052.
10. Біохімічні аспекти впливу різних концентрацій хлоритів у питній воді (експериментальні дослідження) / Л. А. Томашевська та ін. Довкілля та здоров'я. 2025. № 1 (114). С. 39–44. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2025.01.039.
11. Деякі аспекти комбінованого впливу хлоритів та хлоратів різних концентрацій в питній воді на гематологічні показники у тварин / Т. Є. Кравчун та ін. Довкілля та здоров'я. 2025. № 3 (116). С. 56–62. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2025.03.056.
12. Наукове обґрунтування і опрацювання спрощених еколого-гігієнічних вимог до розташування та розмірів першого поясу зони санітарної охорони свердловин підземної води бюветних комплексів в населеному пункті / В. О. Прокопов та ін. Довкілля та здоров'я. 2026. № 1 (118). С. 47–56. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2026.01.047.

ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА АКУСТИЧНОГО СТАНУ СЕЛІТЕБНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА ВПЛИВУ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК 5,2 МВт ТА НОРМУВАННЯ ВІБРАЦІЇ В ЖИТЛОВИХ І ГРОМАДСЬКИХ БУДИНКАХ

Семашко П.В., Думанський В.Ю., Гоц О.В., Галак С.С., Безверха А.П., Сердюк Є.А., Новохацька С.М.

Лабораторія фізико-хімічних досліджень

Сучасний етап розвитку урбанізованих територій супроводжується зростанням техногенного навантаження на середовище життєдіяльності людини. Серед чинників фізичної природи провідне місце займають акустичне та вібраційне забруднення, що негативно впливають на здоров'я, психоемоційний стан і якість життя населення. За даними ВООЗ та Європейської агенції з охорони довкілля, шумове забруднення є однією з ключових загроз для здоров'я: щонайменше 20% населення Європи хронічно зазнає дії рівнів шуму, що перевищують безпечні гігієнічні нормативи [1–3]. Щорічні втрати від транспортного шуму становлять близько 1,5 млн років здорового життя та понад 100 млрд євро економічних збитків, що дорівнює приблизно 0,6% ВВП регіону [2, 3].

Наймасштабнішим джерелом шуму залишається автомобільний транспорт [1–3]. Водночас розвиток альтернативної енергетики призвів до появи нових джерел фізичного впливу – вітроенергетичних установок мегаватного класу. ВЕУ потужністю понад 5 МВт генерують широкосмуговий шум із низькочастотним спектром, що поширюється на значні відстані та проникає у житлові приміщення [4]. ВООЗ у «Керівництві з питань шуму в навколишньому середовищі для Європейського регіону» (2018) віднесла цей фактор до критичних джерел акустичного

навантаження [1]. Такий шум створює проблему хронічного дискомфорту для мешканців прилеглих територій і потребує методів довгострокового прогнозування очікуваних рівнів та оцінки ймовірної реакції населення (дратівливість, порушення сну) відповідно до міжнародних критеріїв безпеки.

Поряд із шумом іншим важливим чинником комунального середовища є вібрація, що виникає внаслідок роботи інженерного обладнання або руху важкого транспорту. Тривала дія навіть низькоінтенсивних вібрацій спричиняє синдром хронічної втоми, розлади нервової системи та зниження працездатності. Сучасна гігієнічна наука переходить від миттєвої оцінки параметрів до інтегрального дозового підходу. Використання показника дози віброприскорення (Vibration Dose Value – VDV) відповідно до стандартів ISO та BS дає змогу враховувати накопичувальний ефект переривчастих і пікових навантажень на населення протягом доби [10, 11].

Отже, актуальним завданням є розробка методології комплексної оцінки шумового та вібраційного навантаження на здоров'я населення в умовах сучасних урбанізованих територій, що забезпечить наукове обґрунтування санітарних норм і містобудівних заходів захисту населення.

У цьому розділі представлено результати комплексних досліджень, виконаних у лабораторії фізико-хімічних досліджень протягом 2022–2026 рр. Автори запропонували науково обґрунтовані методичні підходи та алгоритми прогнозування поширення шуму від потужних ВЕУ на прилеглі селітебні території, а також гранично допустимі параметри й значення дози вібрації (VDV) для забезпечення безпечних і комфортних умов проживання у житлових та громадських будівлях.

Метою роботи було оцінити акустичний вплив вітрової електростанції з вітроенергетичними установками WTU 5,2-140 на прилеглі сельбищні території, науково обґрунтувати мінімальний санітарний розрив між вітровими енергетичними установками та житловою забудовою, а також науково

обґрунтувати допустимі значення дози вібрації (Vibration Dose Value, VDV) для оцінки впливу переривчастої та імпульсної вібрації у житлових і громадських будівлях України з урахуванням національних часових інтервалів перебування людей у приміщеннях.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження виконано із застосуванням двох взаємодоповнюючих методичних підходів.

Для оцінки акустичного впливу ВЕУ проведено натурні акустичні вимірювання та розрахунки рівнів звукового тиску і звукової потужності вітрової турбіни WTU 5,2-140. Дослідження виконували відповідно до вимог ДСТУ EN 61400-11:2022, ISO 1996-1:2016, ISO 1996-2:2017 та ISO 9613-2:2024 [5–8]. Гігієнічну оцінку результатів здійснювали згідно з ДСН № 463-2019 [9]. Визначали відстані від ВЕУ до найближчих населених пунктів, аналізували октавні спектри шуму, оцінювали невизначеність вимірювань та прогнозували рівні шуму на сельбищних територіях.

Для обґрунтування нормативних значень вібрації дослідження виконано як нормативно-аналітичне моделювання на основі порівняльного аналізу міжнародних стандартів ISO 2631-1, ISO 2631-2 та BS 6472-1 [10, 11], а також положень законодавства України щодо визначення денного та нічного періодів. Для адаптації міжнародних критеріїв використано математичну модель розрахунку VDV, яка базується на четвертому ступені залежності дози від рівня віброприскорення та тривалості експозиції.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

1. Прогнозування рівнів шуму від сучасних вітроенергетичних установок потужністю 5,2 МВт на прилеглій сельбищній території та їх гігієнічна оцінка.

Стрімкий розвиток відновлюваної енергетики у світі та в Україні супроводжується активним впровадженням вітрових

електростанцій (ВЕС) великої потужності. Сучасна тенденція розвитку вітроенергетики полягає у переході до використання вітрових турбін потужністю понад 5 мегават зі збільшеними значеннями висоти башти й діаметра ротора. Такий перехід дає змогу суттєво підвищити ефективність генерації електроенергії, насамперед у районах зі складним рельєфом і нестабільними вітровими характеристиками. Водночас збільшення електричної потужності й діаметра ротора вітрових турбін цього типу обумовлюють підвищення їх акустичної потужності, що може суттєво впливати на акустичний стан прилеглих до ВЕС територій населених пунктів.

За даними сучасних систематичних оглядів [1–4] шум від вітрових турбін є одним із провідних факторів впливу ВЕС на населення прилеглих територій. У науковій літературі встановлено зв'язок між експозицією до шуму, створюваного вітроенергетичними установками (ВЕУ), і появою скарг від населення на подразливість, порушення сну, погіршення психоемоційного стану й зниження якості життя [4]. Рівень шумового впливу суттєво залежить від відстані до турбін, метеорологічних умов, рельєфу місцевості й потужності ВЕУ.

У міжнародній практиці значення необхідної відстані від ВЕС до межі житлової забудови визначаються переважно на основі вимірювань акустичних характеристик вітрових турбін із подальшим моделюванням для прогнозування очікуваних рівнів звуку й звукового тиску на прилеглих територіях [5–8]. Водночас для турбін великої потужності питання достатності такої відстані залишається дискусійним і потребує проведення додаткових натурних досліджень, особливо в умовах складного рельєфу та наближення селітебних територій до ВЕС.

Іншими словами, для подальшого практичного застосування цих турбін результати математичного моделювання необхідно підтвердити результатами натурних акустичних вимірювань.

Обґрунтування розміру санітарного розриву від вітрових турбін WTU 5,2-140 до меж найближчих населених пунктів було

здійснене в рамках виконання договірної науково-дослідної роботи на території ВЕС і прилеглих до неї селітебних територіях.

Результати визначення значень висоти майданчиків ВЕУ й найближчих селищ над рівнем моря представлені в табл. 1.

Таблиця 1 Значення висоти майданчиків ВЕУ й найближчих селищ над рівнем моря

Точка вимірювання	Висота майданчика найближчої ВЕУ над рівнем моря, м	Висота найближчого селища над рівнем моря, м
Селище *B*	965	598
Селище *L*	880	720
Селище *I*	920	680
Селище *K*	850	690

За результатами розрахунку відстаней між селами й ВЕУ за їхніми координатами (з урахуванням значень висоти над рівнем моря) встановлено, що відстань від межі селища *B* до найближчої ВЕУ становить 2595,9 м, відстань від межі селища *L* до найближчої ВЕУ становить 912,6 м, відстань від межі селища *I* до найближчої ВЕУ дорівнює 1055,4 м, відстань від межі селища *K* до найближчої ВЕУ становить 2618,3 м.

За результатами розрахунків невизначеностей вимірів рівнів звуку від вітрової турбіни WTU 5,2-140 встановлено:

- стандартна невизначеність середнього значення (u_A) становить 0,851 дБА;
- сумарна стандартна невизначеність (u_C) становить 1,01 дБА;
- розширена невизначеність (U) результатів вимірювань акустичних характеристик ВЕУ з вітровою турбіною WTU 5,2-140 (довірчий інтервал 95%, коефіцієнт охоплення k = 2) становить 2,02 дБА.

За результатами перерахунку рівнів звукового тиску й рівня звуку за швидкості вітру 7,5 м/с у рівні звукового тиску та

рівень звуку для швидкості вітру 10 м/с: для швидкості вітру 10 м/с середній рівень звуку від вітрової турбіни WTU 5,2-140 становитиме 57,6 дБА.

За результатами розрахунку рівнів звукової потужності від вітрової турбіни WTU 5,2-140 при швидкості вітру 10 м/с встановлено, що рівень звукової потужності від вітрової турбіни WTU 5,2-140 становить 111,4 ± 2 дБА.

За результатами розрахунку очікуваних рівнів звукового тиску від вітрової турбіни WTU 5,2-140 на прилеглій селітебній території (селище *L*) за відстані 913 м (поточний стан) встановлено, що за відстані від центра ротора турбіни WTU 5,2-140 до мікрофона в 913 м розрахункові рівні звукового тиску й рівень звуку перевищують допустимі значення для нічного часу доби (в октавній смузі із середнім геометричним значенням 250 Гц – на 1,9 дБ, в октавній смузі із середнім геометричним значенням 500 Гц – на 3,5 дБ, в октавній смузі із середнім геометричним значенням 1000 Гц – на 0,1 дБ).

За результатами розрахунку очікуваних рівнів звукового тиску від вітрової турбіни WTU 5,2-140 на прилеглій селітебній території (селище *L*) за відстані 1250 м (прогноз) встановлено, що за даних умов розрахункові рівні звукового тиску й рівень звуку не перевищують допустимих значень для нічного часу доби.

Результатами вимірювань і гігієнічної оцінки рівнів звукового тиску й рівнів звуку від вітрової турбіни WTU 5,2-140 на найближчих селітебних територіях представлені в табл. 2.

Таблиця 2 Результатами вимірювань і гігієнічної оцінки рівнів звукового тиску й рівнів звуку від вітрової турбіни WTU 5,2-140 на найближчих селітебних територіях

Територія / показник	Рівні звукового тиску в октавних смугах із середніми геометричними значеннями частот, Гц								Рівень звуку, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Селище *B*	48,6	51,4	43,6	39,5	31,5	33	30,3	27,1	42,2
Доп. рівень для нічного часу доби, дБ (дБА)	60	52	45	40	36	34	33	32	45

Територія / показник	Рівні звукового тиску в октавних смугах із середніми геометричними значеннями частот, Гц								Рівень звуку, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Різниця з доп. рівнем для нічного часу доби, дБ (дБА)	–11,4	–0,6	–1,4	–0,5	–4,5	–1,0	–2,7	–4,9	–2,8
Селище *L*	51,3	49	42,6	43,8	42,5	31,1	27	28	45,7
Фоновий рівень у денний час доби, дБ (дБА)	44	38	34	32	30	27	24	21	35,3
Без фонового рівня в денний час доби, дБ (дБА)	50,4	48,6	42,0	43,5	42,2	29,0	24,0	27,0	45,2
Допустимий рівень для денного часу доби, дБ (дБА)	67	60	54	49	46	44	43	42	55
Різниця з допустимим рівнем для денного часу доби, дБ (дБА)	–16,6	–11,4	–12,0	–5,5	–3,8	–15,0	–19,0	–15,0	–9,8
Фоновий рівень у нічний час доби, дБ (дБА)	38	37	30	28	27	23	20	18	31,8
Без фонового рівня в нічний час доби, дБ (дБА)	51,1	48,7	42,4	43,7	42,4	30,4	26,0	27,5	45,5
Допустимий рівень для нічного часу доби, дБ (дБА)	60	52	45	40	36	34	33	32	45
Різниця з допустимим рівнем для нічного часу доби, дБ (дБА)	–8,9	–3,3	–2,6	3,7	6,4	–3,6	–7,0	–4,5	0,5
Селище *I*	42,6	36	31,4	31,4	32,4	31,8	25,8	26,8	37,5
Допустимий рівень для нічного часу доби, дБ (дБА)	60	52	45	40	36	34	33	32	45
Різниця з допустимим рівнем для нічного часу доби, дБ (дБА)	–17,4	–16,0	–13,6	–8,6	–3,6	–2,2	–7,2	–5,2	–7,5
Селище *K*	34,4	32,3	30,3	34,3	36,5	33,2	28,4	27,4	40,0
Допустимий рівень для нічного часу доби, дБ (дБА)	60	52	45	40	36	34	33	32	45
Різниця з допустимим рівнем для нічного часу доби, дБ (дБА)	–26	–19,7	–14,7	–5,7	0,5	–0,8	–4,6	–4,6	–5,0

Отже, у селищах *B*, *I* й *K* рівні звукового тиску й рівень звуку відповідають вимогам ДСН 463-2019 для денного й нічного часу доби.

У селищі *L* виявлені перевищення допустимого рівня звукового тиску в октавній смузі із середнім геометричним значенням 500 Гц для нічного часу доби на 3,7 дБ, перевищення допустимого рівня звукового тиску в октавній смузі із середнім геометричним значенням 1000 Гц для нічного часу доби на 6,4 дБ, перевищення допустимого рівня звуку для нічного часу доби на 0,5 дБА.

Результати натурних акустичних вимірювань шумових характеристик ВЕУ й моніторингу рівнів звукового тиску в межах найближчих населених дали змогу обґрунтувати величину санітарного розриву між ВЕУ з вітровою турбіною WTU 5,2-140 та найближчою житловою забудовою.

Через порівняльний аналіз фактичних даних і прогнозних моделей (за стандартом ISO 9613-2:2024) визначено, що для дотримання вимог ДСН 463-2019 відстань між ВЕУ з вітровою турбіною WTU 5,2-140 й найближчою житловою забудовою має становити не менш ніж 1250 метрів [8, 9].

2. Гігієнічне обґрунтування нормативів з вібрації для житлових і громадських будинків.

Стрімкий розвиток мегаполісів, ущільнення міської забудови, розширення мереж рейкового транспорту (метрополітену, трамвайних ліній, залізниці) та інтенсифікація роботи промислових об’єктів спричиняють суттєве зростання рівнів динамічного навантаження на житлову й громадську забудову. Вібрація, що є одним із видів динамічного навантаження, поширюється через ґрунт та будівельні конструкції і негативно впливає на людей у приміщеннях. Тривала дія навіть низькоінтенсивної вібрації призводить до хронічного стресу, порушень сну, зниження працездатності, може провокувати серйозні соматичні та психоемоційні розлади, особливо у вразливих груп населення [10, 11]**.**

Проблема нормування вібрації в Україні також є надзвичайно актуальною, оскільки вона безпосередньо стосується захисту здоров'я населення, безпеки будівель і гармонізації українських стандартів з європейськими.

З 1975 р. до 2017 р. в Україні діяв нормативний документ СанПіН 1304-75 «Санітарні норми допустимих вібрацій у житлових будинках» [12], він був скасований згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.01.2016 № 94-р.

У 2022 р. набрав чинності нормативний документ ДБН В.1.2-10:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації», затверджений наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 30.12.2021 № 366 [13].

Цей документ установлює основні вимоги до будинків, включно з житловими будинками, і споруд стосовно захисту від шуму й вібрації, але не містить допустимих рівнів або значень вібрації для населення. Він визначає лише загальні вимоги до захисту від шуму та вібрації, методи оцінки й принципи проєктування. Відсутність нормативів у нормативному документі робить питання гармонізації зі стандартами ISO, DIN і BS ще більш актуальним. Інтеграція нормативних рівнів у нормативні документи дасть змогу уникнути неоднозначності й забезпечити захист здоров'я населення.

Отже, з 2017 р. в Україні відсутні вітчизняні санітарні норми з допустимими рівнями або значеннями вібрації для житлових і громадських будинків. Проєктувальники й контролюючі органи не мають відповідних орієнтирів. Виникає загроза для здоров'я населення, оскільки без відповідних орієнтирів контроль вібрації у житлових будівлях ґрунтується на суб'єктивній оцінці або на посиланнях на міжнародні стандарти.

Першим питанням у вирішенні проблеми нормування вібрації в житлових та громадських будинках в Україні є питання вибору відповідного показника для оцінки [10, 11].

Протягом тривалого часу вплив вібрації оцінювався за середньоквадратичним значенням (Root Mean Square або скорочено RMS) віброприскорення або віброшвидкості. Проте світовий досвід і результати сучасних досліджень, відображені в стандартах ISO 2631-1:1997 [10] і BS 6472-2:2008 [11], доводять, що метод RMS не є ефективним для оцінки переривчастої, випадкової та імпульсної вібрації (наприклад, від проїзду потягів метро й від роботи будівельної техніки). Для такої вібрації міжнародна наукова спільнота визнала базовим показником дозу вібрації (Vibration Dose Value або скорочено VDV), що визначається як четвертий ступінь віброприскорення та є чутливою до пікових динамічних навантажень. Слід зауважити, що в стандарті BS 6472-2:2008 викладена лише методика розрахунку значень вібрації та її оцінки за дозою вібрації, тому цей стандарт є не санітарними або будівельними нормами, а методичним документом, фокус якого спрямований на сприйняття людиною вібрації в житлових будинках.

Підхід, запропонований у британському стандарті BS 6472-2:2008, є новаторським, оскільки він не передбачає класичну оцінку впливу вібрації за середньоквадратичним значенням RMS [11].

Причина використання дози вібрації VDV замість середньоквадратичного значення RMS полягає в природі вібрації в міських будинках і в особливостях сприйняття пікових навантажень організмом людини [10, 11].

Перехід від середньоквадратичного значення RMS до дози вібрації VDV є обґрунтованим і має математичні та психофізичні причини.

1. Метод розрахунку значення RMS зазнає впливу ефекту усереднення. За цим методом розраховується середньоквадратичне значення віброприскорення за певний проміжок часу. Якщо в житловому будинку протягом години пануватиме тиша, але в якийсь момент часу повз цей будинок за 10 секунд проїде важка вантажівка або потяг метро, що спричиняє сильний струс, розрахунок за формулою обчислення

середньоквадратичного значення RMS розподілить це 10-секундне пікове значення на всі 60 хвилин тиші. Як наслідок, середньоквадратичне значення віброприскорення за годину буде невеликим і малоінформативним, хоча мешканці будинку в цей момент могли прокинутися або навіть злякатися.

2. Метод розрахунку значення VDV є чутливим до пікових значень, оскільки значення VDV розраховується інакше. Замість обчислення квадратного кореня із середнього квадрата амплітуди вібрації істинне значення дози вібрації обчислюється через вилучення четвертого кореня інтеграла четвертого ступеня частотно-зваженого віброприскорення за часом. Завдяки цьому будь-який короткочасний, але різкий пік вібрації (наприклад, проїзд потягу) отримує великий ваговий коефіцієнт. Навіть якщо цей пік спостерігався лише протягом 2 секунд уночі, він суттєво збільшить сумарне значення дози вібрації VDV, і це корелюватиме з реакцією людини, оскільки людина реагує на поодинокий поштовх, а не на середнє значення за день.

3. Вібрація в будинках майже ніколи не є постійною, вона є імпульсною або переривчастою (виникає через проїзд потягів, роботу ліфта тощо), а середньоквадратичне значення RMS за своєю природою не може адекватно відображати піки.

4. Середньоквадратичне значення RMS за своєю природою не може адекватно відображати накопичення. Якщо проїзд одного потяга метро спричиняє вібрацію із середньоквадратичним значенням RMS 0,02 м/с², то навіть якщо за день проїде 100 таких потягів, підсумкове середньоквадратичне значення RMS не зміниться.

Значення дози вібрації VDV за своєю природою є накопичувальним. Що більше подій відбувається за добу, то більшим стає значення VDV. За стандартом BS 6472-2:2008 одна доба розділяється на два розрахункові періоди – 16-годинний денний (07:00–23:00) і 8-годинний нічний (23:00–07:00). Формула для обчислення дози вібрації VDV дає змогу підсумовувати дози від кожної вібраційної події за відповідний період і отримувати сумарну дозу за добу.

5. У міжнародній практиці (і зокрема в стандарті ISO 2631-1:1997) метод розрахунку середньоквадратичного значення RMS рекомендується використовувати, лише якщо сигнал є стабільним, і його пік-фактор (коефіцієнт амплітуди, крест-фактор) – відношення максимального (пікового) значення віброприскорення до його середньоквадратичного значення – є меншим за 6. Якщо в сигналі відображатимуться серйозні поштовхи, пік-фактор такого сигналу буде більшим за 6, і точність методу розрахунку середньоквадратичного значення RMS стане низькою. Стандарт ISO 2631-1:1997 у такому разі рекомендує використовувати метод розрахунку дози вібрації VDV (стандарт BS 6472-2:2008 рекомендує використовувати метод розрахунку дози вібрації незалежно від характеру сигналу) [10, 11].

Попри очевидні переваги методу розрахунку величини дози вібрації VDV, просте перенесення положень стандарту BS 6472-2:2008 у відповідний вітчизняний нормативний документ було б некоректним через дві основні причини:

– невідповідність часових інтервалів (у стандарті BS 6472-2:2008 визначається денний період тривалістю 16 годин і нічний період тривалістю 8 годин, у чинному нормативному документі ДСН 463-2019 визначається денний період тривалістю 14 годин і нічний період тривалістю 10 годин [9]);
– у стандарті BS 6472-2:2008 не враховуються більш жорсткі вимоги до дитячих дошкільних закладів, шкіл, лікарень, геріатричних пансіонатів тощо.

Під час обґрунтування допустимих значень вібрації в житлових і громадських будинках ми враховували наступне.

1. Допустимі значення повинні базуватися на чутливості організму людини до дії вібрації. У стандартах BS 6472-2:2008 і BS 6841:1987 [14, 15] зазначається, що поріг сприйняття безперервної вібрації всього тіла в різних людей широко варіюється. Приблизно половина людей зі звичайної популяції в положенні стоячи або сидячи можуть відчувати зважене вертикальне віброприскорення (W_b) зі значенням 0,015 м/с^2,

приблизно чверть людей – зі значенням 0,01 м/с^2 і ще приблизно чверть людей – зі значенням 0,02 м/с^2.

2. Припущення стосовно того, що поріг чутливості до віброприскорення у дітей має бути меншим, ніж у дорослих, ще не отримало наукового підтвердження, тому під час розрахунків для будинків, призначених для перебування дітей, ми не застосовували знижувальних коефіцієнтів.

3. На дітей у денних дитячих дошкільних закладах не впливає вібрація від транспорту, що рухається в нічний час, але в таких закладах діти вдень сплять, тому ми використовували дані для житлових будинків, для нічного часу доби (порогові значення віброприскорення 0,01–0,015 м/с^2).

Як основу для нормування ми використали порогові значення чутливості до віброприскорення для дорослих людей: нижню межу діапазону (0,01 м/с^2) – для нічного часу доби, верхню (0,02 м/с^2) – для денного часу доби [14].

Значення дози вібрації (VDV) ми розраховували за формулою 1, наведеною в стандарті BS 6472-2:2008 [11]:

$$\mathrm{VDV} = \left(\int_0^T a^4(t)dt\right)^{1/4} \quad (1)$$

де VDV – значення дози вібрації, м/с^{1,75};

a – частотно-зважене прискорення, м/с^2;

t – час впливу вібрації, с (у денний час доби – 50400 с, у нічний час доби – 36000 с);

T – загальний час, протягом якого може виникати вібрація.

Перерахунок значень дози вібрації для зміни тривалості впливу розраховували за формулою 2, наведеною в стандарті BS 6472-2:2008 [11]:

$$\mathbf{VDV_{b,d\,(t2)}} = \left(\frac{\mathbf{t_2}}{\mathbf{t_1}}\right)^{\mathbf{0,25}} * \mathbf{VDV_{b,d\,(t_1)}} \quad (2)$$

де t_1 – тривалість впливу дози VDV $_{b,d\,(t1)}$;

t_2 – тривалість впливу дози VDV $_{b,d\,(t2)}$.

Результати досліджень представлені в табл. 3.

Таблиця 3 Розрахункові значення дози вібрації для різної ймовірності негативного впливу на мешканців будинків (пропонуються до використання в Україні)

Місце / час доби	Порогові значення вібро-прискорення, м/с^2	Час впливу, год (с)	Значення дози вібрації для скарг із низькою ймовірністю, м/с^{1,75}	Значення дози вібрації для скарг із середньою ймовірністю, м/с^{1,75}	Значення дози вібрації для скарг із високою ймовірністю, м/с^{1,75}
Житлові будинки, денний час доби	0,015–0,025	14 (50 400)	0,22–0,37	0,37–0,75	0,75–1,50
Житлові будинки, нічний час доби	0,01–0,015	10 (36 000)	0,14–0,21	0,21–0,41	0,41–0,83
Школи	0,015–0,025	6 (21 600)	0,18–0,30	0,30–0,61	0,61–1,21
Дитячі дошкільні заклади	0,01–0,015	10 (36 000)	0,14–0,21	0,21–0,41	0,41–0,83
Лікарняні палати, денний час доби	0,01–0,015	14 (50 400)	0,15–0,22	0,22–0,45	0,45–0,90
Лікарняні палати, нічний час доби	0,01–0,015	10 (36 000)	0,14–0,21	0,21–0,41	0,41–0,83
Кімнати в геріатричних пансіонатах	0,01–0,015	10 (36 000)	0,14–0,21	0,21–0,41	0,41–0,83

Аналіз представлених даних, на наш погляд, свідчить, що запропоновані нами нормативні значення дози вібрації (VDV) дають змогу визначати рівень комфорту для людей залежно від призначення приміщення, часу доби й тривалості впливу вібрації. Ці значення відображають більш жорсткі вимоги до вібрації в нічний час доби.

Запропоновані значення були отримані з використанням методу розрахунку величини дози вібрації (VDV), викладеного в стандарті BS 6472-2:2008 [11].

В Україні для житлових будинків, для денного часу доби ми пропонуємо використовувати значення дози вібрації для скарг із низькою ймовірністю, що становлять 0,22–0,37 м/с^{1,75}. У Великобританії (за стандартом BS 6472-2:2008) і в країнах, де використовуються стандарти ISO (за стандартом ISO 2631-1:1997), відповідні значення становлять 0,2–0,4 м/с^{1,75}, і це означає, що українські нормативні документи будуть повністю гармонізовані з європейськими [10, 11]. Для нічного часу доби ми пропонуємо використовувати значення дози вібрації для скарг із низькою ймовірністю, що становлять 0,14–0,21 м/с^{1,75} (за стандартами BS 6472-2:2008 й ISO 2631-1:1997 відповідні значення становлять 0,1–0,2 м/с^{1,75}). Запропоновані нами нормативні значення є дещо м'якшими на нижній межі (за рахунок збільшення тривалості нічного часу на 2 години), але загалом забезпечують захист здоров'я мешканців житлових будинків під час нічного сну.

Основна інформація, яку необхідно враховувати під час проєктування й будівництва житлових і громадських будинків, представлена в табл. 4.

Таблиця 4 Основні джерела вібрації, характер їх впливу й рівень ризику перевищення нормативних рівнів

Джерело вібрації	**Характер впливу**	**Найбільш вразливі об'єкти**	**Ризик перевищення нормативних рівнів**
Рух рейкового транспорту (метро мілкого закладання, трамваї, залізниці)	Переривчастий, регулярний, низькочастотний	Житлові будинки (нічний час доби), лікарняні палати (нічний час доби), геріатричні пансіонати	Високий (структурний шум і вібрація заважають сну)
Будівельні роботи (забивання паль, руйнування бетону, робота важкої техніки)	Тимчасовий, інтенсивний; часто імпульсний (пікові навантаження)	Школи, дитячі садки, лікарняні палати (денний час доби)	Критичний (доза імпульсної вібрації швидко накопичується, і ймовірність скарг стає високою)

Джерело вібрації	Характер впливу	Найбільш вразливі об'єкти	Ризик перевищення нормативних рівнів
Рух автотранспорту (вантажних автомобілів із високою вантажопідйомністю, автобусів) на нерівному дорожньому покритті	Випадковий, регулярний у денний час доби	Житлові будинки (денний час доби), школи	Середній (зазвичай скарги виникають лише в разі незадовільного стану доріг або якщо будинки розташовані на невеликій відстані від автомобільних доріг)
Робота інженерного обладнання (ліфтів, систем вентиляції тощо)	Постійний або циклічний, цілодобовий	Житлові будинки (нічний час доби), лікарняні палати (нічний час доби)	Високий (через тривалий час впливу висока доза вібрації створюється навіть за низьких значень віброприскорення)

ВИСНОВКИ

1. За результатами натурних вимірювань і прогнозного моделювання встановлено, що для вітроенергетичних установок WTU 5,2-140 мінімальний санітарний розрив до житлової забудови повинен становити не менше 1250 м.
2. Підтверджено можливість застосування вимог ДСТУ EN 61400-11:2022, ISO 1996-1:2016, ISO 1996-2:2017 та ISO 9613-2:2024 для прогнозування шумового впливу сучасних ВЕУ та його гігієнічної оцінки.
3. Обґрунтовано доцільність використання показника дози вібрації (VDV) замість традиційного RMS для оцінки переривчастої та імпульсної вібрації.
4. Уперше запропоновано допустимі значення VDV для житлових будинків, шкіл, дитячих дошкільних закладів, лікарень і геріатричних пансіонатів з урахуванням українських часових періодів.
5. Запропоновані підходи можуть бути використані під час проведення санітарно-епідеміологічної експертизи, оцінки впливу на довкілля, проєктування ВЕС і розроблення нових державних санітарних норм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. World Health Organization Regional Office for Europe. Environmental noise guidelines for the European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2018. 160 p.
2. European Environment Agency. Environmental noise in Europe — 2020. EEA Report No. 22/2019. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. 100 p. DOI: https://doi.org/10.2800/686249.
3. European Environment Agency. Environmental noise in Europe 2025. EEA Report 05/2025. 2025. DOI: https://doi.org/10.2800/5134480.
4. Guski R., Schreckenberg D., Schuemer R. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Annoyance. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2017. Vol. 14. No. 12. Article 1539. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph14121539.
5. ДСТУ EN 61400-11:2022. Вітрові турбіни. Частина 11. Методи вимірювання акустичного шуму (EN 61400-11:2013, IDT; IEC 61400-11:2012, IDT).
6. ISO 1996-1:2016. Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 1: Basic quantities and assessment procedures.
7. ISO 1996-2:2017. Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 2: Determination of sound pressure levels.
8. ISO 9613-2:2024. Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: Engineering method for the prediction of sound pressure levels outdoors.
9. Державні санітарні норми допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови: затв. наказом МОЗ України від 22.02.2019 № 463; зареєстр. у Міністерстві юстиції України 20.03.2019 за № 281/33252. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text (дата звернення: 30.06.2026).

10. ISO 2631-1:1997. Mechanical vibration and shock — Evaluation of human exposure to whole-body vibration — Part 1: General requirements.
11. BS 6472-1:2008. Guide to evaluation of human exposure to vibration in buildings — Vibration sources other than blasting. London: British Standards Institution, 2008. DOI: https://doi.org/10.3403/19971044.
12. СН 1304-75. Санитарные нормы допустимых вибраций в жилых домах: утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 13.06.1975 № 1304-75.
13. ДБН В.1.2-10:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації. Київ: Мінрегіон України, 2022.
14. BS 6841:1987. Guide to measurement and evaluation of human exposure to whole-body mechanical vibration and repeated shock. London: British Standards Institution, 1987. DOI: https://doi.org/10.3403/00171912.

МЕДИКО-САНІТАРНА НЕБЕЗПЕКА МІЛІТАРНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ

Станкевич В.В., Какура І.В., Тетеньова І.А., Костенко А.І., Коваль Н.М., Федоришина О.М., Гуменнікова Н.М.

Відділ гігієни ґрунту та відходів

Відповідаючи на виклики, спричинені військовою агресією, відділом гігієни ґрунту та відходів виконуються науково-дослідні роботи «Визначення наслідків забруднення навколишнього середовища в місцях, де відбулися бойові дії, на умови проживання населення» (АМН 07.24, № держреєстрації 0123U104620) та «Обґрунтування санітарно-епідеміологічних критеріїв безпечного для здоров'я населення використання добрив при відновленні ґрунтів відповідно до вимог Євросоюзу» (АМН 08.24, № держреєстрації 0123U104619). НДР спрямовані на визначення стану забруднення довкілля шкідливими речовинами, обґрунтування критеріїв безпечного для людини використання добрив при їх відновленні з урахуванням європейських вимог та розроблення рекомендацій щодо зменшення впливу токсичних продуктів горіння та їх трансформації на здоров'я населення.

Рівні та характер забруднення ґрунтів важкими металами внаслідок військових дій.

Антропогенне навантаження спричиняє зміни ґрунту попри його велику буферну ємність, внаслідок чого прямо або опосередковано впливає на всі компоненти природно-антропогенного комплексу. Саме цей елемент біосфери значною мірою формує склад та впливає на якість сільськогосподарських харчових продуктів, води водойм включно з підземними водами, що використовуються для питних потреб і частково – на атмосферне повітря. Ґрунт є найбільш стабільним та інформативним середовищем у порівнянні з атмосферним повітрям та поверхневими водами. Особливість ґрунту полягає саме в тому, що він має підвищену здатність до акумуляції

інформації щодо процесів надходження та змін, є своєрідним свідком не лише тимчасового, миттєвого стану середовища, але й віддзеркаленням минулих процесів. Тому оцінка і контроль за станом ґрунтів носять більш глобальний характер і відкривають більше можливостей для вирішення прогнозу формування якості ґрунтів на віддалену перспективу. Можна стверджувати, що саме склад і рівні забруднення ґрунту слугують критеріальними показниками загального стану забруднення довкілля, впливу на середовище життєдіяльності людини та її здоров'я. Ушкодження, завдані ґрунту внаслідок воєнних дій, були класифіковані на дві великі групи: фізичні пошкодження, до яких належать викопування тунелів і траншей, ущільнення внаслідок великомасштабних переміщень військ з технікою та утворення глибоких вирв вибуховими речовинами, та хімічні забруднення, спричинені металами та речовинами, які входять до складу вибухівки різних боєприпасів [1]. Хімічне забруднення відбувається також внаслідок використання боєприпасів, розливів хімічних речовин через пошкодження промислових об'єктів і сховищ, а також через витоки і розливи нафти і мастильних матеріалів. Хімічні речовини, особливо елементи та сполуки, які не піддаються біологічному розкладанню, використовуються у військовій амуніції та вибухових речовинах, можуть забруднювати ґрунт і поверхневі води, а згодом негативно вплинути на здоров'я людини та екосистему. Важкі метали та перехідні метали є одними з найчастіших і найстійкіших забруднень у зонах бойових дій, включаючи свинець, сурму, хром, миш'як, ртуть, нікель, цинк, кадмій і мідь. Вміст важких металів у пробах ґрунту, відібраних на ділянках бойових дій, в більшості випадків перевищував фонове значення в 1,2–12 разів, зокрема міді, свинцю, цинку, кадмію [2, 3]. За даними досліджень ґрунти регіону Фландрії в Бельгії під час Першої світової війни все ще містять підвищені концентрації міді через інтенсивність бойових дій на полях понад 100 років тому [1, 4]. Зокрема, значне накопичення металів спостерігалося на полях боїв, стрільбищах зі стрілецької зброї, на артилерійських, мінометних і ракетних полігонах і

гранатометних майданчиках [2]. Відзначається значне підвищення рівнів свинцю і міді у ґрунті на нерегульованих майданчиках для стрільби з вогнепальної зброї на відкритому повітрі [3].

Внаслідок військових дій техногенне навантаження антропогенними полютантами на постраждалих територіях стрімко зросло і актуального значення набуває проблема необхідності проведення оцінювання рівнів забруднення ґрунту, з урахуванням умов накопичення та міграції хімічних елементів у навколишньому середовищі з метою попередження негативного впливу на здоров'я населення України.

Медико-санітарні аспекти відновлення уражених ґрунтів.

Ґрунт є найбільш чутливим індикатором природних і техногенних геохімічних та екологічних процесів. Саме ґрунт як елемент біосфери значною мірою формує склад та впливає на якість сільськогосподарських харчових продуктів, води водойм включно із питною і частково – на атмосферне повітря. Родючість ґрунтів та ощадливе використання земельних ресурсів здавна були одними з найважливіших питань у житті кожної країни. Серед усіх екосистем, що зазнають антропогенного впливу від воєнних дій, найбільше страждає ґрунт, зокрема – сільськогосподарські землі. Отже, питання відновлення родючості ґрунтів та рекультивації земель актуальне вже, оскільки шкода, завдана військовою агресією ґрунтам, матиме довготривалий характер, а їх відновлення, як свідчить світова практика, займе не один рік. До повномасштабного вторгнення за даними міжнародної організації ФАО (Food and Agriculture Organization) в Україні 20% сільськогосподарських земель зазнали суттєвої деградації, а рівень їх розораності сягав 53%, що є одним з найвищих показників у світі [5]. Через війну сотні гектарів земельного фонду України забруднені шкідливими речовинами, які вивільнюються при детонуванні засобів вогневого ураження, та завдають пошкоджень структурі ґрунтового покриву.

За даними науковців Інституту мікробіології і вірусології у зразках ґрунту з місць ведення бойових дій (вирви від ракет і бомб, з-під мін і спаленої техніки та з місць, звідки стріляли танки і працювали ракетні установки) у Київській, Чернігівській, Харківській, Донецькій та Сумській областях спостерігається суттєва зміна структури біологічної активності. Виявлено, що найбільш чутливими до токсичних речовин є агрономічно корисні мікроорганізми, від яких залежить утворення родючого шару ґрунту та його здоров'я. У здоровому ґрунті мають бути мільярди мікроорганізмів, через інтенсивне застосування хімічних пестицидів їх чисельність вже зменшилась майже на три порядки, а через військові руйнування у зразках лишилося тільки десятки тисяч мікроорганізмів [6]. Особливу небезпеку становлять місця горіння важкої техніки, оскільки при вибуху бронетехніки не всі токсичні речовини вигоряють. Горіння техніки скорочує вміст гумусу і азоту, що впливає на родючість ґрунтів, спричиняє значне зменшення необхідного для сільського господарства вмісту органічних речовин і сполук фосфору, натомість збільшує забруднення нафтопродуктами та поліциклічними вуглеводнями, що мають канцерогенні властивості. У ґрунтах, просочених паливно-мастильними матеріалами, знижується водопроникність, витісняється кисень, порушуються біохімічні та мікробіологічні процеси. Транслокація забруднюючих речовин з ґрунту у вирощувані продукти харчування та кормові культури може мати суттєвий вплив на безпеку кормів для тварин і продуктів харчування, які реалізуються на внутрішньому ринку, тим самим підвищуючи рівні їх забруднення та створюючи високі ризики для здоров'я людей.

На підставі узагальнення та оцінки показників добрив і особливостей їх впливу на ґрунт визначено, що за усіма ознаками органічні удобрювальні матеріали (органічні, органо-мінеральні добрива та поліпшувачі ґрунту) є більш прийнятними для завдань відновлення порушених ґрунтів, їх родючості, запобігаючи їх виснаженню і хімічному забрудненню. Результати аналізу даних 108 документів

попередніх років з оцінки показників різних видів добрив засвідчили, що за критеріями оцінки медико-санітарних показників впливу добрив на організм мінеральні, органо-мінеральні та комплексні добрива оцінюються переважно як малонебезпечні (IV) та помірно небезпечні (III) клас токсичності, а органічні – як малонебезпечні (IV) клас – речовини за умови повної деінвазії. При цьому слід зазначити, що за характером дії та ймовірними наслідками для довкілля саме використання органо-мінеральних і органічних добрив забезпечує стійке відтворення і збереження родючості ґрунтів, яке відбувається завдяки створенню оптимальних умов для їх біологічної активності, що є основою нормального функціонування всієї екосистеми, зберігаючи безпечне довкілля для майбутніх поколінь. Отже, найефективнішим заходом відновлення родючості ґрунтів є внесення добрив, які забезпечують рециклінг органічних матеріалів у ґрунт, що у більшості випадків є найкращим екологічним підходом, оскільки замикає колообіги природних поживних речовин та вуглецю. Серед низки видів добрив найбільш прийнятними за усіма ознаками є органічні удобрювальні матеріали [7]. Саме органічні, органо-мінеральні добрива та суміші для поліпшення ґрунту є більш сприятливими для завдань відновлення порушених ґрунтів. Органічні добрива, отримані з природних та відновлюваних джерел (рослини, тварини і мінерали), мають низку переваг, у порівнянні з мінеральними (штучно виробленими) за рахунок більш збалансованого співвідношення N:P:K та наявності значної гумусової компоненти. Крім того, це вирішуватиме питання утилізації біовідходів і побічних продуктів тваринництва [8].

Саме гній та послід є найдешевшою і найціннішою сировиною для органічних добрив та природним джерелом потрібних для рослин макроелементів (N:P:K), а також численних мікроелементів, зокрема сірки, хлору, кремнію, вапна й магнію. Якість їх залежить від виду тварин, їх корму, підстилки та способу утримання. Вміст поживних речовин у

ньому порівняно з іншими видами гною і органічних добрив найвищий (табл. 1).

Таблиця 1 Вміст поживних речовин у гноєвідходах різних тварин (%)

Гній	Вода	Органічні речовини	CaO	Елементи живлення		
				N (загальний)	P_2O_5	K_2O
ВРХ	77,3	20,3	0,45	0,40	0,16	0,50
коні	71,3	24,4	0,25	0,58	0,18	0,53
вівці	64,3	31,8	0,33	0,83	0,23	0,60
свині	72,0	25,0	0,08	0,45	0,14	0,60
курячий послід	56,0	0,3	2,00	1,70	1,60	0,9

При цьому, ці відходи сільгоспвиробництв неможливо використовувати у нативному вигляді, бо вони завдяки високій реактогенності можуть зашкодити рослинам, а також можуть містити хвороботворні мікроорганізми і збудники хвороб. Для людини небезпека застосування органічних добрив потенційно полягає у потраплянні небезпечних біологічних і хімічних агентів до організму через харчові ланцюги та міграції у ґрунтові та поверхневі води. Отже, така сировина потребує особливих умов поводження. Відтак застосування технологій попередньої обробки органічних матеріалів є доцільним та необхідним [9]. Найпоширенішим методом попередньої обробки є компостування, а саме витримка в анаеробних умовах для проходження процесу активної фази біорозкладу та деінвазії, яка в середньому становить: у весняно-літній період – впродовж не менше 6 місяців; в період осіннього накопичення – впродовж 9 місяців. Однак не завжди цей процес відбувається належним чином.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об’єктами дослідження були зразки ґрунту, відібраного з локальних осередків – місць горіння військової техніки (Київська область), проби ґрунту з місць вибухів різного роду

боєприпасів (шахеди, артилерійські снаряди, КАБ), проби ґрунту з місць проведення бойових дій (Миколаївська, Херсонська, Київська область) та зразки біомаси, виготовленої з відходів сільськогосподарського виробництва за різними технологіями. Проби ґрунту відбиралися методом конверту з подальшим усередненням. Зразки біомаси відбиралися з місць тимчасового зберігання на відкритих майданчиках (2 об'єкти) методом конверту (до 15 точок різної глибини). Проба біомаси усереднена та у кількості 2,5 кг розділена на 4 зразки для проведення бактеріологічних, гельмінтологічних, токсикологічних та санітарно-хімічних досліджень. Зразки для бактеріологічних і гельмінтологічних досліджень упаковані у скляний стерильний посуд. Дослідження ґрунту проводились за фізико-хімічними показниками. Дослідження органічних субстратів виконувались за фізико-хімічними, токсикологічними, гельмінтологічними та санітарно-бактеріологічними показниками. Визначення вмісту важких металів виконувались атомно-адсорбційним методом. Пробопідготовка здійснювалась методом кислотного розкладу, екстракцію рухливих форм важких металів проводили за допомогою аміачно-ацетатного буфера з pH 4,8. Концентрації важких металів визначали на атомно-абсорційному комплексі спектрофотометричного типу КАС-120.1 (С-115М) з електротермічною атомізацією речовин. Чутливість приладу – 0,008 – 0,1 мг/дм^3. Значення pH здійснено за ДСТУ ISO 10390-2007 (ISO 10390:2021, IDT). Визначення показників наявності гельмінтів в органічних добривах проводили методом мікроскопіювання на мікроскопі біологічному цифровому XSP-139T LED. Для визначення патогенних організмів застосовували відповідні середовища для якісної ідентифікації. Всі прилади мають сертифікати калібрування, лабораторії та відділи мають сертифікати відповідності вимірювальних можливостей за ДСТУ ISO 10012:2015, LDT. Оцінка виконана методом гігієнічного аналізу з урахуванням даних про токсикологічні властивості небезпечних компонентів у складі біомаси в порівнянні з європейськими критеріями безпечності та

придатності до застосування. Оцінку загального рівня забруднення територій навколо осередків горіння військової техніки виконано за методом комплексного індексу Немерова (P_N), який враховує як середній, так і максимальний рівень забруднюючих речовин [10, 11]. Метод є особливо ефективним, оскільки підкреслює домінантний (найсильніший) негативний вплив, не згладжуючи пікові значення забруднень. Індекс дає змогу об'єднати кілька чинників, що впливають на рівень забруднення, в єдину бальну оцінку рівня екологічного ризику. Ризик забруднення ґрунтів є показником ймовірності погіршення фізичного, хімічного або біологічного стану земельних ресурсів внаслідок надходження токсичних речовин, що призводить до деградації екосистем та загрожує здоров'ю людини. Розрахунок здійснювали на основі індексів забруднення ґрунту (ІЗГ – співвідношення вмісту до гранично допустимі концентрації) для кожної речовини.

Ризик для здоров'я людини від забруднення ґрунту важкими металами оцінювали за методом на основі моделі пробіт-регресії, запропонованої фахівцями Національного університету цивільного захисту України [12, 13] з використанням залежності «доза-ефект». Показники розраховувались з використанням концентрацій важких металів у ґрунті для 100 м відстані, за межею якої землі почали використовувати.

Експериментальні дослідження щодо токсикологічної оцінки органічної сумішей – біомас проведені за принципами біоетики та вимог гуманного ставлення до тварин. Усі досліди проводили відповідно до правил «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей» [8], «Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах» [9]. Дослідження проводили із застосуванням загальноприйнятих методів визначення параметрів токсичності та небезпеки хімічних речовин згідно з Регламентом Ради (ЄС) № 440/2008, що встановлює методи тестування відповідно до Регламенту Європейського Парламенту та Ради (ЄС) № 1907/2006 про

реєстрацію, оцінку, авторизацію і обмеження хімічних речовин та препаратів (REACH), 2008 [14].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У забрудненні навколишнього середовища найбільш вагоме значення має аерогенне перенесення шкідливих речовин та їх накопичення у ґрунті, що відбувалось при вибухах. Завдяки цьому викиди поширюються на значні відстані і спричиняють забруднення ґрунтових покривів навколишніх територій. Місця горіння військової техніки створюють локальні осередки забруднення, ареали яких залежать від масовості ураження. Про це свідчать результати досліджень в місцях ураження військової техніки (дані подані у табл. 2).

Таблиця 2 Вміст важких металів у ґрунті в місцях ураження військової техніки (Київська область)

Елемент	Кларк, мг/кг	ГДК, мг/кг	Концентрації важких металів у ґрунтах (M ± m, мг/кг) місця горіння військової техніки			
			місце горіння	на відстані 1 м	на відстані 1,5 м	на відстані 100 м
Pb	10	32	7403,0 ± 85,24	1403,0 ± 12,58	405,4 ± 21,36	50,0 ± 8,13
Cu	20	3[1]	101,0 ± 9,68	6,10 ± 0,73	3,89 ± 0,27	0,42 ± 0,062
Ni	40	4[1]	115,7 ± 21,4	81,4 ± 1,41	67,27 ± 4,21	20,78 ± 1,02
Cd	0,5	1,5	0,52 ± 0,04	0,05 ± 0,01	0,01 ± 0,001	< 0,01
Zn	50	23[1]	441,1 ± 25,37	396,1 ± 9,23	375,0 ± 12,14	312,4 ± 14,53
Cr	200	0,05	259,8 ± 16,34	10,84 ± 0,87	7,01 ± 0,32	6,4 ± 0,34
Mn	850	1500	268,0 ± 4,01	131,2 ± 6,27	47,0 ± 1,10	23,5 ± 0,85

Примітка: 1. Рухома форма металу.
2. Кларк згідно «Фоновое содержание химических элементов в почвах и растениях» по А.П. Виноградову.
3. ГДК згідно Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України 14.07.2020 р. № 595, зареєстрованим у Мін'юсті 31.07.2020 р. за № 722/35005.

Незважаючи на те, що минуло 3 роки після бойових дій, вміст свинцю в місці ураження військової техніки перевищує в сотні разів фоновий вміст (кларк) і в десятки разів ГДК. На

відстані 1 м від місця горіння концентрація свинцю знижується в 7 разів, а на відстані 1,5 м – у 18, у порівнянні з ґрунтом з епіцентру горіння. На відстані 100 м відзначається суттєве зменшення вмісту свинцю (у 150 раз), проте його залишкові кількості перевищують у 5 разів кларк та у 1,5 рази ГДК. Вміст міді у місці ураження перевищує кларк у 5 разів, проте вже на відстані 1 м концентрація знижується у 16 разів і значно нижчий його кларку. При цьому перевищення ГДК у 34 рази відзначалось у місці горіння, спостерігалось на відстанях 1 м (у 2 рази), 1,5 м (у 1,2 рази) та було відсутнє на відстані 100 м.

Вміст нікелю перевищує кларк в 1,6–2,8 рази в радіусі 1,5 м від місця горіння техніки, а на відстані 100 м є значно нижчим, ніж його кларк. Така ж тенденція спостерігається стосовно кратності перевищення ГДК – 28,9 разів (місце горіння), 20,3 рази (1 м), 16,8 разів (1,5 м) та 5,1 рази (100 м). Незначне перевищення кларку для кадмію та хрому визначено тільки у самому місці ураження танку. Значення концентрацій кадмію в усіх пробах не перевищує його ГДК, а хрому перевищення у 1,2 рази зафіксовано лише у місці горіння.

Вміст цинку дещо знижується з відстанню від 8,81 кларку у місці ураження танку до 6,2 на відстані 100 м від нього. Перевищення ГДК цього елементу спостерігається в усіх точках – від 19,2 в епіцентрі горіння до 13,5 на відстані 100 м. Вміст марганцю значно нижчий за його ГДК та кларк в усіх досліджуваних пробах.

Таким чином, військова техніка є джерелом значного надходження важких металів, особливо свинцю, міді та цинку. Забруднення носить локальний характер, розповсюджується на декілька десятків метрів, проте зберігається на високому рівні упродовж багатьох років. На відстані 100 м від місця горіння військової техніки вміст всіх важких металів, окрім свинцю, хрому та цинку не перевищує їх кларки та ГДК.

Для визначення ймовірності погіршення фізичного, хімічного або біологічного стану земельних ресурсів внаслідок надходження токсичних речовин, розраховували індекси забруднення ґрунту (ІЗГ – співвідношення вмісту до гранично

допустимі концентрації) для кожної речовини. Відповідно до розрахунків визначена наступна послідовність елементів, що створюють ризики: Pb > Cu > Cr > Ni > Zn > Mn > Cd. З усієї низки лише два елементи Mn і Cd характеризуються вкрай малими індексами і не спричиняють забруднення (ІЗҐ < 1,0). При цьому за сумарним показником середнього рівня забруднення **у**сіма дослідженими речовинами з урахуванням домінантного фактору негативного впливу на всіх відстанях фіксується високий рівень забруднення території з перевищенням найвищого показника шкали (P_N > 3 «сильне/важке забруднення території – дуже поганий/критичний стан середовища, екологічне лихо»), а саме: перевищення допустимого значення у місці горіння – у 176,9 рази; на відстані 1 м – у 33,63 рази, на відстані 1,5 м – у 9,88 рази; на відстані 100 м – у 4,66 разів (за рахунок вмісту Zn). Зважаючи на динаміку поширення забруднення від епіцентру горіння вірогідно лише на відстані 200 м ризик забруднення ґрунту сягне значення «помірне/середнє забруднення – порушення екосистеми, компенсована криза» ($2,0 < P_N \leq 3,0$). При цьому, в межах 150 м ареалу спостерігатиметься високий вміст свинцю, який є високотоксичним важким металом (речовина І класу токсичності) і віднесений Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) до десяти найнебезпечніших хімічних речовин у світі. Одним зі шляхів надходження в організм людини токсиканта є вживання сільгосппродукції, вирощеної на забруднених свинцем ґрунтах.

Оцінка ризику для здоров’я людини від забруднення ґрунту важкими металами оцінювали за методом на основі моделі пробіт-регресії. Сумарний показник ризику від впливу забруднення усіма дослідженими важкими металами ґрунтів сільськогосподарського використання становив 0,85 – небезпечний ризик для здоров’я населення (5 клас небезпеки – 0,8–1,00 дуже великий вплив на здоров’я). Згідно з діючими обмеженнями використання для вирощування сільськогосподарських культур, пасовищ для худоби земель, забруднених високотоксичними речовинами та речовинами, що

мають віддалену дію, не допускається. Таким чином, лише одне місце ураження військової техніки виводить з обігу ділянку площею понад 0,2 га та обмежує використання території до 0,4 га навколо згарищ. У результаті 1/5 частина сільськогосподарських земель була вилучена з використання за призначенням. Жодна країні світу немає досвіду відновлення сільськогосподарських земель з наслідками комбінованих бойових уражень на таких великих площах. Враховуючи, що діапазон рівнів забруднення ґрунтів важкими металами внаслідок бойових дій мають широкий концентраційний діапазон від десятків г/мг до декількох ГДК, проведення заходів з біоремедіації повинно здійснюватись на основі розрахунків ризиків для здоров'я людини за вмістом полютантів у ґрунті.

Результати досліджень проб ґрунту у місцях, де відбулися вибухи різного виду боєприпасів, подані у табл. 3.

Як свідчать отримані показники, вміст важких металів в результаті бойових вибухів має неоднорідний характер, що певною мірою залежить від виду снаряду, характеру його дії, потужності вибуху, кінетичної енергії засобу ураження тощо.

При влучанні керованої авіаційної бомби (КАБ) і ракети вміст практично усіх досліджуваних важких металів в епіцентрі вибуху перевищує значення у зразках, відібраних на відстані 100 м від вирви у середньому в 1,01–1,5 рази. При цьому відзначається більше забруднення токсичними речовинами ґрунту після влучання КАБ, ніж при влучанні ракети. При влучанні «шахеду» розподіл важких металів у ґрунті має протилежний характер – на відстані 100 м від місця влучання за усіма елементами спостерігалось перевищення значень проти епіцентру від 4,5 до 11,47 разів. При влучанні артилерійського снаряду також вміст всіх важких металів у 1,2–1,4 рази вищий на відстані 100 м від вирви вибуху. Ураження територій населених пунктів вибуховими засобами різної потужності не призводить до потрапляння у ґрунт значних кількостей важких металів, їх концентрації переважно обумовлені вмістом цих забруднювачів в даній місцевості, які склалися у попередні роки.

Таблиця 3 Вміст важких металів у ґрунті при вибухах боєприпасів різної потужності

Назва мет-алу	Кларк, мг/кг	ГДК, мг/кг	Вміст важких металів у ґрунті (M ± m), мг/кг			
			КАБ		**Ракета**	
			епіцентр (вирва)	100 м від вирви	епіцентр (вирва)	100 м від вирви
Pb	10	32	7,11 ± 0,92	6,78 ± 0,51	6,87 ± 0,01	10,46 ± 1,14
Cu	20	3[1]	2,85 ± 0,04	9,82 ± 0,94	15,28 ± 1,26	7,29 ± 0,89
Ni	40	4[1]	70,44 ± 11,09	25,11 ± 0,38	40,35 ± 4,05	36,35 ± 4,23
Cd	0,5	1,5	0,51 ± 0,01	0,43 ± 0,01	0,67 ± 0,03	0,50 ± 0,07
Zn	50	23[1]	143,69 ± 1,28	71,00 ± 4,31	215,0 ± 5,27	195,8 ± 10,2
Cr	200	0,05	80,77 ± 2,67	71,00 ± 4,31	44,7 ± 6,78	82,2 ± 5,06
Mn	1000	1500	137,0 ± 18,2	166,7 ± 11,2	204,8 ± 13,2	178,0 ± 8,21
	Кларк[2], мг/кг	ГДК[3], мг/кг	**«Шахед» + пожежа**		**Артилерійський снаряд**	
			епіцентр (вирва)	100 м від вирви	епіцентр (вирва)	100 м від вирви
Pb	10	32	< 0,001	< 0,001	1,22 ± 0,04	1,48 ± 0,03
Cu	20	31	0,98 ± 0,10	11,75 ± 2,54	0,27 ± 0,06	0,39 ± 0,02
Ni	40	41	0,01 ± 0,001	1,225 ± 0,09	< 0,01	1,36 ± 0,03
Cd	0,5	1,5	0,018 ± 0,001	0,09 ± 0,001	0,01 ± 0,007	0,03 ± 0,01
Zn	50	231	128,6 ± 11,68	586,8 ± 9,24	235,6 ± 16,4	195,2 ± 12,8
Cr	200	0,05	–	–	0,13 ± 0,04	0,39 ± 0,05
Mn	850	1500	8,36 ± 0,48	14,64 ± 0,84	24,12 ± 5,67	23,25 ± 5,12

Примітка: 1. Рухома форма металу.

2. Кларк згідно «Фоновое содержание химических элементов в почвах и растениях» по А.П. Виноградову.
3. ГДК згідно Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України 14.07.2020 р. № 595, зареєстрованим у Мін'юсті 31.07.2020 р. за № 722/35005.

Таким чином, дослідженнями виявлено, що при вибухах снарядів більшої потужності (ракета, КАБ) концентрації важких металів вищі в епіцентрі вибуху, а від снарядів меншої потужності («шахед», артилерійський снаряд) – на відстані 100 м від вирви. Це пояснюється тим, що в результаті падіння будь-якого вибухового засобу утворюється вирва, розмір якої залежить від потужності вибуху та кінетичної енергії боєзаряду. З цієї точки зору найбільш потужними є КАБ, які містять заряд від 50 до 1000 кг, а розмір вирви може сягати діаметру 20 м при глибині до 7–8 м. За таких умов вміст важких металів накопичується у глибині, що і обумовлює таку закономірність.

При дослідженні ґрунтів, відібраних в місцях проведення бойових дій в Миколаївській, Херсонській та Київській областях, встановлено, що вміст важких металів характеризується широким коливанням значень. Певним чином це обумовлено вмістом цих забруднювачів у ґрунтах територій обстеження, які склалися у попередні роки (показники подані у табл. 4).

Середні значення концентрацій усіх важких металів, окрім кадмію та цинку, не перевищують їх кларки, а максимальні значення – перевищують: до 1,25 рази для нікелю; до 3–4 разів для міді та марганцю; до 6,5 разів для свинцю. Середній вміст кадмію перевищує кларк у 1,5 рази, цинку у 6 разів, а максимальний – до 10 разів для обох елементів. Відповідно спостерігається перевищення ГДК для середніх показників у рази: до 3 для міді (max – 20,9); до 4 для нікелю (max – 12,5); до 13,5 для цинку (max – 24,6). Для свинцю перевищення ГДК зафіксовані лише у 3,6% зразків на рівнях 1,44–2,0 рази. Кількість нестандартних проб за кларком не перевищує 7–10% для міді, нікелю та марганцю; 18% для свинцю, 37% для кадмію та більше 80% для цинку.

Таким чином, середній вміст усіх важких металів, крім кадмію та цинку, не перевищує їх кларки. Спостерігається перевищення ГДК для усіх металів, однак відсоток нестандартних проб складав до 20%. Найбільше забруднення спостерігається за вмістом цинку. Використання вибухових

снарядів різної потужності не призводить до потрапляння у ґрунт значних кількостей важких металів, більшість елементів після вибухів потрапляє у ґрунт у формі оксидів.

Таблиця 4 Вміст важких металів в пробах ґрунту з місць проведення бойових дій (n = 55)

Елемент	Кларк мг/кг	ГДК, мг/кг	Концентрація, мг/кг (діапазон min-max середнє значення)	Кратність перевищення ГДК (ІЗҐ)	Кратність перевищення кларку	Відсоток зразків з перевищенням ГДК/кларку
Pb	10	32	0,001–65,4 7,2292	1,44–2,0	1,2–6,54	3,6/18,2
Cu	20	3[1]	0,08–62,83 8,8094	1,2–20,9	1,05–3,14	17,6/10,9
Ni	40	4[1]	0,16–50,11 15,7984	1,3–12,5	1,11–1,25	13,6/7,27
Cd	0,5	1,5	0,0001–4,61 0,7832	3,07	1,04–9,22	20/36,36
Zn	50	23[1]	0,29–564,9 311,2618	1,6–24,6	1,11–11,29	89,3/81,81
Fe	38000	–	312,5–8053,0 3975,311	–	–	–
Mn	850	1500	0,30–3036,0 465,108	1,1–2,0	1,2–3,57	7,2/10,9

Примітка: 1. Рухома форма металу.
2. Кларк згідно «Фоновое содержание химических элементов в почвах и растениях» по А.П. Виноградову.
3. ГДК згідно Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України 14.07.2020 р. № 595, зареєстрованим у Мін'юсті 31.07.2020 р. за № 722/35005.

За умов значного коливання концентраційних показників комплексний індекс ризику забруднення ґрунту [10, 11] розраховували за середніми значеннями вмісту елементів. Відповідно до розрахунків визначена наступна послідовність елементів, що створюють ризики: Zn > Ni > Cu > Cd > Mn > Pb. З усієї низки три елементи Cd, Mn і Pb характеризуються вкрай

малими індексами і не спричиняють забруднення (ІЗҐ < 1,0). При цьому, за сумарним показником середнього рівня забруднення усіма дослідженими речовинами з урахуванням домінантного фактору негативного впливу фіксується високий рівень забруднення територій P_N = 9,875, що у 3,29 рази перевищує найвищий показник шкали ($P_N > 3$ «сильне/важке забруднення території – дуже поганий/критичний стан середовища, екологічне лихо»). Ризик для здоров'я людини від забруднення ґрунту важкими металами оцінювали за методом на основі моделі пробіт-регресії з використанням залежності «доза-ефект» [12, 13]. За розрахунком на основі логарифмів ІЗҐ сумарний показник ризику від впливу забруднення всіма дослідженими важкими металами ґрунтів територій ведення військових дій становив 0,62 – високий ризик для здоров'я населення (4 клас небезпеки – 0,60–0,79 важкі гострі ефекти для здоров'я людини).

Підсумовуючи, можна відзначити, що військова техніка є джерелом потрапляння значних кількостей важких металів у ґрунт, проте забруднення має локальний характер. Сумарний показник ризику від впливу забруднення усіма дослідженими важкими металами ґрунтів сільськогосподарського використання є небезпечним для здоров'я населення, що обмежує використання значних площ сільгоспугідь навколо осередків горіння військової техніки. Показники вмісту важких металів у ґрунті внаслідок обстрілів мають неоднорідний характер, що певною мірою залежить від виду вибухового засобу, характеру його дії, потужності вибуху та кінетичної енергії засобу ураження тощо. Концентрації токсикантів в місцях вибухів зосереджені локально і є нижчими, ніж у місцях горіння військової техніки. Території ведення бойових дій характеризуються широким коливанням концентраційних показників і потребують більш детального оцінювання при подальшому використанні сільгоспугідь, оскільки за усередненими значеннями вмісту важких металів сумарний показник ризику є високим для здоров'я населення. Важкі

метали, які потрапили у ґрунт, зберігається на високому рівні протягом багатьох років.

Дослідження зразків органічних біомас різного походження: з продуктів життєдіяльності гусей, біомаси, утвореної на основі гною свиней, біогумусу, отриманого на основі відходів від утримування великої рогатої худоби та суміші органічної від утримування курчат-бройлерів; проводились на основі критеріїв оцінки цих об'єктів як відходів органічного походження, що можуть становити небезпеку для здоров'я людей та навколишнього середовища. Якісні характеристики субстратів були визначені за фізико-хімічними показниками: зовнішній вигляд – біомаси є однорідними субстанціями від темно-коричневого до чорного кольору, pH – від 4,0 до 7,5 одиниць активності водневого потенціалу, загальний вміст органічних речовин – від 40,0 до 50,0%. Показники вмісту поживних елементів у біомасах, отриманих з органічних відходів подано у табл. 5.

Таблиця 5 Вміст поживних елементів у біомасі різних видів тварин

Органічні біомаси різних тварин	Елементи живлення (у перерахунку на суху речовину), %		
	N (загальний)	P_2O_5	K_2O
Біомаса з відходів ВРХ	0,1–4,0	0,8	1,5
Біомаса з гною свиней	1,7–2,0	2,5	1,0
Органічна суміш від утримання гусей	1,5	0,5	0,3
Органічна суміш від утримання курчат-бройлерів	0,8–3,5	0,5–1,3	0,1–1,3

Вміст поживних елементів у біомасах цілком відповідає значенням європейських нормативних документів для добрив [14].

Оскільки похідні біомас є біовідходами, виконана загальна оцінка їх показників відповідно до «Порядку класифікації

відходів», затвердженого Постановою КМУ від 20.10.2023 р. № 1102 [15]. Вміст хімічних елементів у досліджених зразках поданий у табл. 6.

Таблиця 6 Середні значення вмісту важких металів у пробах біомаси, утвореної за різними технологіями виготовлення

Найменування відходу	Концентрація елемента у пробі, мг/кг						
	Pb	Cd	Cr	Ni	Zn	Mn	Cu
Біомаса з гною свиней	2,55	0,29	1,69	0,80	36,3	41,91	1,91
Біомаса з відходів ВРХ	1,3	0,6	1,22	0,94	38,5	42,4	1,67
Органічна суміш від утримання гусей	1,53	0,3	1,85	0,9	38,2	51,6	0,28
Органічна суміш від утримання курчат-бройлерів	6,0	0,7	0,9	2,5	22,4	42,8	2,94

Сумарні концентрації токсичних елементів як компонентів біомас у загальному 89,95–99,05% вмісті мінеральних компонентів складали:

- речовин I класу токсичності (Pb, Cd, Cr) – 0,0003% (з гною свиней), 0,00031% (від утримання ВРХ), 0,00037% (від утримання гусей) і 0,00076% (від утримання курчат-бройлерів), що менше порогових значень – 0,1%;
- речовин II класу токсичності (Cu, Mn, Ni) – 0,0045% (з гною свиней), 0,0045% (від утримання ВРХ), 0,005% (від утримання гусей), 0,0048% (від утримання курчат-бройлерів), що менше порогових значень 0,25%;
- III класу токсичності (Zn) – 0,0036% (з гною свиней), 0,0039% (від утримання ВРХ), 0,0038% (від утримання гусей), 0,02% (від утримання курчат-бройлерів), що не перевищувало порогові значення – 5,0%;
- IV класу токсичності (SiO_2) – 89,94% (з гною свиней), 90,29% (від утримання ВРХ), 98,19% (від утримання гусей), 99,04% (від утримання курчат-бройлерів) – інертна речовина, яка не завдає гострої токсичності при пероральному надходженні в організм.

Таким чином, за результатами санітарно-хімічних досліджень встановлено, що у складі досліджених біомас сумарна концентрація важких металів I, II, III, IV класу токсичності не перевищувала ліміти концентрацій в межах категорій кожного класу небезпеки, що свідчить про те, що біомаси як відходи органічного походження не є токсичними [15]. Крім того, показники, вміст токсичних хімічних речовин в органічних субстратах біомас, виготовлених з органічних відходів різного походження, цілком відповідають таким нормативним значенням [14].

Згідно із цим, всі відходи, що є компонентами біомаси, належать до таких, що не є небезпечними. Виняток становить ймовірна інфекційна небезпека (НВ 9), яка повинна повністю усуватися в процесі компостування. Тому важливим аспектом оцінки біомаси є дослідження за мікробіологічними та гельмінтологічними показниками. Результати санітарно-мікробіологічних досліджень біомаси, отриманої з відходів утримання ВРХ та від утримання гусей показали, що титр кишкової палички становив ≥ 1 КУО/дм^3, що оцінюється як «чиста», патогенних бактерій не виявлено. За гельмінтологічними показниками у пробах біомас не виявлено життєздатних яєць та лічинок гельмінтів. За результатами санітарно-мікробіологічних досліджень біомаси, отриманої з гною свиней, засвідчили, що титр кишкової палички на рівні 0,0001 КУО/дм^3 оцінюється як «сильно забруднений»; кількість термофільних бактерій – 40000–500000 КУО/г оцінено як «забруднений» та «сильно забруднений»; патогенні ентеробактерії (сальмонели) – не виявлено. За результатами бактеріологічних досліджень зроблено висновок, що проба відходу за показником титр кишкової палички оцінюється як «сильно забруднена», за показником термофільні бактерії – як «забруднена», за показником патогенні ентеробактерії (сальмонели) – не виявлені. Гельмінтологічні дослідження у пробі біосубстрату не виявили яєць гельмінтів. Мікробіологічні дослідження суміші органічної від утримання курчат-бройлерів визначили, що титр кишкової палички становив

0,00001 КУО/дм^3, проба оцінювалась як «сильно забруднена», загальне мікробне обсіменіння – 800 000 000 КУО/г, патогенні ентеробактерії (сальмонели) – не виявлено. За результатами санітарно-гельмінтологічних досліджень у суміші органічній на основі посліду курчат-бройлерів були виявлені яйця гельмінтів у кількості 10 екз/кг. За наявністю життєздатних яєць гельмінтів зразок препарату було оцінено як «слабко забруднений». За цими показниками два зразка (біомаси на основі відходів утримання ВРХ та посліду гусей) були повністю дозрілими і придатними до використання, а два інші (на основі гною свиней і посліду курчат-бройлерів) не відповідали санітарно-епідеміологічним вимогам та вимогам європейського нормативу. Проведені дослідження доводять, що при компостуванні необхідним є чітке дотримання технологічного процесу: додаткова температурна обробка або подовження часу компостування суміші, що відповідатиме медико-санітарним вимогам щодо безпеки використання, запобігатиме вторинному забрудненню ґрунтів та узгоджуватиметься з європейським нормативним вимогам придатності застосування удобрювальних матеріалів.

Підсумовуючи, слід зазначити, що в контексті післявоєнного відновлення агроландшафтів України особливе значення мають властивості добрив не лише як джерел живлення, але і як детоксикаційних агентів**.** Органічні та органо-мінеральні препарати здатні зв'язувати токсичні сполуки, зменшувати їх мобільність у ґрунті та сприяти відновленню гумусного шару. Узагальнені дані токсикометрії підтверджують, що досліджувані органічні та органо-мінеральні добрива є екологічно безпечними та придатними для використання у системах сталого землеробства України, забезпечуючи як агрохімічний, так і біоремедіаційний ефект, що робить їх ключовим елементом стратегії відновлення родючості ґрунтів у післявоєнний період**.** При наявності багатьох видів органічних відходів, придатних до використання як сировини для отримання добрив, існує необхідність чіткої регламентації як самих первинних сировинних матеріалів за видами і складом,

так і вимог до технологічних підходів їх переробки (обробки), що в кінцевому продукті визначатиме його чіткі основні фізико-хімічні показники та якість. Масштабне ураження земель потребуватиме довготривалих додаткових зусиль задля відновлення пошкоджених війною ґрунтів та їхнього сталого здоров'я. Окрім цього, не варто забувати й про прагнення вступу до Європейського Союзу країни. Виконуючи прямі зобов'язання з наближення до екологічного та сільськогосподарського законодавства ЄС, Україна в особі повноважних органів вжила значний обсяг заходів у сфері охорони ґрунтів, хоча й не зосереджувалась власне на боротьбі із загрозами для них. Однак на момент надання Україні статусу кандидата Єврокомісія кваліфікувала обсяг спроможностей нашої держави у питаннях довкілля і зміни клімату як початковий, а станом на кінець 2024 року – оцінила досягнутий прогрес адаптації законодавства як обмежений [16]. В Україні наразі відсутній окремий документ щодо критеріїв оцінки органічних удобрювальних матеріалів, вимог до органічних сировинних компонентів та методів їх обробки. Щодо компостування існують окремі документи для приватних домогосподарств. При цьому, враховуючи положення документів про асоціацію України з ЄС та відповідно до Указу Президента України від 19.03.2021 р. № 104/2021 про введення в дію рішення Ради національної безпеки і оборони України «Про заходи щодо підвищення рівня хімічної безпеки на території України» (п. 2.3), необхідним є впровадження європейських підходів згідно з Регламентом (ЄС) Європарламенту та Ради № 2019/1009 від 05.06.2019 р. з визначенням критеріїв оцінки добрив, сировини і ознак методів обробки. В контексті виконання цих завдань, імплементуючи норми законодавства ЄС (Регламент (ЄС) Європарламенту та Ради № 2019/1009 від 05.06.2019 р. та Директиви ЄС) на підставі використання концептуальних підходів ЄС, розроблені проекти нормативного документу «Державні медико-санітарні регламенти класифікації органічних удобрювальних матеріалів та граничні значення вмісту забруднюючих речовин і патогенів в них» та Методичні

рекомендації стосовно медико-санітарних критеріїв до органічних сировинних компонентів добрив та методів їх обробки. Розроблені документи сприятимуть збереженню, відновленню і сталому використанню ґрунтів, що забезпечуватиме належну якість сільгосппродукції, призначену для споживанню людиною, та відсутність впливу на здоров'я. Медико-санітарні нормативи і методичні рекомендації призначені для використання при здійсненні державного нагляду у сфері забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення, при виробництві та контролі обігу удобрювальних матеріалів. Впровадження європейських санітарно-епідеміологічних вимог щодо використання добрив як суттєвого чинника відновлення ґрунтів з метою попередження негативного впливу на здоров'я населення України є вкрай актуальним.

ВИСНОВКИ

1. Військова техніка, яка у великих масштабах задіяна у війні з Україною, є джерелом значного надходження у ґрунт важких металів. Рівні та характер забруднення ґрунту важкими металами носить локальний характер і зберігається на високому рівні через 3 роки бойових дій у місцях ураження військової техніки. Концентрація свинцю у ґрунті перевищувала у сотні разів фоновий вміст (кларк) і в десятки разів ГДК. Вміст міді у місці ураження перевищував природний фон у 5 разів, а рівні ГДК у 34 рази.
2. Дослідженням встановлено, що концентрація важких металів у ґрунті в результаті бойових вибухів має неоднорідний характер, що певною мірою залежить від виду снаряду, характеру його дії, потужності вибуху, кінетичної енергії засобу ураження тощо: при влучанні керованої авіаційної бомби (КАБ) і ракети вміст практично усіх досліджуваних важких металів в епіцентрі вибуху перевищував значення у зразках, відібраних на відстані 100 м від вирви у середньому в 1,01–1,5 рази. При цьому відзначається більше забруднення токсичними речовинами ґрунту після влучання КАБ, ніж при

влучанні ракети, тобто найбільш потужними є КАБ, які містять заряд від 50 до 1000 кг, а розмір вирви може сягати діаметру 20 м при глибині до 7–8 м. За таких умов вміст важких металів накопичується у глибині, що і обумовлює таку закономірність. При влучанні «шахеду» розподіл важких металів у ґрунті має протилежний характер – на відстані 100 м від місця влучання за усіма елементами спостерігалось перевищення значень проти епіцентру від 4,5 до 11,47 разів. При влучанні артилерійського снаряду також вміст всіх важких металів у 1,2–1,4 рази вищий на відстані 100 м від вирви вибуху.

3. За розрахунками комплексного індексу ризику забруднення ґрунту визначена послідовність елементів, що створюють ризики: Zn > Ni > Cu > Cd > Mn > Pb. З усієї низки три елементи Cd, Mn і Pb характеризуються вкрай малими індексами і не спричиняють забруднення (ІЗҐ < 1,0). При цьому, за сумарним показником середнього рівня забруднення **у**сіма дослідженими речовинами з урахуванням домінантного фактору негативного впливу фіксується високий рівень забруднення територій P_N = 9,875, що у 3,29 рази перевищує найвищий показник шкали (P_N > 3 «сильне/важке забруднення території – дуже поганий/критичний стан середовища, екологічне лихо»).
4. Сумарний показник ризику від впливу забруднення усіма дослідженими важкими металами ґрунтів сільськогосподарського використання становить 0,62, що оцінюється як високий ризик для здоров'я населення (4 клас небезпеки – 0,60–0,79 – важкі гострі ефекти для здоров'я людини), є небезпечним для здоров'я населення, що обмежує використання значних площ сільгоспугідь навколо осередків горіння військової техніки.
5. Території ведення бойових дій характеризуються широким коливанням концентраційних показників і потребують більш детального оцінювання при подальшому використанні сільгоспугідь, оскільки за усередненими значеннями вмісту важких металів сумарний показник ризику є високим для

здоров'я населення. Важкі метали, які потрапили у ґрунт, зберігаються на високому рівні протягом багатьох років. Лише одне місце ураження військової техніки виводить з обігу ділянку площею понад 0,2 га та обмежує використання території до 0,4 га навколо згарищ. У результаті 1/5 частина сільськогосподарських земель України була вилучена з використання за призначенням.

6. За результатами комплексних медико-санітарних досліджень біомас – органічних сумішей з біовідходів встановлено, що у їх складі сумарна концентрація важких металів I, II, III, IV класу токсичності не перевищувала ліміти концентрацій в межах категорій кожного класу небезпеки, що свідчить про те, що біомаси, виготовлені з органічних відходів, за вмістом поживних елементів та токсичних хімічних речовин цілком відповідають нормативам законодавства ЄС (Регламент (ЄС) Європарламенту та Ради № 2019/1009 від 05.06.2019 р.
7. За результатами оцінки ймовірної інфекційної небезпеки біомаси з органічних відходів (за санітарно-бактеріологічними і гельмінтологічними показниками) визначено, що біомаса на основі відходів утримання ВРХ та посліду гусей оцінені як «чисті», повністю дозрілі і придатні до використання. Біомаса, отримана на основі гною свиней і посліду курчат-бройлерів не відповідала санітарно-епідеміологічним вимогам та вимогам європейського нормативу. Проведені дослідження доводять, що при компостуванні необхідним є чітке дотримання технологічного процесу, проведення додаткової температурної обробки або подовження часу компостування суміші, що відповідатиме медико-санітарним вимогам безпечного використання, запобігатиме вторинному забрудненню ґрунтів та узгоджуватиметься з європейськими нормативними вимогами придатності застосування удобрювальних матеріалів.
8. Для органічних біомас визначення біологічних показників є ефективним критерієм оцінки їх якості та безпеки для довкілля і здоров'я населення.

9. Використання сільськогосподарських відходів органічного походження для виготовлення біомас із застосуванням сучасних технологій є актуальним і перспективним методом для покращення фізико-хімічних показників ґрунту, відновлення його родючості. В контексті післявоєнного відновлення агроландшафтів України особливе значення мають властивості добрив не лише як джерел живлення, але і як детоксикаційних агентів**.**

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Koban L. A., Pfluger A. R. Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) exposure through munitions in the Russia–Ukraine conflict. Integrated Environmental Assessment and Management. 2023. Vol. 19. No. 2. P. 376–381. DOI: https://doi.org/10.1002/ieam.4672.
2. Environmental impact of metals resulting from military training activities: a review / A. J. Barker et al. Chemosphere. 2021. Vol. 265. Article 129110. DOI: https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129110.
3. Presence of war related elements in dandelion (Taraxacum officinale) as a possible consequence of military activities in east Croatia / L. Bijelić et al. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science. 2018. Vol. 68. No. 3. P. 264–272. DOI: https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1394485.
4. The environmental health impacts of Russia's war on Ukraine / D. Hryhorczuk et al. Journal of Occupational Medicine and Toxicology. 2024. Vol. 19. Article 1. DOI: https://doi.org/10.1186/s12995-023-00398-y.
5. Державна служба статистики України. Площі, валові збори та врожайність сільськогосподарських культур: стандартний звіт з якості державного статистичного спостереження. Київ, 2020.
6. Вовк К. Як війна впливає на родючість ґрунтів та якість їжі? Екодія. 12.07.2023. URL: https://ecoaction.org.ua/vijna-vplyvaie-na-grunty.html (дата звернення: 11.08.2026).

7. Актуальність застосування органо-мінеральних добрив для відновлення техногенно порушених ґрунтів / В. В. Станкевич, І. В. Какура, А. І. Костенко, О. М. Федоришина. Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України: зб. тез доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (дев'ятнадцяті Марзєєвські читання), 19 жовтня 2023 р. Київ, 2023. Вип. 23. С. 145–146.
8. Медико-санітарні аспекти управління відходами органічного походження для відновлення ґрунтів, порушених внаслідок бойових дій / А. І. Костенко, В. В. Станкевич, О. М. Федоришина, І. В. Какура, Н. М. Гуменникова. Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України: зб. тез доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (XXI Марзєєвські читання), 23–24 жовтня 2025 р. Київ, 2025. Вип. 25. С. 116–117.
9. Медико-санітарні аспекти безпечного використання органічних добрив для відновлення ґрунтів / І. В. Какура, В. В. Станкевич, А. І. Костенко, О. М. Федоришина. Science, technology, innovation: global trends and regional aspect: Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, Tallinn, Estonia, September 24–27, 2024. Tallinn: International Science Group, 2024. P. 133–138.
10. Heavy metal(loid)s in the topsoil of urban parks in Beijing, China: concentrations, potential sources, and risk assessment / L. Liu et al. Environmental Pollution. 2020. Vol. 260. Article 114083. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114083.
11. Ajani G. E., Popoola S. O., Oyatola O. O. Evaluation of the pollution status of Lagos coastal waters and sediments, using physicochemical characteristics, contamination factor, Nemerow pollution index, ecological risk and potential ecological risk index. International Journal of Environment and Climate Change. 2021. Vol. 11. No. 3. P. 1–16. DOI: https://doi.org/10.9734/ijecc/2021/v11i330371.
12. Новий метод оцінки ризику для здоров'я населення від впливу забруднення ґрунтів важкими металами / О. В. Рибалова, О. В. Бригада, О. О. Бондаренко,

Є. О. Макаров. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2019. № 1 (29). С. 79–99.

13. Рибалова О. В., Варивода Є. О., Скиба В. А. Особливості визначення екологічного ризику забруднення ґрунтів. Вісник Національного технічного університету «ХПІ»: зб. наук. пр. Темат. вип.: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків: НТУ «ХПІ», 2011. № 58. С. 64–70.
14. Regulation (EU) 2019/1009 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 laying down rules on the making available on the market of EU fertilising products and amending Regulations (EC) No. 1069/2009 and (EC) No. 1107/2009 and repealing Regulation (EC) No. 2003/2003. Official Journal of the European Union. 2019. L 170. P. 1–114. URL: http://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1009/oj/eng (дата звернення: 11.08.2026).
15. Про затвердження Порядку класифікації відходів та Національного переліку відходів: постанова Кабінету Міністрів України від 20.10.2023 № 1102. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/1102-2023-%D0%BF (дата звернення: 11.08.2026).
16. Хомик Н. А. Принцип «запобігання» як основоположна засада охорони ґрунтів в ЄС. Правове життя: сучасний стан та перспективи розвитку: зб. тез наук. доп. XX Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених, 2 травня 2025 р. / уклад. Є. М. Максимук. Луцьк: Вежа-Друк, 2025. С. 104–107.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕЗІНФІКУЮЧИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ

Сурмашева О.В., Полька О.О.,
Молчанець О.В., Росада М.О., Слесаренко О.В.

Лабораторія санітарної мікробіології та дезінфектології

Доступ до чистої питної води є однією з гострих проблем, з якими стикаються в багатьох частинах світу, особливо в країнах, що розвиваються. Біологічні забруднювачі переважно потрапляють у водойми зі стічними водами людини та стоками тваринницьких господарств.

Нещодавній досвід показав, що певні інфекційні захворювання зазвичай і майже передбачувано виникають у регіонах конфлікту, особливо тих, що мають значні масштаб або тривалість. Найважливішим фактором є те, що в регіонах з низьким рівнем ресурсів конфлікти часто призводять до переміщення великої кількості людей всередині або за кордоном, що призводить до втрати засобів до існування, структури сім'ї, житла, чистої води, гігієни, адекватного харчування, доступу до імунізації, охорони здоров'я та безпеки. У сукупності ці фактори створюють сприятливе середовище для спалахів інфекційних захворювань серед населення, які непропорційно вражають дітей. Вони сприяють збільшенню смертності, яке триває довго після завершення активної фази конфлікту. Війна в Україні створює безпосередню та зростаючу загрозу для життя та добробуту 7,5 мільйонів дітей країни [1, 2].

На жаль, Україна продовжує бути країною з потенційною небезпекою інфікування збудниками, у т. ч. тими, що передаються водним шляхом. Причиною такого явища є існування наступних проблем:

– для більшості населення джерелами питного водопостачання є поверхневі водойми, що несуть значне антропогенне навантаження і, як наслідок, постійно погіршується

якість води у результаті забруднення органічними речовинами та збудниками інфекційних захворювань;

– відсутність надійних систем очистки та знезараження води, адекватних ступеню забрудненості, оскільки застосування хлорвмісних сполук є неефективним, особливо щодо патогенних вірусів [3].

Слід також зазначити, що спалахи, епідемії з провідним водним фактором передачі завжди відрізняються гострим характером з ураженням великої кількості населення за короткий проміжок часу, з блискавичним розповсюдженням на значні території.

З початком повномасштабного вторгнення російської федерації значно погіршився доступ населення до централізованого питного водопостачання та централізованого водовідведення в різних регіонах. Постановою Кабінету Міністрів України від 13 березня 2022 р. № 303 «Про припинення заходів державного нагляду (контролю) і державного ринкового нагляду в умовах воєнного стану» було припинено проведення планових та позапланових заходів державного нагляду (контролю) і державного ринкового нагляду на період воєнного стану. У зв'язку з цим заходи державного нагляду (контролю) у 2022 році були проведені лише на 261 об'єктах централізованого водопостачання, що складає 3% від їх загальної кількості. Порушення вимог санітарного законодавства встановлено на 234 (90%) об'єктах.

Постає необхідність епідеміологічної оцінки питної води за умови її забруднення в екстремальних ситуаціях (воєнні дії, природні та техногенні катастрофи, епідемії тощо), рекомендацій ефективних сучасних дезінфекційних засобів (ДЗ) для знезараження води (дезінфекційні засоби, які отримані методом електролізу, нанопрепарати срібла, таблетовані хлорвмісні засоби тощо) та розробки сучасних методик і стандартів, що дозволили би оцінювати ефективність засобів для знезараження води.

Мета – визначення ефективності дезінфікуючих засобів для знезараження питної води.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Питна вода має відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [4]. Для епідемічної безпеки питної води, за умови її забруднення в екстремальних ситуаціях (воєнні дії, природні та техногенні катастрофи, епідемії тощо), в лабораторії санітарної мікробіології та дезінфектології були проведені дослідження із застосуванням європейських методів визначення ефективності ДЗ. Використовували також методи випробування, наближені до практичних умов використання. Паралельно з дослідами ставили обов'язкові контролі, які відображали правильність методології і запобігали отриманню хибнопозитивних або хибнонегативних результатів.

Показником ефективності дезінфікуючих засобів для знезараження води є 100% зниження обсіменіння води, яка контамінована тест-мікроорганізмами. Культури мікроорганізмів використовували в кількості 10^6 колонієутворюючих одиниць (КУО) на 1000 мл води.

Використовували також методи з наказу МОЗ № 2024 від 03.09.2020 р. «Методи проведення досліджень специфічної активності, безпечності, якості (ефективності) дезінфекційних засобів та їх випробування на практиці» [5, 8].

Використані наступні тест-штами мікроорганізмів: *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 *(S. aureus)*, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 (*P. aeruginosa*), *Escherichia coli* ATCC 8739 *(E. coli)*, *Enterococcus hirae* ATCC 10541 *(E. hirae)*, *Salmonella enterica subsp. enterica sv Abony* NCTC 6017 (*S. enterica)*, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Candida albicans* ATCC 10231 (*C. albicans)*, *Aspergillus brasiliensis* ATCC 16404 (*A. brasiliensis)*.

Досліджували також проводили для методу ультрафіолетового знезараження питної води пристроєм світлодіодного очищувача води UVG моделі AGLED-40002, виробництва Китай.

Таблиця 1 Досліджувані дезінфікуючі засоби

Назва ДЗ*	Діюча речовина (речовини)	Виробник
«САНІКА-АНОЛІТ»	хлорнуватиста кислота, пероксидні сполуки < 0,01%	ТОВ «САНІКА-АНОЛІТ»
«БІОЛЮФТ CL»	Компонент 1: натрію хлорит – 42%, натрію хлорид – 47%. Компонент 2: лимонна кислота – 95%, адипінова кислота – 3%.	ПП «Кронос Агро» (Україна)
«SterilOx»	ДЗ отриманий методом електролізу, за активним хлором 0,04%.	ТОВ «Амілак Стерілокс Україна»
«Новохлор-екстра»	гіпохлорит натрію 7,0–9,0% за активним хлором	ТОВ «Інтердез», Україна
«Еко Хлор»	гіпохлорит натрію (4% активного хлору)	ТОВ «Біотехімпульс», Україна
«Бланідас-Ц Гіпохлорит (Blanidas-C Hypochlorite)»	гіпохлорит натрію – 10,0% (за активним хлором)	ТОВ «БЛАНІДАС», Україна

Примітка: *Для досліджень використовували робочі розчини засобів згідно документації виробника.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Визначення ефективності ДЗ «Еко Хлор» проводилася суспензійним методом [5].

Для проведення досліджень використовували тест-штами мікроорганізмів, для яких визначали бактерицидну та фунгіцидну дію. В якості нейтралізатора використовували розчин зі складом: тіосульфат натрію 20,0 г з додаванням полісорбату-80 30,0 см^3; лецитин 3,0 г; води до 1000 см^3.

Температура в досліді становила (20,0 ± 1,0) °С, інтерферуюча субстанція: 0,03% БСА (чисті умови).

Результати досліджень представлені в табл. 2.

Таблиця 2 Результати мікробіологічних досліджень щодо визначення ефективності засобу ДЗ «Еко Хлор» 0,5% 15 хв та 2,0% – 60 хв для знезараження води*

Тест-штам	Режим дезінфекції	Lg R	lg Na	lgN_0
Staphylococcus aureus ATCC 6538	0,5% (за препаратом), 15 хв**	> 5,24	< 2,15	7,39
Pseudomonas aeruginosa ATCC 15442	0,5% (за препаратом), 15 хв**	> 5,13	< 2,15	7,28
Enterococcus hirae ATCC 10541	0,5% (за препаратом), 15 хв**	> 5,20	< 2,15	7,35
Salmonella enterica subsp. enterica sv Abony NCTC 6017	0,5% (за препаратом), 15 хв**	> 5,23	< 2,15	7,38
C. albicans ATCC 10231	2,0% (за препаратом), 60 хв**	> 4,23	< 2,15	6,38
Aspergillus brasilsensis ATCC 16404	2,0% (за препаратом), 60 хв**	> 4,19	< 2,15	6,34

Примітка: * Визначення проводили в суспензійному тесті, в чистих умовах.
** Контролі: А, В, С – відповідали вимогам.

Проведені експериментальні дослідження методами [5] демонструють, що засіб мийний лужний хлорвмісний з дезінфекційними властивостями «Еко Хлор» за умов застосування розчину концентрацією 0,5% (за препаратом) та експозиції 15 хв є ефективним дезінфектантом для знезараження води від бактерій та грибів.

Вивчали дезінфікуючу дію ДЗ «Новохлор-екстра» щодо тест-штамів бактерій та дріжджеподібних грибів: в суспензійному тесті [5] в «чистих» умовах за температури 20 °С в концентрації 0,5% та експозиції 30 хв; до тест-штаму *A. brasiliensis* за концентрації 0,5% протягом 60 хв; спороцидну активність на спорах B. *subtilis* за концентрації ДЗ 2,0% протягом 60 хв.

Отримані результати представлені в табл. 3.

Таблиця 3 Результати мікробіологічних досліджень щодо визначення ефективності засобу ДЗ «Новохлор-екстра» 0,5% 30 хв, 0,5% 60 хв та 2,0% – 60 хв для знезараження води*

Тест-штам	Режим дезінфекції	Lg R	lg Na	lgN_0
S. aureus ATCC 6538	0,5% (за препаратом), 30 хв**	> 5,11	< 2,15	7,26
P. aeruginosa	0,5% (за препаратом), 30 хв**	> 5,12	< 2,15	7,27
E. hirae	0,5% (за препаратом), 30 хв*	> 5,20	< 2,15	7,35
C. albicans	0,5% (за препаратом), 30 хв**	> 4,13	< 2,15	6,28
A. brasiliensis	0,5% (за препаратом), 60 хв**	> 4,24	< 2,15	6,39
B. subtilis	2,0% (за препаратом), 60 хв	> 5,13	< 2,15	7,28

Примітка: * Визначення проводили в суспензійному тесті, в чистих умовах.
** Контролі: А, В, С – відповідали вимогам.

У суспензійному тесті 0,5% розчин дезінфекційного засобу «Новохлор-екстра» (за препаратом) по відношенню до грамнегативних та грампозитивних бактерій, дріжджеподібних грибів в «чистих» умовах за температури 20 °С за експозиції 30 хв проявляв бактерицидну та дріжджецидну дію. Фунгіцидна дія була підтверджена для тест-штаму *A. brasiliensis* в «чистих» умовах за температури 20 °С за експозиції 60 хв для 0,5% розчину дезінфекційного засобу. Встановлено, що 2,0% розчин ДЗ за умови експозиції 60 хв в «чистих» умовах проявляв спороцидну активність.

Для визначення специфічної активності дезінфекційного засобу «Бланідас-Ц Гіпохлорит (Blanidas-C Hypochlorite)» в суспензійному тесті використовували тест-штами мікроорганізмів в «чистих» умовах за температури 20 °С за експозиції 15 хв концентрація за активним хлором 0,001%, 0,03%, 0,2%. Результати представлені у табл. 4.

Таблиця 4 Результати мікробіологічних досліджень щодо визначення ефективності засобу ДЗ «Бланідас-Ц Гіпохлорит» 0,001% 30 хв, 0,5% 60 хв та 2,0% – 60 хв для знезараження води*

Тест-штам	Режим дезінфекції	Lg R	lg Na	lgN_0
S. aureus	0,03% та 0,2% (за активним хлором), 15 хв**	> 5,09	< 2,15	7,24
P. aeruginosa	0,03% та 0,2% (за активним хлором), 15 хв**	> 5,07	< 2,15	7,22
E. hirae	0,03% та 0,2% (за активним хлором), 15 хв**	> 5,07	< 2,15	7,22
C. albicans	0,03% та 0,2% (за активним хлором), 15 хв**	> 4,09	< 2,15	6,24
A. brasiliensis	0,03% та 0,2% (за активним хлором), 15 хв**	> 4,07	< 2,15	6,22

Примітка: * Визначення проводили в суспензійному тесті, в чистих умовах.
** Контролі: А, В, С – відповідали вимогам.

Проведені експериментальні дослідження методами згідно [5] демонструють, що ДЗ «Бланідас-Ц Гіпохлорит» за умов застосування розчинів концентраціями 0,03%; 0,2% (за активним хлором) та експозиції 15 хв є ефективним дезінфектантом для знезараження від бактерій та грибів.

Вносили дослідний зразок (концентрація діючих речовин < 0,01%) кількістю 50 $см^3$ в 1 $дм^3$ води (1-й режим) та 100 $см^3$ на 1 $дм^3$ води (2-й режим) за експозиції 30 хвилин. В якості контролю використовували проби води, контаміновані культурами відповідних тест-мікроорганізмів, без додавання засобу для знезараження.

Зразок засобу «Саніка-Аноліт» володіє достатньою антимікробною активністю щодо мікроорганізмів *E. coli, S. aureus, C. albicans* та *B. subtilis* у двох режимах 50 мл та 100 мл засобу на 1 літр води з експозицією 30 хв.

За результатами випробувань встановлено, що зразок засобу дезінфікуючого «Саніка-Аноліт» володіє достатньою дезінфікуючою активністю та ефективний для знезараження води в надзвичайних умовах.

Результати дослідження наведені в табл. 5.

Таблиця 5 Результати мікробіологічних досліджень щодо визначення ефективності засобу «Саніка-Аноліт» для знезараження води

Тест-штам	Вода з доданим засобом «Саніка-Аноліт» 50 мл/л	Вода з доданим засобом «Саніка-Аноліт», 100 мл/л	Контроль, КУО/100 см^3 (вода без засобу)	Контроль культури, КУО/см^3
Escherichia coli ATCC 8739	відсутній ріст	відсутній ріст	суцільний ріст	$3,9 \times 10^8$
Staphylococcus aureus ATCC 6538	відсутній ріст	відсутній ріст	суцільний ріст	$4,2 \times 10^8$
Bacillus subtilis ATCC 6633	відсутній ріст	відсутній ріст	суцільний ріст	$4,5 \times 10^8$
C. albicans ATCC 10231	відсутній ріст	відсутній ріст	суцільний ріст	$3,1 \times 10^8$

Дослідження ефективності засобу для знезараження питної води «Біолюфт CL» проводили з використанням тест-мікроорганізмів *E. coli, Ps. aeruginosa, B. subtilis.*

Результати дослідження наведені в табл. 6.

Таблиця 6 Результати мікробіологічних досліджень щодо визначення ефективності засобу для знезараження питної води «Біолюфт CL»

Тест-штам	Вода з доданим засобом «Біолюфт CL», КУО/200 см^3	Контроль, КУО/100 см^3 (вода без засобу)	Контроль вихідної культури, КУО/см^3
Escherichia coli ATCC 8739	відсутність росту	суцільний ріст	$3,2 \times 10^8$
Pseudomonas aeruginosa ATCC 9027	відсутність росту	суцільний ріст	$4,6 \times 10^8$
Bacillus subtilis ATCC 6633	відсутність росту	суцільний ріст	$4,5 \times 10^8$

Як видно з таблиці 6, зразок засобу для знезараження питної води «Біолюфт CL» володіє антимікробною активністю щодо

мікроорганізмів *E. coli*, *Ps. aeruginosa* та *B. subtilis* у режимі – 2 мл нативного розчину на 1 літр води, що відповідає концентрації діоксиду хлору 0,8 мг/л, за експозиції 30 хв, володіє дезінфікуючою активністю та ефективний для знезараження води в надзвичайних умовах.

Вивчення дезінфікуючих властивостей засобу "SterilOx" проводили в режимі: концентрація ДЗ 50 мл на 1000 мл води, штучно контамінованої тест-штамами за експозиції 30 хв. Нейтралізацію залишків ДЗ проводили методом мембранної фільтрації.

Таблиця 7 Результати визначення ефекту дезінфекції питної води ДЗ «SterilOx» – режим 1

Тест культури мікроорганізмів	Режим знезараження 10 мл ДЗ на 100 мл контамінованої води – експозиція 10 хв	Контроль культур, КУО/л
E. coli	відсутність росту	2,2 x 10^6
E. hirae	відсутність росту	5,3 x 10^6
S. aureus	відсутність росту	8,7 x 10^6
P. aeruginosa	відсутність росту	6,9 x 10^6
C. albicans	відсутність росту	8,3 x 10^5

Таблиця 8 Результати визначення ефекту дезінфекції питної води ДЗ «SterilOx» – режим 2

Тест культури мікроорганізмів	Режим знезараження 5 мл ДЗ на 100 мл контамінованої води – експозиція 15 хв	Контроль культур, КУО/л
E. coli	відсутність росту	2,2 x 10^6
E. hirae	відсутність росту	5,3 x 10^6
S. aureus	відсутність росту	8,7 x 10^6
P. aeruginosa	відсутність росту	6,9 x 10^6
C. albicans	відсутність росту	8,3 x 10^5

За результатами експериментальних досліджень щодо знезараження питної води дезінфекційним засобом «SterilOx» встановлено, що досліджені 2 режими забезпечують 100% знезараження води від бактерій та дріжджеподібних грибів за температури 20 °С.

Досліджені режими знезараження води можна рекомендувати для отримання безпечної в епідемічному плані питної води в надзвичайних умовах, в тому числі у воєнний час.

Таким чином, ефективність (бактерицидна, фунгіцидна та спороцидна дія) всіх вивчених дезінфекційних засобів була підтверджена в кількісному суспензійному тесті згідно наказу МОЗ України № 2024 «Про затвердження Методів проведення досліджень специфічної активності, безпечності, якості (ефективності) дезінфекційних засобів та їх випробування на практиці».

Досліджувані ДЗ, які застосовуються для знезараження питної води в Україні, показали свою ефективність як в дослідженнях згідно європейських вимог (кількісний суспензійний тест) [5], так і в практичних специфічних випробуваннях ДЗ для питної води.

Було проведене визначення ефективності знезараження питної води за допомогою ультрафіолетового світлодіодного очищувача води UVG моделі AGLED-40002, виробництва Китай.

Були створені експериментальні моделі мікробіологічного забруднення питної води [1]. Зразки 1000 мл води окремо були контаміновані 5 тест-штамами мікроорганізмів: *Staphylococcus aureus ATCC 6538, Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027*, Escherichia coli* ATCC*, Enterococcus hirae* ATCC 10541, *Candida albicans* ATCC 10231.

Схема дослідження включала наступні етапи:

1. Контамінація з розрахунку 1000 мл дистильованої води тест-штамом мікроорганізму в кількості 10^3 КУО/мл.
2. Відбір зразка для визначення кількості мікроорганізмів в контамінованому зразку води.

3. Опромінення ультрафіолетовим світлодіодним очищувачем води UVG моделі AGLED-40002 за швидкості контамінованої води 2000 мл за 60 сек за температури 20 °С.
4. Відбір зразка для визначення кількості мікроорганізмів в контамінованому зразку води після опромінення.
5. Дезінфекція та промивка системи.

Для кожного з проведених випробувань отримане значення числа КУО тест-штамів мікроорганізмів в робочій суспензії є результатом усередненого значення кількісного визначення числа КУО мікроорганізмів (табл. 8).

Таблиця 8 Ефективність знезараження питної води ультрафіолетовим світлодіодним очищувачем води UVG моделі AGLED-40002

Вид мікроорганізму	Кількість мікроорганізмів в 1 $дм^3$ до опромінення (КУО)	Кількість мікроорганізмів в 1 $дм^3$ після опромінення (КУО)	Ефективність знезараження
S. aureus	2,1 x 10^6	не виявлено	100%
P. aeruginosa	1,2 x 10^6	не виявлено	100%
E. coli	2,5 x 10^6	не виявлено	100%
E. hirae	1,9 x 10^6	не виявлено	100%
C. albicans	1,2 x 10^6	не виявлено	100%

Результати визначення ступеня обсіменіння води до опромінення ультрафіолетовим світлодіодним очищувачем води UVG моделі AGLED-40002 кількість мікроорганізмів в КУО/1000 мл становила для *E. coli* – 2,5 x 10^6, для *E. hirae* – 1,9 x 10^6, для *S. aureus* – 2,1 x 10^6, *P. aeruginosa* – 1,2 x 10^6, *C. albicans* – 1,2 x 10^6. Після опромінення очищувач забезпечував 100% знезараження води від бактерій та дріжджоподібних грибів.

За результатами експериментальних досліджень щодо знезараження питної води ультрафіолетовим світлодіодним очищувачем UVG моделі AGLED-40002 встановлено, що використаний режим – швидкість води 2000 мл за 60 сек за

температури 20 °С забезпечує 100% знезараження води від бактерій та дріжджеподібних грибів.

Досліджений режим – швидкість води 2000 мл протягом 60 сек за температури 20 °С забезпечує 100% знезараження води від бактерій та дріжджеподібних грибів.

Аналізуючи результати виконаної роботи, слід зазначити, що вона містить комплексний підхід до оцінки, ефективного та безпечного застосування дезінфекційних засобів для знезараження питної води в надзвичайних умовах [6–8].

В роботі проведений аналіз дезінфекційних засобів, які можуть використовуватись для знезараження води.

Згідно постанові КМУ № 863 від 15 серпня 2023 р. «Про затвердження Положення про державну реєстрацію дезінфекційних засобів» та наказу МОЗ № 2024 від 03 вересня 2020 р. «Методи проведення досліджень специфічної активності, безпечності, якості (ефективності) дезінфекційних засобів та їх випробування на практиці» ефективність ДЗ для потреб державної реєстрації визначають відповідно до ДСТУ EN 14885:2019 (EN 14885:2018, IDT). Тож при дослідженнях ДЗ для питної води доцільно дотримуватись встановленого порядку.

Встановлені режими дезінфекції питної води для різних за хімічним складом засобів «САНІКА-АНОЛІТ», «Еко Хлор», «БІОЛЮФТ CL», «SterilOx», «Новохлор-екстра», «Бланідас-Ц Гіпохлорит (Blanidas-C Hypochlorite)» враховувались при розробці Змін до Методів випробувань дезінфекційних засобів, контролю за їх відповідністю вимогам стандартів, інших нормативних документів, затверджених наказом МОЗ № 1998 від 02 грудня 2024 року «Про затвердження Змін до Методів випробувань дезінфекційних засобів, контролю за їх відповідністю вимогам стандартів, інших нормативних документів» та «Методичні рекомендації з визначення ефективності дезінфікуючих засобів для питної води».

В Україні відсутні затверджені підходи до проведення гігієнічної оцінки реагентів для обробки питної води, у тому числі дезінфекційних засобів (або біоцидів), що передбачено вимогами європейського законодавства – Директивою

2020/2184/ЄС щодо води, призначеної для споживання людино, та Регламентом (ЄС) № 528/2012. Цей Регламент встановлює правила для створення на рівні Союзу списку активних речовини, які можуть бути використані в біоцидних продуктах; взаємне визнання дозволів у межах Союзу.

Застосування дезінфекційних засобів має здійснюватися після проведення комплексних досліджень виробником або постачальником дезінфекційних засобів на базі спеціалізованих акредитованих лабораторій та підприємствами питного водопостачання за порядком та критеріями, що встановлюються вимогами законодавства, а в країнах ЄС з врахуванням вимог Директиви 2020/2184/ЄС щодо якості води, призначеної для споживання людиною, та Регламенту (ЄС) № 528/2012 щодо надання на ринку та використання біоцидних засобів.

ВИСНОВКИ

1. В роботі проведено комплексний аналіз основних підходів до оцінки ефективного та безпечного застосування дезінфекційних засобів для обробки питної води в Україні та країнах ЄС. Результати дослідів щодо знезараження питної води різними дезінфекційними засобами підтвердили доцільність поетапної оцінки їх ефективності.
2. Експериментальне вивчення специфічної дії різних за хімічним складом дезінфекційних засобів («САНІКА-АНОЛІТ», «Новохлор-екстра», «Еко Хлор», «БІОЛЮФТ CL», «Бланідас-Ц Гіпохлорит», «SterilOx») підтвердило їх ефективність для знезараження питної води ($lgR > 5$ для бактерій та $lgR > 4$ для грибів).
3. Експериментально встановлений режим антимікробної дії ультрафіолетового світлодіодного очищувача води UVG моделі AGLED-40002, який забезпечує 100% знезараження води від бактерій та дріжджоподібних грибів.
4. Згідно результатам проведених досліджень дезінфекційні засоби, що можуть застосовуватись для знезараження питної води в Україні, показали свою ефективність як в дослідженнях

згідно європейських вимог, так і в випробування наближених до практичних умов використання.

5. Розроблений алгоритм дослідження бактерицидної та фунгіцидної активності засобів, що застосовуються для знезараження питної води в надзвичайних умовах – «Методичні рекомендації з визначення ефективності дезінфікуючих засобів для знезараження питної води».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. The impact of “the war that drags on” in Ukraine for the health of children and adolescents: old problems in a new conflict? / J. Gonçalves Júnior et al. Child Abuse & Neglect. 2022. Vol. 128. Article 105602. DOI: https://doi.org/10.1016/j.chiabu.2022.105602.
2. Інфекційні хвороби в дітей: підручник / С. О. Крамарьов та ін.; за ред. С. О. Крамарьова, О. Б. Надраги. Київ: Медицина, 2010. 392 с.
3. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання та водовідведення в Україні у 2022 році / Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. Київ, 2023. 397 с.
4. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10): наказ Міністерства охорони здоров’я України від 12.05.2010 № 400; зареєстр. у Міністерстві юстиції України 01.07.2010 за № 452/17747.
5. Про затвердження Методів проведення досліджень специфічної активності, безпечності, якості (ефективності) дезінфекційних засобів та їх випробування на практиці: наказ Міністерства охорони здоров’я України від 03.09.2020 № 2024.
6. Сурмашева О. В., Корчак Г. І., Росада М. О., Молчанець О. В., Олійник З. А., Полька О. О. Сучасні питання дезінфектології, методичні прийоми визначення ефективності хімічних дезінфекційних засобів: монографія. Вінниця: ТОВ «Ніланд-ЛТД», 2024. 168 с.

7. Зоріна О. В., Сурмашева О. В., Іванько О. М., Полька О. О., Маврикін Є. О. Аналіз підходів до оцінки та застосування дезінфекційних засобів для питної води в Україні та країнах ЄС, в тому числі країнах НАТО. Український журнал військової медицини. 2025. Т. 6. № 1. С. 48–56. DOI: https://doi.org/10.46847/ujmm.2025.1(6)-048.
8. Зоріна О. В., Сурмашева О. В., Полька О. О., Маврикін Є. О. Оцінка ризиків при вживанні питної води, обробленої діоксидом хлору, та управління ними в країнах ЄС та Україні для захисту здоров'я населення. Медичні перспективи. 2023. Т. 28. № 4. С. 181–189. DOI: https://doi.org/10.26641/2307-0404.2023.4.294226.

ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЯК ФАКТОР РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

Турос О.І., Петросян А.А., Маремуха Т.П., Моргульова В.В., Брезіцька Н.В., Кулинич Т.В., Михіна Л.І., Кобзаренко І.В., Коблянська А.В., Давиденко Г.М., Сидоренко О.О.

Відділ якості повітря

На сьогодні забруднення атмосферного повітря залишається одним із провідних факторів ризику для здоров'я населення та важливим чинником глобальних кліматичних змін. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) із забрудненням атмосферного повітря пов'язують близько 4,2 млн випадків смерті щороку, що становить близько 7,6% усіх додаткових смертей у світі. На частку цього забруднення припадає 37% випадків передчасної смерті від інсульту та ішемічної хвороби серця, 23% – від інфекцій нижніх дихальних шляхів (зокрема пневмонії), 18% – від хронічного обструктивного захворювання легень, а також 11% – від раку легенів [1, 2].

Водночас експерти ВООЗ повідомляють, що 99% населення світу проживає в районах, де рівні забруднення атмосферного повітря не відповідають встановленим стандартам і рекомендаціям щодо його якості [1]. Встановлено, що близько 30 мільйонів європейців проживають у районах, де рівні концентрацій твердих часток пилу (PM_{10} і $PM_{2.5}$) щонайменше у чотири рази перевищують рекомендовані ВООЗ значення [3]. За оцінками Європейського агентства з навколишнього середовища (ЕЕА), з високими експозиціями $PM_{2.5}$ пов'язують 239 тис. додаткових випадків передчасних смертей (95% ДІ: 182–267 тис.). До того ж з високими концентраціями приземного озону (O_3) асоціюють майже 70 тис. випадків смерті (95% ДІ: 0–137 тис.), а з впливом діоксиду азоту (NO_2) – близько 48 тис. випадків (95% ДІ: 24–95 тис.). Результати проєкту WHO HRAPIE-2 (Health Risks of Air Pollution in Europe, 2025) підтвердили наявність статистично значущого негативного впливу $PM_{2.5}$, діоксиду азоту (NO_2) та озону (O_3) на здоров'я населення навіть за концентрацій, нижчих за чинні стандарти якості

повітря Європейського Союзу. Отримані дані свідчать про відсутність безпечного рівня експозиції для окремих атмосферних забруднювачів, що обґрунтовує необхідність подальшого посилення заходів контролю якості атмосферного повітря та мінімізації ризиків для здоров'я населення [4, 5].

Україна належить до країн із високим рівнем забруднення атмосферного повітря в Європі. Згідно з дослідженням «Global Burden of Disease», близько 10% соціальних втрат здоров'я українців пов'язано із забрудненням повітря, що є причиною близько 43 000 випадків передчасної смерті на рік та майже один мільйон втрачених років життя з поправкою на інвалідність (DALY) [6]. Найбільшого впливу зазнає населення, що проживає у техногенно-навантажених регіонах, де рівні ризику перевищують допустимі величини, обумовлені впливом викидів стаціонарних та пересувних джерел [7–12].

Відповідно до угоди про асоціацію між Європейським Союзом та Україною, ратифіковано та імплементовано низку багатосторонніх міжнародно-правових угод і нормативних актів, серед яких основними є: Конвенція про транскордонне забруднення повітря на великі відстані та 8 протоколах до неї, Рамкова конвенція ООН про зміну клімату, Оргуська конвенція, Директиви ЄС 2024/2881/ЄС «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи» (оновлена), 2004/107/ЄС щодо миш'яку, кадмію, ртуті, нікелю та поліциклічних ароматичних вуглеводнів у навколишньому повітрі, 2010/75/ЄС «Про промислові викиди (інтегроване запобігання та контроль забруднення)», що направлені на зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та запобігання його негативного впливу на здоров'я населення на підставі ризикових оцінок [13–18]. Також важливість застосування методології оцінки ризику для здоров'я населення (МОРЗН) підкреслено у деклараціях двох основних європейських процесів «Довкілля для Європи» (Київ, 2003; Белград, 2007; Астана, 2011; Батумі, 2016; Нікосія, 2022) та «Довкілля та здоров'я» (Лондон, 1999; Будапешт, 2004; Парма, 2010; Острава, 2017; Будапешт, 2023), які спрямовані на об'єднання зусиль та посилення міжсекторальної співпраці щодо виявлення та подолання загальнодержавних

проблем забруднення атмосферного повітря та його впливу на громадське здоров'я [19].

Україна, як сторона низки міжнародних угод та держава-кандидат на вступ до Європейського Союзу, взяла на себе зобов'язання щодо впровадження зазначених заходів. Особливо це стосується населення, яке проживає на територіях, що характеризуються зосередженням великої кількості металургійних, хімічних, машинобудівних та інших промислових підприємств, а також інтенсивним рухом автотранспорту, що зумовлює високий техногенний тиск на здоров'я населення та формування високих рівнів інгаляційного ризику (10^{-3}–10^{-4}) [7, 9, 20–24].

На сьогодні діюча в Україні система оцінки якості атмосферного повітря характеризується відсутністю міжсекторальної координації дій органів виконавчої влади, що унеможливлює здійснення комплексної гігієнічної оцінки впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення та знижує ефективність прийняття управлінських рішень. Відтак ця система вимагає методологічних змін шляхом використання міждисциплінарного підходу, заснованого на впровадженні єдиних оцінок якості атмосферного повітря з використанням ризик-орієнтованих моделей від «джерела викиду» до «здоров'я населення».

У світовій практиці, на основі результатів оцінки ризику встановлюють медико-санітарні нормативи, приймають містобудівні рішення, розробляють профілактичні та природоохоронні програми тощо. В умовах управління територіальними громадами прийняття управлінських рішень щодо зниження ризику для здоров'я населення до прийнятного рівня створює передумови для вдосконалення системи гігієнічної оцінки якості повітря на місцевому, регіональному та національному рівнях [7, 8, 16, 24].

Обов'язковість використання ймовірнісного підходу у вигляді методології оцінки ризику для здоров'я населення (далі – МОРЗН) знайшла своє відображення у стратегічних і планових документах України, зокрема в законах України «Про систему громадського здоров'я», «Про охорону атмосферного повітря», «Про оцінку впливу на довкілля», «Про стратегічну екологічну оцінку»,

«Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року» тощо [25–29]. Водночас застосування МОРЗН не є облігатним та законодавчо не закріплене у загальній дозвільній системі, де питання оцінювання впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення розглядається лише в межах процедур отримання промисловим підприємством дозволу на викид, зокрема у частині обґрунтування розміру санітарно-захисної зони, та під час розроблення проєктів оцінки впливу на довкілля [8, 30]. Оцінювання токсичності викидів залишається поза увагою органів регулювання та контролю, що є причиною недооцінки біологічних ефектів, зумовлених особливостями забруднення атмосферного повітря різними видами та територіальним розташуванням промислових підприємств і автотранспорту. В першу чергу це зумовлено застарілістю, неефективністю системи державного моніторингу (відсутністю типізації розташування постів спостереження та обмеженим впровадженням автоматизованих систем відбору проб), що призводить до розрізненості даних спостережень суб'єктів моніторингу. Ситуація також ускладнюється через законодавчо закріплене застосування критеріального підходу, відповідно до концепції «нульового» ризику, який не враховує хронічний інгаляційний вплив забруднюючих речовин на здоров'я експонованого населення протягом життя [7, 8, 31]. Використання фіксованих вимірювань або моделювання недостатньо врегульоване нормативно-правовою базою. Внаслідок цього наявна система моніторингу є недосконалою, що обмежує отримання даних про стан забруднення повітря на всій території та його довгострокову динаміку. Попри прийняття постанови Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» та наказу МВС України від 21.04.2021 № 300 «Про затвердження Порядку розміщення пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в зонах та агломераціях» [32, 33], неврегульованим залишається питання системного визначення вмісту твердих часток пилу (з діаметром менше 10 мкм – PM_{10}, $PM_{2.5}$) та озону, оскільки їх державний моніторинг й досі впроваджений недостатньо в Україні через обмежені технічні можливості для перепрофілювання мережі моніторингу.

Отже, основною проблемою ширшого впровадження державної системи моніторингу та МОРЗН є відсутність комплексного системного підходу до застосування сучасних інструментів оцінювання якості атмосферного повітря, які вимагають визначення рівнів експозицій населення за різні періоди усереднення (година, доба, місяць, рік) для подальшого розрахунку ризику для здоров'я населення. Це, своєю чергою, зумовлює необхідність внесення змін і доповнень до основних нормативно-методичних документів чинного санітарного та екологічного законодавства, адаптації та створення математичних (розрахункових) програмних комплексів, регламентів, технічних умов та інструкцій.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Вперше в Україні відділом якості повітря Державної установи «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва Національної академії медичних наук України» (далі – відділ якості повітря Установи) було розроблено алгоритм оцінки експозиції населення до забруднення атмосферного повітря та адаптовано програмні комплекси (зокрема ISC-AERMOD View, HYSPLIT) з метою моделювання (розсіювання) забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери від викидів різних суб'єктів господарювання (зокрема промислових підприємств та автотранспорту) для проведення оцінки ризику для здоров'я населення. Використовуючи інструменти ГІС-технологій, шляхом оброблення та конвертації метеорологічних, топографічних даних щодо землекористування та характеристик джерел викидів і просторового розподілу населення було удосконалено етап оцінки експозиції та верифіковано результати моделювання шляхом отримання усереднених годинних, добових і річних концентрацій [7, 8, 34, 35]. Додатково виконано порівняльний аналіз із максимально разовими концентраціями, змодельованими за допомогою програми ЕОЛ+ (законодавчо закріплена в дозвільній системі та реалізує методику ОНД-86). Отримані дані показали відсутність принципових розбіжностей у розрахованих значеннях приземних концентрацій. Водночас розрахунки, виконані в ЕОЛ+, демонструють сталий розподіл ізоліній концентрацій у всіх напрямках за румбами сторін світу на різних відстанях від джерел викидів та відображають максимально

несприятливий сценарій поширення забруднюючих речовин без урахування впливу метеорологічних умов, орографічних особливостей місцевості та характеристик землекористування. Показано неможливість використання законодавчо закріплених в Україні програмних комплексів, що реалізують методику ОНД-86, для оцінювання хронічного впливу забруднення атмосферного повітря на організм людини, які необхідні у разі визначення та розрахунків ризику для здоров'я населення. Для вирішення даного питання оцінено співвідношення усереднених концентрацій хімічних речовин у загальному забрудненні атмосферного повітря та визначено середній коефіцієнт співвідношення між середньодобовою та максимально разовою концентраціями – на рівні 0,17 ($C_{сд}$ = 0,17 $C_{мр}$); середньорічною та середньодобовою концентраціями – на рівні 0,1 ($C_{ср}$ = 0,1 $C_{сд}$) [8, 34].

Запропонований підхід дозволив визначати зони підвищеного ризику (за умови гострого та хронічного впливів), деталізувати процес оцінки експозиції та верифікувати просторовий розподіл населення, яке підпадає під вплив забруднення атмосферного повітря, забезпечивши науково обґрунтований і валідизований інструмент підтримки прийняття рішень для планування медико-санітарних заходів у системі громадського здоров'я.

За даними проведених аналітичних досліджень, виконаних відділом якості повітря протягом останніх років, встановлено, що промислове забруднення атмосферного повітря в Україні залишається домінуючим фактором не лише у техногенно навантажених регіонах, але й у державі в цілому. Незважаючи на зниження обсягів викидів в атмосферне повітря, пов'язане зі спадом промислового виробництва на сході країни внаслідок воєнного стану (зокрема через порушення логістичних ланцюгів постачання, збуту продукції та перебоїв з електропостачанням), в «умовно чистих» областях України, таких як Івано-Франківська, Житомирська, Волинська, Хмельницька тощо, після початку повномасштабного вторгнення у 2022 році спостерігається зростання рівнів забруднення до 60%. Це пов'язано з релокацією значної кількості суб'єктів господарювання на безпечні території. Згодом цей показник стабілізувався, і у період 2023–2025 рр. спостерігається незначне (на 2–6%) скорочення викидів від

промислових підприємств. Водночас відзначається тенденція до зменшення обсягів викидів у секторах економіки, що займають провідні позиції серед забруднювачів атмосферного повітря, а саме: постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря обсяги викидів зменшилися з 452,6 тис. т у 2023 році до 396,6 тис. т у 2025 році (на 12,4%), у переробній промисловості – з 297,2 тис. т до 267,5 тис. т (на 10,0%), а в добувній промисловості та розробленні кар'єрів – з 299,5 тис. т до 190,5 тис. т (на 36,4%). Разом з тим у секторі сільського, лісового та рибного господарств спостерігається збільшення обсягів викидів з 66,4 тис. т у 2023 році до 75,0 тис. т у 2025 році, що становить 12,9% [10, 36]. Найбільш вагомий внесок у загальну структуру забруднення стабільно формують викиди: вуглецю оксиду, метану, сполукам азоту, діоксиду та іншим сполукам сірки, НМЛОС, речовинам у вигляді твердих суспендованих часток недиференційованих за складом (зокрема PM_{10}, $PM_{2.5}$, сажі) та аміаку. Крім того, відзначається збільшення викидів потенційних ендокринних дизрапторів, а саме органічних амінів, СОЗ та ПАВ майже у 2–3,8 разів, що обумовлено їх широким використанням у сільському господарстві, хімічній, косметичній промисловості, побутовому секторі тощо [37].

Попри скорочення обсягів забруднення атмосферного повітря у порівнянні з довоєнним періодом майже на 20%, проведені розрахунки неканцерогенних ризиків для здоров'я населення під час оцінювання гострих та хронічних інгаляційних впливів різних суб'єктів господарювання свідчать, що перевищення допустимого рівня ризику ($HQ \geq 1$) спостерігається у зонах впливу викидів: металургійних, хімічних, коксохімічних, гірничодобувних, машинобудівних, будівельних підприємств, нафтопереробної галузі, виробництв олії та тваринних жирів, теплоенергетичних об'єктів (HQ_{acute} – від 1,1 до 5,8; $HQ_{chronic}$ – від 1,1 до 4,7). Основний внесок у формування ризику зумовлений присутністю у викидах речовин у вигляді твердих суспендованих часток недиференційованих за складом (зокрема PM_{10}, $PM_{2.5}$), вуглецю оксиду, діоксиду та інших сполук сірки, сполук азоту, важких металів та органічних сполук [8, 9]. Для тваринницьких комплексів додатково встановлено перевищення порогів запаху у 2,4–14,5 раза, що підтверджує важливість використання інтегрованого підходу,

заснованого на математичному моделюванні та оцінці ризику для здоров'я населення, з метою подальшого дослідження одориметричного впливу та просторової ідентифікації територій потенційного (запахового) дискомфорту [38]. Що стосується оцінювання викидів автотранспорту, то перевищення допустимих рівнів неканцерогенного ризику, у разі гострих та хронічних впливів, визначаються для азоту діоксиду, вуглецю оксиду, неметанових вуглеводнів, PM_{10} і $PM_{2.5}$ (HQ_{acute} – від 1,1 до 2,8; $HQ_{chronic}$ – від 1,1 до 4,5) [8, 21].

Рівні ризику (HQ = 3,0–6,0), що формуються внаслідок впливу викидів різних суб'єктів господарювання та автотранспорту, відповідно до рекомендацій ВООЗ належать до помірних рівнів забруднення повітря та асоціюються з розвитком слабко виражених біологічних ефектів, особливо у чутливих груп населення (людей похилого віку, вагітних жінок та дітей) [39]. Водночас слід зазначити, що розрахунки неканцерогенного ризику були проведені за умови оцінки окремих промислових підприємств різних видів господарської діяльності та не враховували: сумарний (агрегований) вплив підприємств однієї господарської системи у містах; ефекти сумації забруднюючих речовин, а також фонове забруднення атмосферного повітря, що формується за рахунок викидів інших промислових підприємств (наявних у місті) та автотранспорту. Отже, у техногенно навантажених містах доцільно очікувати формування рівнів сумарних неканцерогенних ризиків (HI) з індексами небезпеки $HQ \geq 6$, які відповідно до рекомендацій ВООЗ класифікуються як високі та можуть зумовлювати виражені негативні ефекти для здоров'я населення в цілому. Це обумовлює необхідність розробки та впровадження заходів, спрямованих на зниження експозиції та запобігання зазначеним ефектам [7, 39].

Під час аналізу рівнів забруднення атмосферного повітря хімічними канцерогенами було встановлено, що рівні сумарного канцерогенного ризику (ICR_{total}) можуть коливатися в таких діапазонах та знаходитися, відповідно до рекомендацій ВООЗ на: мінімальному (прийнятному) рівні для здоров'я експонованого населення, від впливу будівельних – $ICR_{total} = 1{,}5\times10^{-7}$–$3{,}2\times10^{-6}$ та підприємств з виробництва олії та тваринних жирів – $ICR_{total} = 1{,}7\times10^{-8}$–$5{,}9\times10^{-6}$; допустимому рівні – для коксохімічних

підприємств – ICR_{total} = $1,5\times10^{-6}$–$9,8\times10^{-5}$, гірничорудних – ICR_{total} = $2,1\times10^{-8}$–$9,4\times10^{-5}$; недопустимому рівні – для машинобудівних – ICR_{total} = $6,8\times10^{-6}$–$8,7\times10^{-4}$; хімічних – ICR_{total} = $1,04\times10^{-5}$–$6,0\times10^{-4}$, нафтопереробних підприємств – ICR_{total} = $1,8\times10^{-5}$–$7,0\times10^{-4}$ та автотранспорту – ICR_{total} = $6,9\times10^{-6}$–$7,9\times10^{-4}$; високому рівні – для металургійних підприємств – ICR_{total} = $4,8\times10^{-6}$–$5,2\times10^{-3}$. Соціальні втрати населення у вигляді додаткових випадків розвитку новоутворень унаслідок інгаляційного впливу досліджуваних груп промислових підприємств та автотранспорту можуть становити від дев'яти випадків на 10 тис. населення до п'яти випадків на 1 тис. осіб [9, 40].

Встановлено, що найбільш несприятливий прогностичний рівень захворюваності внаслідок впливу всіх груп промислових підприємств та автотранспорту може проявлятися у вигляді зростання частоти захворювань органів дихання, зокрема бронхіальної астми (гострих та хронічних форм), а також серцево-судинної та центральної нервової систем. Серед населення, що проживає в зонах впливу металургійних, машинобудівних, хімічних, теплоенергетичних, будівельних, нафтопереробних підприємств та поблизу автомагістралей, необхідно передбачати організацію профілактичних програм у вигляді періодичних медичних оглядів дітей/дорослих, а також заходів генетичного та соціально-гігієнічного моніторингу [7, 8, 20, 22].

На базі відділу якості повітря Установи в 2017 році було організовано один із перших в Україні референтних автоматизованих постів моніторингу (далі – АПС) атмосферного повітря для безперервного контролю концентрацій PM_{10} та $PM_{2.5}$. Крім того, було організовано мобільну медико-екологічну лабораторію з референтним обладнанням, що забезпечило можливість проведення високоточних вимірювань показників якості атмосферного повітря як у стаціонарних, так і в польових умовах. Створена науково-технічна база стала основою для проведення багаторічних досліджень рівнів забруднення атмосферного повітря та оцінок ризику для здоров'я населення.

За результатами попередніх власних досліджень встановлено, що рівні забруднення атмосферного повітря перевищують стандарти якості повітря, що свідчить про значне антропогенне

навантаження та потенційні ризики для здоров'я населення. Водночас епізоди різкого підвищення концентрацій забруднюючих речовин переважно спостерігалися за несприятливих метеорологічних умов, зокрема під час температурних інверсій, та були характерні для зон із інтенсивним дорожнім рухом; періодів опалювального сезону, що супроводжувалися використанням альтернативних видів палива на промислових підприємствах та активним застосування дизельних генераторів; періодів лісових і торф'яних пожеж, спричинених наслідками ракетних обстрілів та перенесенням пилу (диму) з інших регіонів, де ведуться активні бойові дії. Зокрема, встановлено перевищення середньорічних концентрацій відповідно до рекомендацій ВООЗ для NO_2 в 2021 р. – у 2,5 раза, 2023 р. – у 2,2 раза та 2024 р. – у 2,3 раза; PM_{10} у 2021 і 2023 рр. – в 1,4 раза та 2024 р. – в 1,5 раза; $PM_{2.5}$ – у 2021 і 2023 рр. – у 3,2 раза, а в 2024 р. – у 3,7 раза. Виявлено значну варіабельність та тенденцію до збільшення середньодобових концентрацій забруднюючих речовин у воєнний період [41, 42]. Оцінено, що потенційні соціальні втрати населення у вигляді додаткових випадків смерті, зумовлених інгаляційним впливом $PM_{2.5}$ та PM_{10}, можуть становити від восьми випадків на 10 тис. населення до семи випадків на 100 осіб, пов'язаних з хворобами органів дихання – 6,9% та 1,6%, раку легенів – 8,8% та 1,1%, хвороб системи кровообігу та ішемічної хвороби серця – 7,5% та 0,8% [43, 44].

До того ж виявлено, що населення зазнає тривалої експозиції озону, а 8-годинні концентрації в атмосферному повітрі в «пік сезон» у 70–84% випадків перевищують рекомендований ВООЗ норматив, сягаючи максимальних рівнів, що в 1,7–2,1 раза перевищують граничні показники. Згідно з оціночними даними, такі рівні можуть призвести до збільшення додаткової смертності від неінфекційних захворювань на 40% [45, 46]. Встановлено достовірний кореляційний зв'язок між концентраціями озону, $PM_{2.5}$ та PM_{10} (r- Спірмена = 0,88, $p < 0,001$). Визначено, що середнє співвідношення $PM_{2.5}/PM_{10}$, розраховане за масовими концентраціями твердих часток пилу, отриманих протягом року та посезонно, становить 0,68, що узгоджується з даними міжнародних досліджень, згідно з якими $PM_{2.5}$ становить 0,5–0,7 PM_{10} [44].

Отримані результати свідчать, що населення перебуває під постійним (хронічним) впливом експозиції NO_2, озону, PM_{10} і $PM_{2.5}$, а воєнні дії посилюють дозове навантаження, особливо для чутливих груп населення – дітей, людей похилого віку, вагітних та осіб з хронічними захворюваннями серцево-судинної системи та органів дихання. Одержані дані підтверджують провідну роль твердих часток пилу та озону у формуванні ризику для здоров'я населення та свідчать про необхідність подальших досліджень їх хімічного складу та токсикологічних властивостей з метою перегляду і розроблення національних медико-санітарних нормативів з урахуванням сучасних міжнародних вимог [43, 45, 47].

На підставі проведених досліджень розроблено та обґрунтовано методичні підходи до визначення місць розташування автоматизованих постів спостережень (АПС) на підставі результатів оцінки ризику для здоров'я населення. Розглянуто питання щодо організації кількості АПС відповідно до вітчизняних і міжнародних вимог та доведено неможливість «сліпого» використання європейських вимог на території України, особливо в промислових містах, які характеризуються зосередженням великої кількості промислових підприємств, та навіть у невеликих містах з населенням до 50 тисяч осіб [8, 31]. Показано, що в умовах воєнного стану чинна система державного моніторингу атмосферного повітря не забезпечує належного виявлення ризиків для громадського здоров'я. Орієнтація на усереднені показники не дозволяє ідентифікувати зони підвищеного ризику («hotspots») і періоди екстремального впливу забруднюючих речовин. Визначено, що навіть короткочасні пікові концентрації забруднюючих речовин, спричинені вибухами або пожежами, можуть робити домінуючий внесок у розвиток гострих ефектів для здоров'я населення. Авторами було обґрунтовано та продемонстровано доцільність використання Європейського індексу якості повітря (European Air Quality Index, EAQI) як інструменту оперативної оцінки ризику для здоров'я населення та основи для впровадження систем оповіщення про небезпечні рівні забруднення атмосферного повітря [20, 48]. Доведено необхідність впровадження систем оперативного моніторингу та своєчасного інформування (оповіщення) населення в режимі реального часу (real-time alert) як важливого елемента

ризик-орієнтованої системи управління якістю атмосферного повітря, створюючи доказову базу для забезпечення права громадян на безпечне довкілля та збереження громадського здоров'я України [16, 49].

ВИСНОВКИ

Отримані результати досліджень свідчать про значний вплив забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення як за даними експозиційних та «дозо-ефектних» оцінок (моніторингових та моделювання), так і за результатами розрахунків ризику, що може коштувати державі значних соціальних втрат серед працездатного населення України. Показано необхідність адаптації та впровадженні інноваційних методичних підходів для реалізації етапу управління ризиком з метою прийняття обґрунтованих медико-екологічних рішень на місцевому, регіональному та національному рівнях.

Проведені дослідження дозволили розробити пропозиції щодо удосконалення системи гігієнічної оцінки якості повітря шляхом впровадження ймовірнісного підходу та сучасних методичних інструментів у сфери громадського здоров'я та охорони навколишнього природного середовища, включно зі створенням міжсекторальної моделі партнерства органів виконавчої влади, з метою обов'язкового досягнення рівнів прийнятного ризику для здоров'я населення, як базового критерію безпеки середовища життєдіяльності та санітарно-епідемічного благополуччя населення в системі громадського здоров'я.

Також сформовані наукові підходи створили методичне підґрунтя для подальших досліджень у сфері розвитку державного моніторингу атмосферного повітря та інтеграції даних наземних спостережень, супутникового моніторингу й математичного моделювання для комплексної оцінки впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення. Це сприятиме розробленню науково обґрунтованих підходів до модернізації мережі моніторингу на основі ризик-орієнтованої інформаційно-аналітичної системи управління ризиками, оперативного інформування та збереження здоров'я населення.

Багаторічні напрацювання відділу якості повітря Установи стали науковою основою для гармонізації національних нормативів атмосферного повітря із сучасними міжнародними вимогами, оптимізації державної системи моніторингу атмосферного повітря та розроблення ефективних медико-санітарних заходів у сфері охорони здоров'я населення. Одержані результати впроваджено під час розроблення регіональних і міських профілактичних та екологічних програм, програм державного моніторингу атмосферного повітря (Дніпропетровської, Тернопільської областей та мм. Київ, Запоріжжя, Маріуполь, Чорноморськ тощо), а також використано під час підготовки пропозицій щодо удосконалення нормативно-правового забезпечення у сфері охорони атмосферного повітря, оцінки впливу на довкілля та громадського здоров'я.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. World Health Organization. Ambient (outdoor) air pollution. 2024. URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health (дата звернення: 12.03.2026).
2. European Environment Agency. Harm to human health from air pollution in Europe: burden of disease status, 2025. EEA Briefing 16/2025. 2025. DOI: https://doi.org/10.2800/8961999.
3. Taylor M., Duncan P. Revealed: almost everyone in Europe is breathing toxic air. The Guardian. 20.09.2023. URL: https://www.theguardian.com/environment/2023/sep/20/revealed-almost-everyone-in-europe-breathing-toxic-air (дата звернення: 12.03.2026).
4. World Health Organization Regional Office for Europe. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project: technical report. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2013. 302 p.
5. World Health Organization Regional Office for Europe. Health risks of air pollution in Europe: HRAPIE-2 project: updated guidance on concentration–response functions for health risk assessment of air pollution in the WHO European Region. 2025. 58 p.
6. Institute for Health Metrics and Evaluation. Global Burden of Disease (GBD). University of Washington. URL:

https://www.healthdata.org/research-analysis/gbd (дата звернення: 21.06.2026).
7. Турос О. І. Розробка наукових підходів до гігієнічної оцінки небезпеки від джерел забруднення атмосферного повітря на основі показників ризику: автореф. дис. … д-ра мед. наук: 14.02.01. Київ, 2008. 42 с.
8. Петросян А. А. Наукове обґрунтування системи гігієнічної оцінки якості атмосферного повітря: автореф. дис. … д-ра біол. наук: 14.02.01. Київ, 2021. 41 с.
9. Оцінка ризику для здоров'я та соціальні втрати населення від забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств та автотранспорту / О. І. Турос та ін. Довкілля та здоров'я. 2022. № 2 (103). С. 49–52. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2022.02.049.
10. Status of Environment and Climate in Ukraine / C. A. Belis et al. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2025. JRC141480. DOI: https://doi.org/10.2760/6292177.
11. World Health Organization. Ambient (outdoor) air pollution. 2024. URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health (дата звернення: 28.05.2026).
12. World Health Organization. Sustainable Development Goal indicator 3.9.1: mortality attributed to air pollution. 2024. 80 p.
13. Конвенція про транскордонне забруднення повітря на великі відстані: Конвенція ООН від 13.11.1979. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/995_223 (дата звернення: 21.05.2026).
14. Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату: Конвенція ООН від 09.05.1992. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/995_044 (дата звернення: 21.05.2026).
15. Конвенція про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля (Орхуська конвенція): Конвенція ООН від 25.06.1998. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/994_015 (дата звернення: 21.05.2026).

16. Directive (EU) 2024/2881 of the European Parliament and of the Council of 23 October 2024 on ambient air quality and cleaner air for Europe (recast). Official Journal of the European Union. 2024. L 2024/2881. 20.11.2024. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/2881/oj (дата звернення: 21.05.2026).
17. Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. Official Journal of the European Union. 2005. L 23. P. 3–16. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2004/107/oj (дата звернення: 21.05.2026).
18. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) (recast). Official Journal of the European Union. 2010. L 334. P. 17–119. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/75/oj (дата звернення: 21.05.2026).
19. World Health Organization Regional Office for Europe. Driving transformative action: from Ostrava to Budapest and beyond with National Portfolios of Actions on Environment and Health: policy brief. 2023. 29 p.
20. Маремуха Т. П. Гігієнічна оцінка забруднення атмосферного повітря теплоенергетичними об'єктами: автореф. дис. … канд. мед. наук: 14.02.01. Київ, 2021. 22 с.
21. Ананьєва О. В. Вдосконалення гігієнічної оцінки забруднення атмосферного повітря викидами автомобільного транспорту: автореф. дис. … канд. біол. наук: 14.02.01. Київ, 2017. 20 с.
22. Давиденко Г. М. Гігієнічна оцінка небезпеки здоров'ю населення від забруднення атмосферного повітря зваженими частками пилу: автореф. дис. … канд. біол. наук: 14.02.01. Київ, 2017. 21 с.
23. Targa J., Colina M., Banyuls L., González Ortiz A., Soares J. Status report of air quality in Europe for year 2024, using validated data. ETC HE Report 2026/1. 2026. URL: https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/air-quality-status-report-2026 (дата звернення: 20.05.2026).
24. World Health Organization. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: WHO, 2021. XXI, 273 p.

25. Про систему громадського здоров'я: Закон України від 06.09.2022 № 2573-IX. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2573-20 (дата звернення: 20.06.2026).
26. Про оцінку впливу на довкілля: Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2059-19 (дата звернення: 20.05.2026).
27. Про стратегічну екологічну оцінку: Закон України від 20.03.2018 № 2354-VIII. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2354-19 (дата звернення: 21.06.2026).
28. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019 № 2697-VIII. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2697-19 (дата звернення: 19.06.2026).
29. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16.10.1992 № 2707-XII. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2707-12 (дата звернення: 20.06.2026).
30. Використання оцінки ризику при проведенні державної санітарно-епідеміологічної експертизи для обґрунтування розмірів санітарно-захисних зон промислових підприємств / О. І. Турос та ін. Гігієна населених місць: зб. наук. пр. Київ, 2020. Вип. 70. С. 34–42. DOI: https://doi.org/10.32402/hygiene2020.70.034.
31. Петросян А. А., Маремуха Т. П., Моргульова В. В. Удосконалення та організація автоматизованої системи моніторингу за якістю атмосферного повітря в Україні. Молодий вчений. 2020. № 8 (84). С. 97–102. DOI: https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-8-84-19.
32. Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря: постанова Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 № 827. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL:

https://zakon.rada.gov.ua/go/827-2019-%D0%BF (дата звернення: 19.06.2026).
33. Про затвердження Порядку розміщення пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в зонах та агломераціях: наказ Міністерства внутрішніх справ України від 21.04.2021 № 300; зареєстр. у Міністерстві юстиції України 13.05.2021 за № 635/36257. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0635-21 (дата звернення: 20.06.2026).
34. Петросян А. А., Маремуха Т. П., Моргульова В. В. Порівняльний аналіз моделювання усереднених концентрацій забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери. Молодий вчений. 2020. № 7 (83). С. 7–12. DOI: https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-7-83-2.
35. Спосіб визначення осереднених концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі: пат. 33659 Україна: МПК A61B 10/00 / О. І. Турос та ін.; заявник і власник ДУ «ІГМЕ ім. О. М. Марзєєва АМНУ». № u 200800699; заявл. 21.01.2008; опубл. 10.07.2008, Бюл. № 13. 12 с.
36. Державна служба статистики України. Кількість викидів забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря. URL: https://stat.gov.ua/uk/publications/kilkist-vykydiv-zabrudnyuyuchykh-rechovyn-i-parnykovykh-haziv-v-atmosferne-povitrya (дата звернення: 20.06.2026).
37. Еколого-гігієнічний аналіз забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств та автотранспорту в Україні (2015, 2018–2021 рр.) / О. І. Турос та ін. Гігієна населених місць: зб. наук. пр. Київ, 2023. Вип. 73. С. 17–30. DOI: https://doi.org/10.32402/hygiene2023.73.017.
38. Сучасні можливості оцінки забруднення атмосферного повітря підприємствами свинарської галузі / О. І. Турос, Є. Г. Слаутенко, А. А. Петросян, В. В. Моргульова. Вісник Вінницького національного медичного університету. 2018. Т. 22. № 1. С. 217–221. DOI: https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2018-22(1)-42.
39. World Health Organization. Health impact assessments. URL: https://www.who.int/tools/health-impact-assessments (дата звернення: 20.05.2026).

40. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: методичні рекомендації / МОЗ України. Київ, 2022. 8 с. Затв. наказом МОЗ України від 17.01.2022 № 89.
41. Mapping and development of 30 m landscape fuel data for Ukraine / D. Oshurok et al. Canadian Journal of Forest Research. 2026. Vol. 56. P. 1–28. DOI: https://doi.org/10.1139/cjfr-2025-0035.
42. Impact of military activity on atmospheric aerosol characteristics in Ukraine and Kyiv city / X. Wei et al. Atmospheric Pollution Research. 2025. Vol. 16. No. 6. Article 102496. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apr.2025.102496.
43. Assessment of ambient air pollution by particulate matter (PM10, PM2.5) and risk for human health caused by war actions / O. I. Turos et al. Wiadomości Lekarskie. 2023. Vol. 76. No. 4. P. 738–744. DOI: https://doi.org/10.36740/WLek202304106.
44. Оцінка впливу забруднення атмосферного повітря PM2,5 на здоров'я населення м. Києва / О. І. Турос та ін. Довкілля та здоров'я. 2022. № 3 (104). С. 44–47. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2022.03.044.
45. Long-term trends (compared to the pre-war period) and public health impact of surface ozone in Ukraine / O. I. Turos et al. Wiadomości Lekarskie. 2024. Vol. 77. No. 4. P. 703–709. DOI: https://doi.org/10.36740/WLek202404114.
46. Турос О. І., Петросян А. А., Маремуха Т. П. Оцінка збитків здоров'ю населення від короткочасного впливу високих концентрацій озону. Довкілля та здоров'я. 2020. № 3 (96). С. 19–24. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2020.03.019.
47. Modelling health effects of air pollution in Ukraine / L. Schutte et al. European Journal of Public Health. 2023. Vol. 33. Suppl. 2. Article ckad160.159. DOI: https://doi.org/10.1093/eurpub/ckad160.159.
48. Integral indicators as tools for air quality assessment / O. Turos et al. Environment & Health. 2019. № 1 (90). P. 51–55. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2019.01.051.
49. European Commission. Zero Pollution Action Plan. URL: https://environment.ec.europa.eu/strategy/zero-pollution-action-plan_en (дата звернення: 19.06.2026).

РОЗДІЛ 2.
СОЦІАЛЬНІ ДЕТЕРМІНАНТИ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ В ДЕРЖАВІ

ВИЗНАЧЕННЯ ВРАЗЛИВОСТІ ГРУП НАСЕЛЕННЯ ДО ВПЛИВУ НЕСПРИЯТЛИВИХ СОЦІАЛЬНИХ ЧИННИКІВ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ В УКРАЇНІ

Антомонов М.Ю., Пашинська С.Л., Русакова Л.Т., Мельченко Ю.В.

Відділ промоції здоров'я

Аналіз наукової літератури свідчить, що здоров'я людини за своїм наповненням суттєво відрізняється у мирний і воєнний час. На відміну від мирного часу, коли особистість може вибудовувати близькі та далекі перспективи, планувати своє майбутнє, в умовах війни зростає фактор невизначеності. Війна становить серйозну загрозу здоров'ю і життю людей [1, 2]. Воєнні дії супроводжуються різними видами небезпек, які підвищують рівень стресу, погіршують умов життя та якість медичної допомоги [2, 3, 4, 5].

Війна суттєво впливає на систему охорони здоров'я в Україні, яка функціонує у надзвичайно інтенсивному режимі. Служби екстреної медичної допомоги та соціальних послуг стикаються зі значним навантаженням, а доступ людей до медичної допомоги обмежений через небезпеку. Унаслідок масової міграції населення порушена медична логістика, тобто шлях від сімейного лікаря до профільного фахівця [5, 6, 7].

Воєнні дії руйнують соціальну інфраструктуру, яка підтримує здоров'я [1]. Військовий конфлікт залишає солдатів і цивільних осіб травмованими на все життя.

Останніми роками синдром посттравматичного стресу отримав ширше визнання, але досі важко оцінити, наскільки війна негативно впливає на її учасників та цивільне населення.

Дія наслідків війни на психічне здоров'я людини свідчить про негативний довготривалий вплив на особистість. Ті, хто пережив травму, навіть через багато років після подій страждатимуть від широкого спектра проблем з фізичним і психічним здоров'ям, таких як погіршення фізичного самопочуття та ознаки посттравматичного стресового розладу, включаючи тривогу та депресію, схильність до насильства, а у підлітків спостерігатимуться суїцидальні думки і наміри [8]. Люди реагують на травму, розмірковуючи та переоцінюючи своє життя, зокрема змінюючи свої соціальні уподобання, що вплине на післявоєнне життя. У зв'язку з цим фахівці, які досліджують психічне здоров'я, вказують на обов'язкове проведення терапевтичних і профілактичних заходів, наполягають на посиленні соціальної підтримки з метою повернення до нормального функціонування людей, котрі зазнали травмуючого впливу, а також з метою зниження ризику появи симптомів посттравматичного стресового розладу в майбутньому [9]. Психологи вважають, що посттравматичні стресові реакції на війну мають бути центральним напрямком зусиль з гуманітарного реагування [10].

Здоров'я виступає головною цінністю для кожної людини і воно важливе для повноцінної життєдіяльності як в мирний час, так і в умовах війни. Воєнні дії супроводжуються різними видами загроз, які негативно впливають на здоров'я населення, зокрема через збільшення ризику травм, погіршення психічного стану, зниження якості життя. Ці фактори впливають на психічне та фізичне здоров'я, сприяють розвитку різних захворювань, зокрема захворювань серцево-судинної системи, респіраторної системи, нервової системи тощо.

В наш час для України, коли все населення потерпає від наслідків воєнних дій агресора, увага до соціальних стресових чинників війни та їх впливу на здоров'я населення є однією з пріоритетних задач.

Оскільки реєстрація стану здоров'я людини інструментальними методами в популяційних дослідженнях (громадського здоров'я) вкрай обмежена, найдоцільнішим є

використання самооцінювання здоров'я за допомогою анкетного опитування. Анкетування є оптимальним інструментом збору інформації як про здоров'я населення, так і чинників, що на нього впливають.

Мета нашого дослідження полягала у виявленні за допомогою анкетного опитування впливу стресових чинників воєнного стану на різні аспекти здоров'я населення Україні.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Джерелом вихідної інформації були дані онлайн-анкетування громадян в різних містах України та за її межами. В опитуванні взяли участь 1290 осіб віком від 17 до 86 років. Використано методи: теоретичні (аналіз та узагальнення літературних джерел); емпіричні (анкетне опитування) та методи математичної статистики (кореляційний аналіз, критерій Стьюдента та Пірсона; методика перешкалювання даних). Результати вважались достовірними при рівні значущості $p < 0,05$.

Матеріали, що увійшли до даної статті, були розглянуті на засіданнях Комітету з медичної етики при ДУ «ІГЗ НАМНУ» – протокол № 4 від 21.11.2024 р., в якому зазначено, що при проведенні досліджень були передбачені заходи щодо забезпечення безпеки для здоров'я людей, дотримання їх прав, людської гідності та морально-етичних норм у відповідності до принципів Гельсінської декларації прав людини, Конвенції Ради Європи про права людини, біомедицини та відповідних законів України.

Інформаційна технологія як дієвий інструмент встановлення зв'язків складних систем.

Інформаційна технологія визначення залежності стану здоров'я різних верств населення від впливу несприятливих соціальних чинників складається із наступних етапів: створення, отримання, збір, агрегація та накопичення даних стану здоров'я та дієвих соціальних чинників; переведення якісних даних у кількісний вигляд та занесення у електронні таблиці; первинне

оброблення (фільтрація, сортування, корегування та групування даних, поповнення відсутніх значень); перетворення даних – переведення даних з одного виду та шкали вимірювання до інших, їх нормування, розрахунок комплексних показників; оброблення даних методами математичної статистики; візуалізація та відображення результатів оброблення; передача інформації для застосування кінцевому користувачеві.

Особливої уваги заслуговує процедура вибору показників – індикаторів стану здоров'я населення та пріоритетних чинників оточуючого середовища, які відповідають основній меті даного дослідження.

Не менш вагомою є визначення системи накопичення статистичної інформації та послідовності математичної адекватної її обробки.

Вибір методів обробки анкетних даних суттєво залежить від типу питань в анкеті, які можуть бути закритими, відкритими та шкальними. Незалежно від типів питань анкетування основні етапи обробки і аналізу даних мають містить наступні етапи: підготовчий, первинну обробку, статистичний аналіз та візуалізацію даних.

Підготовчий етап передбачає перевірку повноти заповнення анкет; виявлення «зіпсованих» анкет, які зокрема містять надто багато пропусків та очевидно випадкових відповідей; кодування відповідей з присвоєнням їм числових значень для подальшого аналізу.

Первинна обробка охоплює, як правило, підрахунок частот вибору респондентами конкретного варіанту відповіді; визначення розподілів відповідей та їх тенденцій.

Статистичний аналіз в залежності від цілей дослідження може передбачати використання описової статистики з розрахунком середнього значення, медіани, стандартного відхилення; кореляційний аналіз для встановлення зв'язку між змінними; регресійного аналізу для розрахунку за межами досліджуваних діапазонів залежної змінної за довільними показниками незалежних змінних; факторного аналізу для формування нових факторних змінних на основі декількох

реальних змінних; кластерного аналізу для формування груп респондентів за подібними відповідями; дисперсійного аналізу для встановлення відмінностей між групами.

Візуалізація даних може містити побудову діаграм частот (гістограми, кругові діаграми тощо); графіків зв'язків, зокрема точкові діаграми, теплові карти; багатовимірну візуалізацію для складних методів, зокрема PCA (метод головних компонент), який дозволяє зменшувати розмірність даних із максимальним збереженням інформації.

При обробці анкетних даних, що містять закриті питання, найчастіше використовується аналіз частот і відсотків та побудова крос-таблиць для встановлення зв'язків між декількома змінними.

При обробці відкритих запитань, що містять вільний текст, зазвичай використовується контент-аналіз для виокремлення ключових слів і тем, з подальшою класифікацією відповідей за категоріями із залученням програм для обробки тексту, на кшталт NVivo, MAXQDA.

Обробка шкальних питань передбачає розрахунок середніх балів, оцінку надійності шкали за коефіцієнтом α-Кронбаха, багатовимірний аналіз для визначення латентних чинників.

Таким чином, при обробці даних опитувальників використовуються кількісні методи (статистика, регресія, кореляція, факторний та кластерний аналіз); якісні методи (контент-аналіз, тематичний аналіз, класифікація відповідей); змішані методи, що поєднують методи статистичного та текстового аналізу.

Далі наведено узагальнену порівняльну таблицю 1 методів обробки анкетних даних із зазначенням їх переваг та недоліків, яку можна використати як довідник для вибору методу під різні типи анкет і дослідницькі цілі.

Адекватно визначені і коректно застосовані методи статистичного аналізу великих масивів інформації анкетування забезпечують достовірність і надійність отриманих висновків.

Таблиця 1 Порівняльна таблиця методів обробки анкетних даних

Метод	Сутність	Переваги	Недоліки
Описова статистика (середнє, мода, медіана, частоти)	Узагальнення результатів за кожним питанням	Проста у використанні, наочна, дає загальне уявлення	Не виявляє глибинних зв'язків між змінними
Кореляційний аналіз	Перевірка сили та напряму зв'язку між змінними	Дозволяє виявити залежності, підходить для кількісних шкал	Не показує причинно-наслідкових зв'язків
Регресійний аналіз	Прогнозування залежної змінної на основі незалежних	Дає змогу робити прогнози та будувати моделі	Потребує великої вибірки, чутливий до «шуму» в даних
Факторний аналіз	Виділення прихованих факторів із багатьох змінних	Допомагає звести складну інформацію до кількох узагальнених показників	Складність у трактуванні результатів
Кластерний аналіз	Групування респондентів за подібністю відповідей	Виявляє сегменти аудиторії	Результати залежать від вибору методу кластеризації
Дисперсійний аналіз (ANOVA)	Перевірка відмінностей між групами	Дозволяє оцінити, чи існують статистично значущі відмінності	Потребує нормального розподілу та рівності дисперсій
Контент-аналіз (для відкритих питань)	Категоризація та підрахунок повторюваних тем у відповідях	Дає змогу аналізувати текст, виділяти ключові ідеї	Суб'єктивність у визначенні категорій, трудомісткий
Тематичний аналіз (для якісних даних)	Виявлення основних тем у текстових відповідях	Дає глибше розуміння мотивацій респондентів	Складність у стандартизації результатів
Крос-табуляція (таблиці спряженості)	Аналіз зв'язків між двома змінними (наприклад, стать × думка)	Наочність, легко інтерпретувати	Підходить лише для категоріальних даних

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Практичне застосування інформаційної технології зі встановлення змін здоров'я населення України під час воєнного стану.

Для дослідження змін у здоров'ї українців від початку повномасштабного вторгнення під впливом стресових чинників воєнного стану та з урахуванням умов проживання на початку війни було розроблено анкету. Чинники, які впливають на здоров'я, розглядалися у порівнянні теперішнього часу із початком повномасштабної війни і визначалися трьома можливими відповідями, що позначали негативну, нейтральну або позитивну дію чинника. Зміни у здоров'ї респондентів також визначаються трьома можливими відповідями, які позначають погіршення стану здоров'я респондентів, відсутність змін у здоров'ї або ж його покращення. Функціональні порушення організму респондентів у порівнянні з початком війни визначалися питаннями про погіршення самопочуття, головний біль, зміну тиску, тахікардію, ускладнення дихання, нервовий тремор, панічні атаки, порушення сну та інше. Бралися до уваги також загострення діагностованих хвороб (за їх наявності). Емоційні розлади виявлялися запитаннями щодо тривожності, страху, знервованості, реакції на сирену чи роботу ППО, агресивності, перепадів настрою тощо. Зазначалися також когнітивні зміни стосовно концентрації уваги, пам'яті, здатності аналізувати ситуацію та приймати рішення. Соціальна складова здоров'я визначалася питаннями щодо спілкування із сім'єю, друзями, громадською діяльністю, проведенням дозвілля. Проведено аналіз отриманих анкетних даних. Первинний аналіз результатів дослідження виявив зміни у різних аспектах здоров'я українців. Завершувалася анкета блоком відкритих питань щодо зміни пріоритетів життєвих цінностей від початку активної фази російсько-української війни.

Зміни в способі життя, які обумовлені воєнними діями.

Питання самозбереження і самовідновлення під час війни стоїть особливо гостро. Факторами, які найбільше сприяють підтриманню здоров'я українців, є їхній спосіб життя.

Здоровий спосіб життя під час війни визначено як свідоме відповідальне ставлення особистості до власного здоров'я з метою недопущення його погіршення або руйнування в умовах перебування під впливом гострого чи пролонгованого стресу, травми, кризи [11].

Спосіб життя є ключовим прогностичним параметром здоров'я людини, підґрунтям її готовності піклуватися про себе. Способи життя, які визначають можливості збереження здоров'я в мирний і воєнний час, різні. Воєнний складник способу життя пересічної людини інтегрує в собі численні обмеження, як зовнішні, які пов'язані з рівнем безпеки, доступністю інформації чи медичних послуг, так і внутрішні, що пов'язані з рівнем травмованості, виснаженості [12].

Здоровий спосіб життя, який людина намагається вести сьогодні, якнайкраще готує її до завтрашніх випробувань і сприяє зростанню життєстійкості [13].

Вивчення зміни факторів, умов та тенденцій здорового способу життя, основу якого складають рухова активність, режим праці та якість відпочинку, увага до побуту та особиста гігієна, якість харчування, наявність або відсутність шкідливих звичок та інше, в реаліях воєнного часу було одним із завдань нашого дослідження. Серед шкідливих звичок розглядалося вживання алкоголю, тютюнопаління, вживання наркотичних засобів, ігроманія та зловживання солодким.

Встановлено, що 53,92% респондентів, які перебували на територіях, де велися бойові дії, відмітили зниження працездатності ($\chi^2 = 28{,}30$; $p < 0{,}001$), при цьому опитаних, які відмічали зниження працездатності на 15% більше, ніж респондентів, які не відмітили зниження працездатності.

Респонденти, які перебували в зоні бойових дій, відмітили зниження рухової активності – на це вказали 47,47% опитаних ($\chi^2 = 23{,}14$; $p < 0{,}001$). Достовірно погіршилась якість сну та відпочинку у осіб, які перебували на територіях ведення бойових дій – на це вказали 89,40% опитаних ($\chi^2 = 15{,}14$; $p < 0{,}01$). При цьому жінок, які відмічали погіршення якості сну та відпочинку на 16% більше, ніж чоловіків ($\chi^2 = 39{,}02$; $p < 0{,}001$). Також у

52,07% анкетованих знизилася увага до побуту та зовнішнього вигляду, що достовірно більше за тих опитаних, які цього не відмітили ($\chi^2 = 20,52$; $p < 0,001$), що вказує на те, що близькість бойових дій є психологічно травмуючим фактором. На це вказує і достовірна різниця в показниках погіршення якості харчування – майже на 20% більше респондентів, які відмітили погіршення якості харчування в порівнянні з тими, які це не відчули ($\chi^2 = 40,58$; $p < 0,001$). На чверть достовірно знизилась можливість відвідувати лікарів, при цьому, знову ж таки, цей показник на 15% вищий серед тих опитаних, які вказали на погіршення, ніж серед , які на це не вказали (38,71% та 23,25% відповідно, $\chi^2 = 35,19$; $p < 0,001$).

Нами було виявлено, що втрата близьких у респондентів достовірно впливає на увагу до побуту та зовнішнього вигляду – на це вказали 51,25% опитаних ($\chi^2 = 12,09$; $p < 0,01$). Також із втратою близьких пов'язана зміна харчової поведінки – це відмітили 41,88% респондентів ($\chi^2 = 11,58$; $p < 0,01$).

З втратою близьких людей під час війни рівень стресу та тривоги зростає до критичних меж, що часто призводить до розвитку чи загострення шкідливих звичок. Ці звички стають своєрідною «стратегією виживання». В проведеному нами анкетному опитуванні, вдвічі більше респондентів, які пережили втрату близької людини внаслідок воєнних дій та мали загострення щодо зловживання тютюнопалінням ($\chi^2 = 24,34$; $p < 0,001$).

Отже, у підсумку, війна має глибокий та багатогранний вплив на спосіб життя людей, спричиняючи психологічні, соціальні, економічні та екологічні проблеми, які потребують комплексного вирішення.

Зміни у фізичному, психічному, духовному та соціальному здоров'ї українців під впливом стресових чинників воєнного часу.

Первинний аналіз результатів дослідження виявив зміни у різних аспектах здоров'я українців залежно від початкових умов, у яких перебували опитані, та під дією стресових чинників воєнного часу.

Третина опитаних мали дітей віком до 18 років. У багатьох респондентів (68%) на початку вторгнення були домашні тварини. Серед опитаних 425 осіб перебували на територіях, де велися бойові дії, у 568 осіб близькі родичі брали участь у бойових діях, 34 респондента брали участь у бойових діях безпосередньо.

Більше половини опитаних залишились на місцях свого проживання, третина самостійно переміщувались в межах України, 4% зазнали примусової евакуації, незначна частина опитаних (7%) виїхали за кордон. Майже третина респондентів, які змушені були на початку війни залишити свої домівки, повернулись додому (рис. 1).

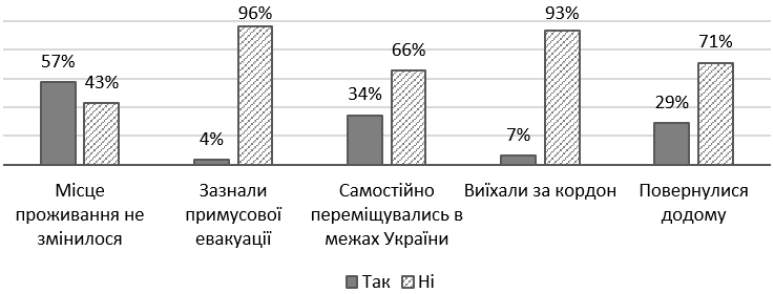


Рис. 1. Зміна місця проживання досліджених з початку війни

Більше половини опитаних були свідками обстрілів, бомбардувань, роботи ППО та падіння уламків. Майже кожний четвертий потерпав на початку війни через відсутність ліків та медикаментів. Також частина опитаних відчували нестачу їжі, дехто втратив роботу, житло. Кожний п'ятий зазнав різних майнових втрат. Певній частині респондентів (13%) довелось пізнати тягар окупації і навіть жах полону (1%). Майже чверть опитаних пережили втрату близьких людей, дехто (2%) безпосередньо зазнав поранень або травмувань (рис. 2).



Рис. 2. Вплив стресових чинників воєнного стану на респондентів (питома вага)

Покращення здоров'я в цілому або окремих його компонент за час війни спостерігалась у край незначної частини опитаних, у той час як погіршення загального почуття відчула більша частина респондентів (77%). Багато людей поскаржились на більш часті порушення сну (76%) та посилення головного болю (68%). Третина досліджених спостерігала посилення тахікардії та панічні атаки. Близько половини опитаних не відчули істотних змін у функціюванні травлення та дихання (рис. 3).

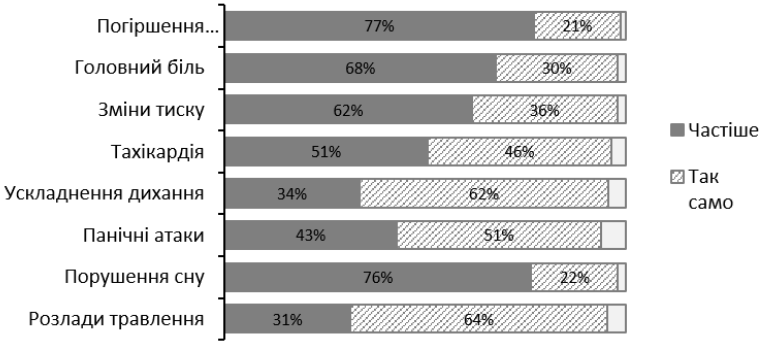


Рис. 3. Функціональні порушення, що виникли у період війни

У багатьох опитаних відмічене загострення хвороб, діагностованих ще до повномасштабної війни, або ж поява нових. Найбільш відчутно відреагували на стресові чинники сучасності нервова та серцево-судинна системи. Також помітні погіршення спостерігаються стосовно органів чуття (зору, слуху) та опорно-рухового апарату. Покращення у перебігу хвороб не відчули практично ніхто з опитаних (рис. 4).

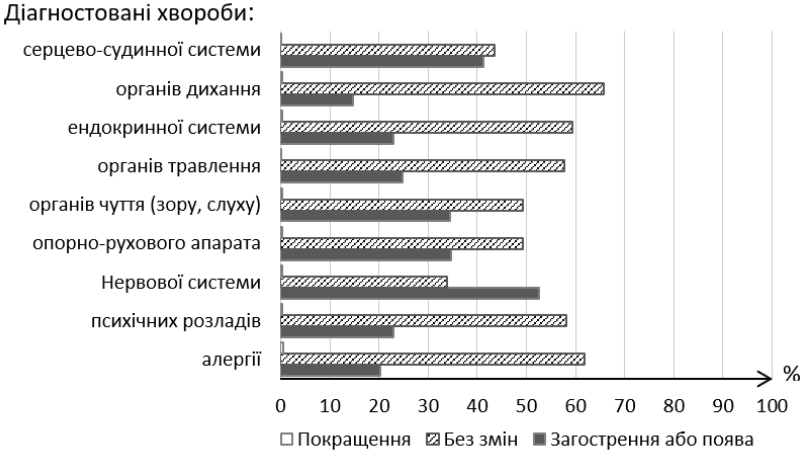


Рис. 4. Зміна прояву у опитаних діагностованих хвороб від початку повномасштабного вторгнення

Значних змін зазнали емоційні прояви людей від початку війни (рис. 5). Переважна більшість опитаних відзначають посилення почуття тривожності (85%), страху (75%), знервованості (78%). Для половини респондентів характерні підвищена збудженість, злість, агресивність, апатія, різкі перепади настрою. У значної частини досліджених людей (65%) загострилась реакція на сирену та роботу ППО, і лише у 7% опитаних стали спокійніше реагувати на звуки сповіщення тривоги. Від початку війни нав'язливі негативні думки домінують над позитивними.

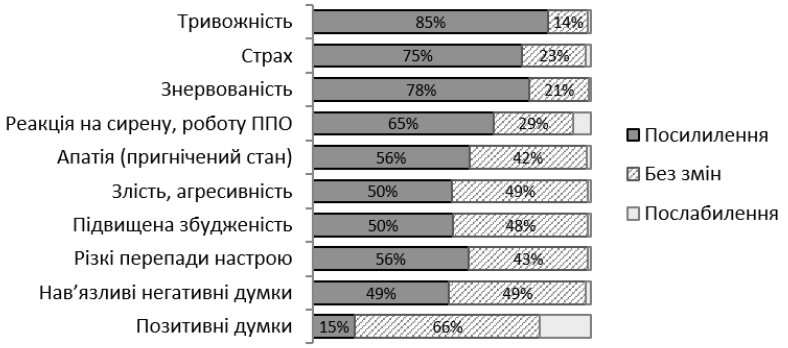


Рис. 5. Зміни в емоційному здоров'ї у період війни

Війна позначилася і на когнітивних функціях людей. У більшості опитаних знизилась концентрація уваги та погіршилась пам'ять. Однак майже половина респондентів зберегла здатність аналізувати ситуацію та приймати рішення, а у кожного одинадцятого ця здатність навіть посилилась (рис. 6).

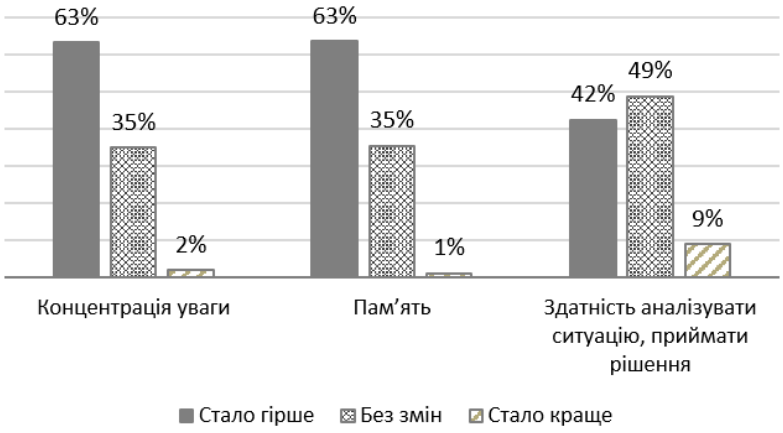


Рис. 6. Зміни у когнітивних функціях опитаних від початку війни

З початку війни переважна більшість (83%) стала менше приділяти часу розвагам, натомість більше уваги приділяється

перегляду новин. Третина опитаних стала рідше спілкуватись з друзями та рідними.

Частина респондентів (42%) посилила свою громадську та волонтерську активність від початку війни. Однак втома дається взнаки, і тому у частини опитаних (14%), на жаль, така активність знизилась.

Війна змінила і пріоритети людей. Найважливішими стали питання збереження власного здоров'я та життя, наявність роботи, проведення часу з сім'єю або з друзями. Частина опитаних зосередилась на релігії, для інших питання релігії стали менш важливими. На другий план для багатьох відійшли придбання та накопичення матеріальних благ.

Серед цінностей, які стали особливо значущими під час війни, респонденти назвали життя, мир, свободу і незалежність, спілкування з близькими людьми, наявність однодумців. Для декого важливим став кожен прожитий день.

Таким чином, проведене дослідження виявило зміни у різних аспектах здоров'я українців від початку повномасштабного вторгнення.

Зміни у фізичному здоров'ї проявилися у більшості респондентів, насамперед такими функціональними порушеннями, як погіршення загального почуття (77%), порушення сну (76%), посилення головного болю (68%), зміна тиску (62%) і тахікардія (51%). Серед діагностованих хвороб найбільш відчутно відреагували на стресові чинники війни нервова та серцево-судинна системи.

На емоційному рівні переважна більшість опитаних відзначили посилення почуття тривожності (85%), страху (75%), знервованості (78%). Для половини респондентів характерні підвищена збудженість, злість, агресивність, апатія, різкі перепади настрою. Нав'язливі негативні думки домінують над позитивними. На рівні когнітивних функцій у більшості опитаних знизилась концентрація уваги та погіршилась пам'ять.

Соціальна складова здоров'я позначилася зниженням працездатності майже у половини опитаних. Третина опитаних стала рідше спілкуватись з друзями та рідними. Переважна

більшість (83%) стала менше приділяти часу розвагам, натомість більше уваги приділяється перегляду новин.

ВИСНОВКИ

1. Розроблена анкета спрямована на виявлення змін у всіх складових здоров'я різних верств населення в залежності від початкових умов, у яких перебували опитані, та під дією стресових чинників воєнного часу.
2. Запропонована інформаційна технологія обробки анкет надає покроковий інструментарій переходу від даних, які отримано безпосередньо в результаті анкетування, до їх статистичного оброблення та одержання змістовних наукових результатів.
3. Систематизація методів обробки даних опитувальників дає можливість оцінити їх переваги і недоліки та сприяє вибору найбільш адекватних математичних прийомів в залежності від типу питань в анкеті.
4. Первинний аналіз результатів дослідження виявив зміни у різних аспектах здоров'я українців. Функціональні порушення проявилися насамперед погіршенням загального почуття (77%), порушенням сну (76%), посиленням головного болю (68%), зміною тиску (62%) і тахікардією (51%). Найбільш відчутно на стресові чинники військового стану відреагували прояви хвороб нервової та серцево-судинної систем. На емоційному рівні переважна більшість опитаних відзначили посилення почуття тривожності (85%), страху (75%), знервованості (78%). На рівні когнітивних функцій у більшості опитаних знизилась концентрація уваги та погіршилась пам'ять. Соціальна складова здоров'я позначилася зниженням працездатності майже у половини опитаних.
5. Подальше дослідження змін у всіх аспектах здоров'я залежно від початкових умов, у яких перебували опитані, та в залежності від дій стресових чинників воєнного часу допоможе виявити найбільш вразливі верстви населення з метою надання їм відповідної медичної, психологічної та соціальної допомоги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sidel V. W., Levy B. S. The health impact of war. International Journal of Injury Control and Safety Promotion. 2008. Vol. 15. No. 4. P. 189–195. DOI: https://doi.org/10.1080/17457300802404935.
2. Березненко М., Цимбал Т. Вплив війни на здоров'я українців. Grail of Science. 2023. № 24. С. 416–417. DOI: https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.02.2023.076.
3. The impact of the war on maintenance of long-term therapies in Ukraine / N. Khanyk et al. Frontiers in Pharmacology. 2022. Vol. 13. Article 1024046. DOI: https://doi.org/10.3389/fphar.2022.1024046.
4. Kulu H., Christison S., Liu C., Mikolai J. The War and the Future of Ukraine's Population. MigrantLife Working Paper 9. 2022.
5. The Russian invasion of Ukraine and its public health consequences / D. A. Leon et al. The Lancet Regional Health – Europe. 2022. Vol. 15. Article 100358. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2022.100358.
6. Якість життя населення України та перші наслідки війни / Л. М. Черенько, С. В. Полякова, В. С. Шишкін та ін.; Нац. акад. наук України, Ін-т демографії та соц. дослідж. ім. М. В. Птухи. Електронне видання. Київ, 2023.
7. Соціально-економічні та гуманітарні наслідки російської агресії для українського суспільства: інформаційно-аналітична доповідь / О. Пищуліна, В. Юрчишин, К. Маркевич та ін. Київ: Центр Разумкова, 2022. 277 с. URL: https://razumkov.org.ua/uploads/article/2022_Gum.pdf (дата звернення: 12.08.2026).
8. Barceló J. The long-term effects of war exposure on civic engagement. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2021. Vol. 118. No. 6. Article e2015539118. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.2015539118.
9. Тюріна В. О., Солохіна Л. О. Вплив військових конфліктів на психічне здоров'я людини: короткий огляд зарубіжних досліджень. Особистість, суспільство, війна: тези доповідей учасників міжнародного психологічного форуму (м. Харків, 15 квітня 2022 р.). Харків: ХНУВС, 2022. С. 116–121.

URL: http://dspace.univd.edu.ua/handle/123456789/13818 (дата звернення: 12.08.2026).

10. War exposure, posttraumatic stress disorder, and complex posttraumatic stress disorder among parents living in Ukraine during the Russian war / T. Karatzias et al. Acta Psychiatrica Scandinavica. 2023. Vol. 147. No. 3. P. 276–285. DOI: https://doi.org/10.1111/acps.13529.
11. Дворник М. С. Промоція здорового способу життя особистості в умовах війни: концептуальні засади дослідження. Проблеми політичної психології. 2023. Т. 13. Вип. 13 (27). С. 57–64. DOI: https://doi.org/10.33120/popp-Vol13-Year2023-127.
12. Титаренко Т. М. Моє майбутнє залежить від мене: практики здорового сьогодення у воєнних і повоєнних умовах: монографія / Нац. акад. пед. наук України, Ін-т соц. та політ. психології. Кропивницький: Імекс-ЛТД, 2024. 130 с.
13. Healthy lifestyle of Ukrainians during war: primary analysis of survey data / M. Dvornyk et al. Psychological Prospects Journal. 2024. № 43. P. 80–102. DOI: https://doi.org/10.29038/2227-1376-2024-43-dvo.

МЕНТАЛЬНЕ ЗДОРОВ'Я ДІТЕЙ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ДИНАМІКА ТА ДЕТЕРМІНАНТИ

Гозак С.В., Єлізарова О.Т., Станкевич Т.В., Парац А.М.

Відділ промоції здоров'я

Забезпечення гармонійного розвитку, соматичного та ментального благополуччя дитячого населення є стратегічним завданням системи громадського здоров'я, що набуває особливого значення в періоди невизначеності – масштабних макросоціальних криз та збройних конфліктів. Повномасштабна військова агресія проти України суттєво вплинула на безпекове, соціально-гігієнічне та освітнє середовище, у якому формується підростаюче покоління, що вимагає адаптації дітей до нових умов життєдіяльності.

З нагоди 95-річчя ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України» представляємо узагальнені результати комплексних епідеміологічних та соціо-гігієнічних досліджень за період 2022–2025 років, які стосуються вивчення ключових детермінант здоров'я дітей шкільного віку в умовах воєнного стану з акцентом на ментальне здоров'я. Ця робота продовжує багаторічні традиції інституту щодо вивчення умов життєдіяльності дитячого населення в контексті впливу на їх здоров'я та розробки науково обґрунтованих профілактичних стратегій для збереження здоров'я нації.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Емпіричною базою дослідження є дані багатокомпонентного моніторингу психоемоційного стану та способу життя школярів України. Загальний обсяг національної репрезентативної вибірки, сформованої методом стратифікованого випадкового відбору, становив n = 10011 онлайн-опитувальників батьків та опікунів (5095 хлопців, 4916 дівчат).

Для оцінки ментального стану дітей використовували шкалу RCADS-P-25 (Revised Child Anxiety and Depression Scale – Parent Version) – скорочену 25-пунктову батьківську версію шкали [1], яка пройшла процедуру адаптації, верифікації та валідизації фахівцями інституту для української популяції [2]. Шкала надійно диференціює нормальний стан, межові (субклінічні) зміни та виражені клінічні прояви за двома інтегральними субшкалами – «Тривога» та «Депресія». У цьому дослідженні показники тривоги і депресії розглядаються як потенційні симптоми за результатами скринінгового батьківського оцінювання, а не як клінічні діагнози, оскільки дослідження не передбачало клінічного інтерв'ю або психіатричного обстеження.

Оцінка детермінант ментального здоров'я проводилася за допомогою розробленого нами під час пандемії COVID-19 опитувальника «*Q-RAPH*» [3], який було доповнено питаннями щодо умов життєдіяльності під час війни. Аналізувалися поведінкові фактори: тривалість нічного сну, малоактивної поведінки (Sedentary Behavior, SB), екранного часу (Screen Time), а також рухової активності різної інтенсивності, в тому числі помірної та високої інтенсивності (Moderate-to-Vigorous Physical Activity, MVPA).

Окрім поведінкових факторів, у дослідженні враховували окремі соціально-демографічні та контекстуальні характеристики життєдіяльності сімей під час війни: склад домогосподарства, кількість дорослих і дітей, які проживають разом із респондентом, міграційний досвід, формат освітнього процесу, наявність у дитини окремого місця для занять, а також ментальний стан батьків. Ці показники розглядалися як характеристики сімейного та освітнього середовища, у якому відбувалася адаптація дитини до умов воєнного часу.

Окрему увагу приділяли системі психологічної допомоги дітям і сім'ям, що формується в межах підходів MHPSS (Mental Health and Psychosocial Support). У дослідженні аналізували наявність у дитини симптомів емоційних і поведінкових порушень, їх розпізнавання батьками, дії батьків у разі

усвідомлення проблеми, звернення по медичну або психологічну допомогу, підтримку з боку школи, доступність фахівця, суб'єктивну оцінку ефективності отриманої допомоги та бар'єри звернення. Такий дизайн дозволяв простежити послідовність "симптоми – розпізнавання – звернення – отримання допомоги – оцінка ефективності" та виявити розриви між потребою у підтримці й фактичним її отриманням.

Первинну обробку даних проведено шляхом перевірки на пропущені значення, аномальні спостереження та відповідність змінних вимогам нормального розподілу. Для опису кількісних показників використовувались середні значення (M), стандартна похибка (m). Для вивчення асоціацій між категоріальними змінними використовували таблиці спряженості з розрахунком χ^2-критерію Пірсона, коефіцієнта Крамера V. Порівняння середніх значень між трьома і більше групами здійснювали методом дисперсійного аналізу (ANOVA) із апостеріорним тестом Tukey HSD. Для оцінки відношень шансів між факторами ризику та наявністю певних станів проводили логістичний регресійний аналіз із розрахунком Odds Ratio (OR) та 95% довірчих інтервалів (CI). У моделі включали змінні, які показали статистичну значущість на попередніх етапах аналізу або мали теоретичне обґрунтування. Для оцінки неоднорідного впливу детермінант на різних рівнях розподілу симптомів використовували метод квантильної регресії.

Статистичну обробку даних здійснено із використанням програмного забезпечення IBM SPSS Statistics v26, STATISTICA 8.0 та RStudio.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Динаміка потенційних симптомів тривоги і депресії у дітей за результатами моніторингу.

Якщо проаналізувати динаміку психоемоційних порушень у дітей протягом війни, можна побачити поступове зниження частки дітей з потенційними симптомами тривоги і депресії. Так, в загальній групі дослідження частка дітей з ознаками межових та клінічних проявів тривоги знижувалася від 16,3% у

2022 році до 12,5% – у 2023 р., 8,9% – у 2024 р., 5,8% – у 2025 р. Для депресії ж відповідні показники становили 29,1%, 27,8%, 16,9%, 16,5%. Така динаміка може свідчити про зміну структури психоемоційного реагування дітей і сімей упродовж тривалого воєнного стресу: від більш виражених реакцій на початку повномасштабної війни до часткової стабілізації показників у наступні роки. Водночас збереження підвищених показників потенційних симптомів депресії у частини дітей у 2024–2025 роках вказує на те, що адаптація не є тотожною повному відновленню психоемоційного благополуччя.

Показники потенційних симптомів тривоги можуть розглядатися як більш реактивні до актуальних безпекових загроз, вимушеного переміщення, сирен, обстрілів та інших подій воєнного часу. Показники потенційних симптомів депресії, натомість, можуть бути більш пов'язані з тривалим виснаженням, порушенням сну, обмеженням рухової активності, втратою звичних соціальних контактів, онлайн-навчанням та зниженням відчуття передбачуваності. Ці чинники не розглядаються як ізольовані причини, але формують контекст, у якому можуть підтримуватися або посилюватися психоемоційні труднощі дитини.

Потенційні симптоми тривоги і депресії у школярів у віково-статевому та територіальному аспектах.

Аналіз віково-статевих особливостей показав, що частота потенційних симптомів депресії у школярів зростала з віком, особливо серед дівчат. У молодших класах ці симптоми відзначались майже з однаковою частотою у дівчат і хлопців – 19,6% ± 1,0% та 19,5% ± 1,0%, тоді як у старших класах – відповідно у 26,9% ± 2,2% і 13,4% ± 1,8% ($\chi^2 = 10,3$; $p = 0,006$). Потенційні симптоми тривоги серед дівчат також частішали з віком: від 6,5% у молодших до 13,9% у старших класах ($\chi^2 = 25,5$; $p = 0,001$); серед хлопців вікові відмінності не були статистично значущими. У динаміці 2022–2025 рр. частота потенційних симптомів депресії і тривоги знижувалась серед школярів обох статей. За узагальненим тривожно-депресивним показником частка дітей із підвищеними значеннями

зменшилась з 24,7% ± 1,9% у 2022 р. до 9,4% ± 0,9% у 2025 р. (χ^2 = 164,4; p < 0,001). За місцем проживання вищі частки потенційних симптомів спостерігались серед міських школярів порівняно із сільськими.

Вплив специфічних воєнних факторів на ментальний стан дітей у 2022–2023 рр.

За результатами логістичного регресійного аналізу, як у 2022 р., так і у 2023 р. найвиразнішим предиктором потенційних депресивних проявів у дітей було незадоволення базових життєвих потреб, зокрема нестача їжі, води або тепла: OR_{2022} = 2,46 (ДІ: 1,65–3,68) та OR_{2023} = 2,20 (ДІ: 1,71–2,82).

Порівняння даних 2022 і 2023 років показало зміну структури воєнно-соціальних стресорів. Вплив окремих гострих факторів дещо зменшився: перебування на окупованих територіях мало OR_{2022} = 2,20 (ДІ: 1,27–3,81) та OR_{2023} = 1,69 (ДІ: 1,12–2,51), вимушений переїзд – OR_{2022} = 1,77 (ДІ: 1,36–2,31) та OR_{2023} = 1,23 (ДІ: 0,99–1,54). Водночас низка пролонгованих психосоціальних факторів зберігала значення у 2023 р.: розлука з рідними – OR_{2022} = 1,93 (ДІ: 1,48–2,51) та OR_{2023} = 1,99 (ДІ: 1,58–2,49); втрата близьких – OR_{2022} = 1,36 (ДІ: 0,73–2,46) та OR_{2023} = 1,58 (ДІ: 1,08–2,28); втрата житла або роботи батьками – OR_{2022} = 1,58 (ДІ: 1,12–2,21) та OR_{2023} = 1,54 (ДІ: 1,02–2,32). Перебування під обстрілами також залишалося значущим фактором: OR_{2022} = 1,62 (ДІ: 1,25–2,11) та OR_{2023} = 1,43 (ДІ: 1,13–1,81). Загалом вплив хоча б одного з перелічених воєнних факторів асоціювався з удвічі вищими шансами потенційних депресивних проявів у дітей: OR_{2022} = 2,12 (ДІ: 1,51–2,99) та OR_{2023} = 2,15 (ДІ: 1,09–4,26) [4].

Особливості психоемоційного статусу школярів під впливом сигналів повітряної тривоги.

Одним із інтенсивних, непередбачуваних та масових психогенних подразників воєнного часу для дитячого населення є звуки сирен повітряної тривоги. Сигнали повітряної тривоги є системою акустичного й цифрового сповіщення про потенційну небезпеку. Їхній звуковий профіль може відрізнятися залежно від населеного пункту, технічної інфраструктури та каналу

сповіщення, однак спільною функцією цих сигналів є швидке привернення уваги та мобілізація поведінкової реакції на загрозу. В умовах війни для дітей такі сигнали стають повторюваним маркером небезпеки і можуть супроводжуватися різним рівнем психоемоційного напруження.

За результатами опитування було встановлено, що 13,9% ± 0,9% дітей мали низький рівень стресу під час оголошення повітряної тривоги, тоді як 16,3% ± 0,9% школярів демонстрували високий рівень стресової реакції. Більшість дітей перебувала у зоні помірного психоемоційного напруження.

Аналіз соціально-демографічних характеристик не виявив статистично значущого впливу віку та форми навчання на рівень стресу дітей під час повітряних тривог. Також не встановлено достовірних відмінностей між хлопцями та дівчатами, хоча серед дівчат простежувалася тенденція до більшої поширеності високого та вище середнього рівнів стресу. Водночас серед хлопців частіше реєструвалися низькі рівні стресових реакцій.

Регіональний аналіз показав певні відмінності у структурі стресових реакцій. Зокрема, у західному регіоні частка дітей із низьким рівнем стресу була дещо більшою порівняно з центральним та північним регіонами. Проте частка школярів із високим рівнем стресу залишалася подібною в усіх регіонах, що свідчить про універсальність психоемоційного впливу сигналів повітряної тривоги незалежно від місця проживання.

Встановлено зв'язок між станом здоров'я дітей та інтенсивністю їхніх стресових реакцій. Школярі з хронічними захворюваннями значно частіше демонстрували підвищені рівні стресу порівняно з однолітками без хронічної патології. Ще більш виражені відмінності були виявлені серед дітей із симптомами тривоги та депресії, які реагували на сигнали повітряної тривоги істотно гостріше. Натомість тривалість занять спортом та міграційний досвід сімей не мали статистично значущого впливу на характер стресових реакцій.

Отримані дані свідчать, що для значної частини школярів сигнали повітряної тривоги стали елементом тривалого

воєнного середовища, до якого формується певний рівень адаптації. Водночас наявність групи дітей із високими показниками стресу під час повітряних тривог вказує на потребу в подальшому моніторингу їхнього психоемоційного стану та забезпеченні доступної підтримки в сімейному й освітньому середовищі [5]. Особливу увагу в системі психолого-педагогічного супроводу дітей в умовах війни доцільно приділяти школярам із хронічними захворюваннями та ознаками тривожно-депресивних розладів, які становлять групу підвищеного ризику розвитку надмірних стресових реакцій.

Соціально-гігієнічний аналіз детермінант способу життя дітей.

Динаміка та структура рухової активності школярів за період 2022–2025 рр.

Аналіз тривалості рухової активності (РА) учнівської молоді за чотирирічний період повномасштабної війни виявив стійку й статистично значущу тенденцію до її збільшення. Загальний рівень сумарної рухової активності (РАз) демонстрував послідовне зростання як серед хлопців ($F = 128{,}2$; $p < 0{,}001$), так і серед дівчат ($F = 186{,}3$; $p < 0{,}001$). За весь період спостереження сумарний час РА не мав виражених гендерних відмінностей ($p > 0{,}8$) і становив ($1318{,}5 \pm 7{,}6$) хв/тиждень у хлопців та ($1316{,}8 \pm 7{,}5$) хв/тиждень у дівчат, що еквівалентно приблизно 3,1 години фізичних навантажень на день [6].

Проте аналіз архітектоніки рухового режиму дозволив встановити суттєві якісні розбіжності у структурі навантажень залежно від статі дитини: хлопці характеризувалися вірогідно вищими обсягами енерговитратних навантажень. Середній показник MVPA у хлопців становив 381,1 хв/тиждень (54,4 хв/день) проти 347,2 хв/тиждень (49,6 хв/день) у дівчат ($F = 57{,}0$; $p < 0{,}001$). Водночас дівчата статистично значуще переважали хлопців за тривалістю фізичного навантаження низької інтенсивності (LPA) ($F = 19{,}7$; $p < 0{,}001$), компенсуючи цим дефіцит високоінтенсивних тренувань.

Особливий науковий інтерес становить той факт, що стрибкоподібне збільшення показників РА відбулося у часовому проміжку 2024–2025 рр. порівняно з кризовим базовим періодом 2022–2023 рр. Це наочно ілюструє феномен «поведінкової резілієнтності» та адаптації дитячої популяції. У перші два роки війни руховий режим зазнав супресії через дефіцит безпечного простору, тривале перебування у сховищах та ізоляцію під час онлайн-навчання. Період 2024–2025 рр. став етапом відновлення біологічної потреби в русі. Свідченням досягнення популяційного оптимуму є те, що середні значення MVPA за останні два роки спостереження досягли межі рекомендацій ВООЗ (не менше 60 хвилин на день) у більшості вікових груп хлопців, та впритул наблизилися до неї у дівчат. Динаміка середньодобової тривалості MVPA у розрізі вікових тріад виглядає наступним чином: в молодшій шкільній групі у хлопців фіксувалося зростання від 38–48 хв/день (2022–2023 рр.) до 59–61 хв/день (2024–2025 рр.); у дівчат – від 34–40 хв/день до 52–58 хв/день; в середній шкільній групі у хлопців – від 37–39 хв/день до 60–63 хв/день; у дівчат – від 29–35 хв/день до 48–58 хв/день; в старшій шкільній групі був найбільш виражений стрибок, де у хлопців показники зросли від 32–37 хв/день до 63–77 хв/день; у дівчат – від 22–24 хв/день до 48–60 хв/день.

У масштабах усієї вибірки частка школярів, чий руховий режим відповідав критеріям фізичного благополуччя ВООЗ (> 60 хв MVPA на добу), за весь досліджуваний період становила 32,4% ± 0,5%. Важливо підкреслити позитивний вектор цього показника: він зріс від 21,6% ± 1,4% у 2022 році до 42,1% ± 0,7% у 2025 році, тобто майже у 2 рази ($\chi^2 = 599,6$; $p < 0,001$; коефіцієнт спряженості Cramer's V = 0,26). Отримані дані демонструють, що рівень РА українських дітей на четвертому році війни виявився навіть вищим, ніж під час карантинних обмежень періоду пандемії COVID-19, що вказує на ефективність копінг-стратегій громад та родин, спрямованих на подолання гіпокінезії.

Паралельно з руховою активністю зафіксовано позитивну динаміку тривалості прогулянок в усіх когортах. Пікові значення цього показника припали на 2024 рік, тоді як у 2025 році намітилася тенденція до незначної стабілізуючої плато-корекції, при цьому середня тривалість прогулянок залишалася в мінімально необхідних межах для підтримання соматичного здоров'я.

Гігієнічна оцінка прибудинкового спортивного простору як детермінанти рухової залученості школярів в умовах воєнного стану.

Встановлено, що лише 38,4% ± 0,7% українських школярів використовують прибудинкові спортивні майданчики для реалізації фізичної активності на дозвіллі. При цьому хлопці експлуатують зазначені об'єкти достовірно частіше, ніж дівчата (χ^2 = 38,9; p < 0,001). Суб'єктивна оцінка технічного стану локальної спортивної інфраструктури батьками є низькою і становить в середньому 2,7 ± 0,02 бали за 5-бальною шкалою. Основні лімітуючі бар'єри – незадовільний (аварійний) стан та територіальна обмеженість об'єктів [7]. Виявлено регіональний парадокс: найнижчі рівні експлуатації майданчиків зафіксовано в умовно безпечнішому Західному регіоні (37,0% ± 1,1%; середня оцінка якості – 2,68 ± 0,03 бали), тоді як у регіонах, що регулярно зазнають обстрілів (Північний, Південно-Східний), залученість дітей була вищою (до 43,4%). Найнижче стан локальної інфраструктури оцінили внутрішньо переміщені особи (ВПО) – 2,63 ± 0,06 бали (F = 10,9; p < 0,001). Натомість респонденти, які перебувають за кордоном, продемонстрували найвищу залученість дітей (47,6%) та найвищу оцінку якості простору (3,82 ± 0,18 бали), що корелює з міжнародним досвідом системної підтримки відкритих рекреаційних зон. Жителі міст використовують майданчики частіше (39,8% ± 0,8%), ніж мешканці сільської місцевості (34,6% ± 1,2%; χ^2 = 33,2; p < 0,001).

Доведено існування сильного математичного зв'язку між руховою поведінкою батьків та фізичною активністю дітей (χ^2 = 125,2; p < 0,001). У сім'ях, де практикується щоденна або

часта спільна рухова активність, прибудинкові майданчики відвідують близько 50% дітей, тоді як у родинах, де батьки повністю дистанціювалися від спільної активності, а таких 19,2% від загальної вибірки, цей показник зменшується вдвічі – до 25%.

Рівень використання спортивного простору не залежить від градацій ІМТ школярів ($p > 0,9$). Проте наявність хронічної соматичної патології знижує частку активних дітей на 7,9% ($\chi^2 = 26,1$; $p < 0,001$). Також наявність межових та клінічних проявів тривожно-депресивної симптоматики у школярів знижує рівень їхньої залученості до занять на майданчиках на 8,0% ($\chi^2 = 12,4$; $p = 0,002$).

Отже, доступність та якість прибудинкової спортивної інфраструктури для дітей в Україні в умовах війни є недостатніми, що поглиблює ризики малорухомої поведінки, особливо для дітей зі статусом ВПО, школярів з хронічними соматичними захворюваннями та тривожно-депресивними симптомами. Отримані емпіричні дані обґрунтовують необхідність впровадження інклюзивного, безпечного міського планування, підтримки родин ВПО та інтеграції батьківського прикладу в програми громадського здоров'я.

Гігієнічна оцінка тривалості сну дітей в умовах воєнного стану.

Середня тривалість нічного сну в загальній структурі вибірки становила 3493,9 ± 5,5 хв/тиждень у хлопців та 3484,6 ± 6,1 хв/тиждень у дівчат. У перерахунку на добовий бюджет часу це відповідає 8,2–8,3 години сну, що в цілому задовольняє мінімальні вікові фізіологічні нормативи. Міжстатевих розбіжностей за цим показником не виявлено ($p > 0,3$).

Проте внутрішня динаміка за роками відображає пряму залежність тривалості сну від безпекових чинників та змістовного навантаження періоду неспання: етап 2022 року характеризувався максимальними показниками тривалості сну в усіх віково-статевих групах ($p < 0,001$). Таке збільшення тривалості сну на початковому етапі війни можна розцінити з

позицій психофізіології як прояв захисного гальмування ЦНС у відповідь на надпотужний дистрес, а також як наслідок пасивного домашнього режиму в умовах жорсткого локдауну освітньої інфраструктури. За період 2023–2025 рр**.** тривалість сну стабілізувалася, набувши природної вікової структури. Поряд із цим у підлітків середньої шкільної ланки виявилася тенденція до помірного дефіциту сну, що корелює з одночасним наростанням сумарного навчального навантаження та розширенням сидячих форм дозвілля (SB).

Трансформація освітнього середовища школярів під час війни.

Упродовж досліджуваного періоду зафіксовано кардинальну перебудову архітектоніки та умов організації навчального процесу в Україні. Якщо навесні 2022 року очне навчання було практично заблоковане (лише 4,2% школярів відвідували класи фізично, тоді як 89,9% навчалися дистанційно), то надалі відбувся реверс у бік традиційної класно-урочної системи. У 2023 році частка очного формату зросла до 50,4%, при зменшенні чистого онлайн-навчання до мінімальних 5,9%. Масштаб та системність цього зсуву підтверджено високою статистичною значущістю критеріїв (χ^2 = 2173,7; $p < 0,001$; Cramer's V = 0,52), що вказує на сильний ефект часу та цілеспрямованих інституційних дій щодо розбудови мережі безпечних шкільних сховищ.

Найбільш вираженим цей перехід виявився для першокласників: від переважно онлайн-навчання у 2022 році (93% дітей на дистанційній формі) система переорієнтувалася на офлайн-модель у 2025 році (77% очного навчання), мінімізувавши ризики десоціалізації та затримки розвитку когнітивних функцій, які виникають через відсутність живого контакту з педагогом.

Хронометрична оцінка безпосередньо процесу навчання та самопідготовки (виконання домашніх завдань – ДЗ) виявила міжстатеві та структурні особливості: середній час уроків становив 1329,6 ± 8,4 хв/тиждень у хлопців та 1350,4 ± 8,4 хв/тиждень у дівчат (4,4–4,6 год/день) без

статистично доведеної різниці між статями ($p > 0,1$). Водночас тривалість самостійної роботи (ДЗ) продемонструвала стабільне, хоча й не занадто велике, домінування дівчат в усіх вікових групах: дівчата витрачали на ДЗ в середньому (862,4 ± 5,3) хв/тиждень (близько 2 год/день), тоді як хлопці – (801,8 ± 5,1) хв/тиждень (близько 1,9 год/день) ($F = 56,1$; $p < 0,001$).

Дистанційне навчання супроводжується об'єктивним скороченням часу безпосередніх уроків, але провокує виражений приріст обсягів самостійної роботи (ДЗ). Особливо це характерно для дівчат, вони витрачають на виконання ДЗ на 68 хвилин на тиждень більше, ніж хлопці, що створює передумови для кумуляції втоми. Змішане навчання визначено як найбільш деструктивне з позицій хроногігієни, оскільки воно вимагає найбільших сумарних часових витрат на навчання як серед хлопців, так і серед дівчат ($F = 90,9$; $p < 0,001$). Натомість очне навчання продемонструвало оптимальні характеристики: тривалість виконання ДЗ була мінімальною ($F = 17,2$; $p < 0,001$), що сприяє нормалізації тривалості сну та суттєво мінімізує тривалість сидячої поведінки, зокрема, завдяки вимушеному логістичному переміщенню до закладу освіти й назад.

Таким чином, аналіз даних дозволяє констатувати наявність вираженого адаптаційного потенціалу дитячої популяції України в умовах затяжної воєнної кризи. Поведінковий профіль сучасної дитини зазнав трансформації від пасивно-захисних стратегій (гіпокінезія, гіперсомнія, депривація соціальних зв'язків), що домінували у 2022 році, до активних копінг-стратегій у 2024–2025 рр., які базуються на відновленні рухового режиму та поверненні у традиційний соціальний простір школи.

Зв'язок між поведінковим профілем школярів та їх ментальним станом.

Поглиблене гігієнічне дослідження, проведене на прикладі столичного регіону, дозволило математично довести зв'язок між структурою щоденної поведінки дитини та ризиком розвитку симптомів тривоги і депресії за шкалою RCADS-P-25.

Дослідження виявило значний вплив тривалості сну на емоційну стабільність дітей. Хронічне недосипання, зумовлене нічними повітряними тривогами та безпековою евакуацією в укриття, виступає потужним предиктором депресивних станів [8]. Квантильний регресійний аналіз показав, що захисна (протекторна) роль фізіологічно повноцінного сну є максимально вираженою на найвищому квантилі (q = 0,90). Це означає, що нормалізація сну має найбільш виражений терапевтичний та компенсаторний ефект саме для дітей із клінічними формами тривоги та депресії.

За умови домінування дистанційного або змішаного форматів навчання, що було характерно для перших років воєнного стану, структура поведінки школярів зазнала несприятливих трансформацій. Зафіксовано різке зростання неакадемічного екранного часу (Screen Time): понад 62% підлітків проводять перед моніторами гаджетів більше 4–5 годин на добу поза межами онлайн-уроків. Доведено, що тривалий екранний час, який супроводжується «думскролінгом» (хаотичним читанням новин про воєнні події), прямо корелює із підвищенням показників за субшкалою тривоги. Школярі з екранним часом > 5 годин мають у 2,4 раза вищий ризик формування межових проявів депресії (OR = 2,41; 95% CI: 1,68–3,45).

Нами було побудовано комплексні прогностичні моделі, які виявили кумулятивний ефект між соціально-економічними та поведінковими детермінантами в контексті їх впливу на ментальне здоров'я школярів [9, 10]. Так, доведено, що тривалий неакадемічний екранний час (Screen Time > 4–5 годин на добу) є не просто «шкідливою звичкою», а соціально-економічно детермінованою копінг-поведінкою: у родинах із низьким рівнем достатку та високим рівнем тривожності батьків, діти мають у 1,8 рази вищий ризик формування екранної залежності. Фінансова неспроможність забезпечити дитині безпечне позашкільне дозвілля, спортивні секції чи заміські оздоровчі поїздки призводить до того, що гаджети стають єдиним доступним і безкоштовним інструментом ескапізму (втечі від

реальності війни). При поєднанні фактору низького доходу та екранного овертайму ризик розвитку клінічних проявів депресії у підлітків набуває синергетичного ефекту, подвоюючи загальне психоемоційне виснаження.

Спорт, організовані тренування та навіть регулярні прогулянки на свіжому повітрі виступають стійкими протекторами ментального здоров'я в умовах макросоціальної кризи. Фізична активність забезпечує утилізацію гормонів стресу (кортизолу, адреналіну), стимулює нейропластичність та нівелює негативні наслідки «думскролінгу», що математично підтверджується зниженням балів за шкалою RCADS на всіх квантилях розподілу ризиків при збільшенні часу MVPA.

Вивчення внутрішньодобових поведінкових патернів за допомогою CoDA-моделювання підтвердило наявність стійких лінійних зв'язків між структурою дня та показниками психічного здоров'я. Встановлено, що вищий рівень помірної та інтенсивної фізичної активності ($\beta = -0,09$; $p < 0,01$), а також більша тривалість сну ($\beta = -0,15$; $p < 0,01$) мають виражений протективний ефект, достовірно знижуючи рівень депресивних та тривожних проявів у дітей. Натомість переважання сидячої поведінки (гіподинамія, надмірний екранний час) тісно корелює з підвищенням Т-балів за шкалами депресії та тривоги ($\beta = 0,19$; $p < 0,001$). Хронічний стрес воєнного часу суттєво посилює цей деструктивний вплив, продемонструвавши виражений ефект взаємодії (interaction effect: $\beta = 0,23$; $p < 0,001$). Це свідчить про те, що в умовах війни дефіцит фізичної активності та сну діє на дитячу психіку значно руйнівніше, ніж у мирний час [11].

Отже, оптимізація та підтримання балансу добового бюджету часу (24-hour behavior patterns), що передбачає лімітування сидячої поведінки, стимулювання помірно-інтенсивної фізичної рухливості та забезпечення фізіологічно адекватної тривалості сну, виступає базовим поведінковим ресурсом і буфером, що пом'якшує патогенний вплив воєнного стресу на ментальне здоров'я дітей.

Встановлено, що підтримка стабільної сімейної спільної діяльності (сталий режим дня, регулярне спілкування дітей і

батьків) виступає базовим стабілізуючим фактором, що знижує рівень тривожності в сімейній системі. Взаємодія батьків і дітей через спільні фізичні вправи та активне дозвілля є дієвим інструментом психоемоційного розвантаження. Регулярна фізична спільна активність (co-activity) мінімізує негативні наслідки хронічного стресу та запобігає формуванню гіподинамії [12].

Також доведено, що хронічний дефіцит нічного сну (зумовлений систематичними нічними повітряними тривогами) виступає головним фізіологічним медіатором, який переводить психологічну тривогу в стійкі соматичні та емоційні розлади. Квантильний регресійний аналіз дозволив встановити, що тривалість сну має неоднаковий вплив на дітей із різним рівнем уразливості. На нижчих квантилях (q = 0,10–0,30), де реєструється умовно нормальний психоемоційний стан, коливання тривалості сну на 1–1,5 години мінімально позначаються на поведінці. Водночас на найвищому квантилі (q = 0,90), де зосереджені діти з клінічними проявами тривоги та депресії, захисна роль фізіологічно повноцінного сну стає максимальною. Для цієї когорти навіть незначне скорочення часу сну призводить до швидкого зриву адаптації, панічних проявів та вираженої соматизації (головні болі, кардіалгії, розлади ШКТ).

Інституційні детермінанти та аналіз системи психосоціальної підтримки (MHPSS) в умовах воєнного стану.

Окремим етапом дослідження був аналіз доступу до психологічної та психосоціальної підтримки дітей під час війни, а також батьківської оцінки корисності отриманої допомоги. Було вивчено феномен Symptom–Need Interpretation Gap (SNIG) – розрив між наявністю підвищених показників потенційних симптомів тривоги або депресії у дитини за скринінговою оцінкою та відсутністю усвідомленої батьками потреби у психологічній підтримці [13].

За результатами багатофакторного логістичного регресійного аналізу, наявність у дитини підвищених показників

потенційних симптомів тривоги або депресії була найсильнішим предиктором звернення по психологічну допомогу (OR = 3,31; 95% CI: 2,69–4,09). Незалежним предиктором звернення також була тривожність батьків (OR = 1,24; 95% CI: 1,01–1,53), що свідчить про важливу роль емоційного стану дорослих у розпізнаванні потреби дитини та ініціюванні пошуку підтримки.

Виявлено також територіальні відмінності у зверненні по психологічну допомогу: проживання у сільській місцевості асоціювалося з нижчими шансами звернення до фахівців порівняно з міськими територіями (OR = 0,56; 95% CI: 0,44–0,73). Це може відображати бар'єри доступу до психологічної підтримки, зокрема меншу доступність фахівців та обмежені можливості отримання очної допомоги.

Серед батьків, які зверталися по психологічну підтримку для дитини, 68,1% оцінили отриману допомогу як корисну. Водночас серед батьків дітей із підвищеними показниками потенційних симптомів тривоги або депресії частка позитивних оцінок була нижчою – 53,9% проти 74,6% серед дітей без таких показників. У регресійній моделі наявність підвищених тривожно-депресивних симптомів у дитини асоціювалася з нижчими шансами позитивної оцінки корисності допомоги (OR = 0,55; 95% CI: 0,37–0,81). Тобто, базові психосоціальні заходи можуть бути недостатніми для дітей із вищим рівнем симптомного навантаження, які потребують своєчасного скринінгу, фахової оцінки та, за потреби, перенаправлення до спеціалізованої допомоги.

Окремо слід зазначити роль соціальної підтримки. У багатофакторній моделі рівень сприйнятої соціальної підтримки не був значущим предиктором самого звернення по психологічну допомогу, однак був пов'язаний із вищою ймовірністю позитивної оцінки її корисності після отримання підтримки (OR = 1,31; 95% CI: 1,12–1,53; p = 0,001). Це свідчить, що соціальна підтримка не обов'язково визначає рішення батьків звернутися до фахівця, проте може підсилювати сприйняття отриманої допомоги як корисної, ймовірно, через

більшу включеність сім'ї у підтримувальне соціальне середовище.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що ментальне здоров'я дітей під час війни пов'язане з поєднаним впливом воєнних, сімейних, контекстуальних і поведінкових чинників. Вищі показники потенційних симптомів тривоги і депресії асоціювалися з хронічними захворюваннями дитини, порушенням базових життєвих потреб, досвідом пережитих обстрілів, розлуки з близькими, втрати житла або роботи батьками, перебуванням в укритті, міграційним досвідом, а також тривожними й депресивними симптомами у батьків. Втім оптимізація та підтримання балансу добового бюджету часу (24-hour behavior patterns), що передбачає лімітування сидячої поведінки, забезпечення фізіологічно адекватних рівнів помірно-інтенсивної фізичної рухливості та тривалості сну, виступає базовим поведінковим ресурсом і буфером, що пом'якшує патогенний вплив воєнного стресу на ментальне здоров'я дітей. Окреме значення мають умови навчання та побуту: форма навчання, навчальне навантаження і наявність місця для занять удома.
2. В умовах затяжної воєнної кризи простежується наявність вираженого адаптаційного потенціалу дитячої популяції України. Поведінковий профіль сучасної дитини зазнав трансформації від пасивно-захисних стратегій (гіподинамія, гіперсомнія, депривація соціальних зв'язків), що домінували у 2022 році, до активних копінг-стратегій у 2024 – 2025 рр., які базуються на відновленні рухового режиму та поверненні у традиційний соціальний простір школи.
3. Пріоритетом діяльності медико-профілактичної ланки має стати впровадження регулярного інструментального скринінгу для раннього виявлення дітей із клінічними формами розладів, а також популяризація програм гігієни сну, рухової активності та раціонального дозування цифрового

навантаження як фундаментальних засад резілієнтності підростаючого покоління.

4. Виявлено нижчу ймовірність звернення по психологічну допомогу дітям у сільських громадах, що вказує на потребу зменшення бар'єрів доступу до психосоціальної підтримки шляхом розвитку дистанційного консультування, цифрових платформ підтримки та мобільних мультидисциплінарних команд громадського здоров'я.
5. Обґрунтовано необхідність впровадження інклюзивного, безпечного міського планування та спортивної інфраструктури, впровадження заходів підтримки активного сімейного дозвілля, соціальної підтримки фінансово незахищених родин та родин ВПО в програми громадського здоров'я, що орієнтовані на зміцнення резильєнтності населення у період воєнного стану та повоєнного відновлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. The Revised Child Anxiety and Depression Scale 25–Parent Version: scale development and validation in a school-based and clinical sample / C. Ebesutani et al. Assessment. 2017. Vol. 24. No. 6. P. 712–728. DOI: https://doi.org/10.1177/1073191115627012.
2. Оцінка валідності і надійності RCADS-P-25 в українській популяції / О. Т. Єлізарова та ін. Довкілля та здоров'я. 2024. № 3 (112). С. 10–16. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2024.03.010.
3. The effect of two COVID-19 lockdowns on physical activity of school-age children / O. Yelizarova et al. Sports Medicine and Health Science. 2022. Vol. 4. No. 2. P. 119–126. DOI: https://doi.org/10.1016/j.smhs.2022.01.002.
4. Вплив факторів війни на ментальне здоров'я школярів / О. Т. Єлізарова та ін. Довкілля і здоров'я: матеріали XXIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, присвяченої 170-річчю з дня

народження І. Я. Горбачевського / за ред. С. Н. Вадзюка. Тернопіль: Укрмедкнига, 2024. С. 51–53.
5. Вплив звуків повітряної тривоги на рівень стресу школярів України / О. Т. Єлізарова та ін. Довкілля та здоров'я. 2025. № 2 (115). С. 18–22. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2025.02.018.
6. Динаміка поведінкових детермінант здоров'я дітей шкільного віку в умовах воєнного стану / С. В. Гозак та ін. Довкілля та здоров'я. 2026. № 2 (119). С. 12–19. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2026.02.012.
7. Умови для фізичної активності під час війни: погляд з позиції громадського здоров'я / С. В. Гозак та ін. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2025. № 2. С. 312–319. DOI: https://doi.org/10.32782/spmed.2025.2.44.
8. Зв'язок способу життя і ментального здоров'я дітей міста Києва на другому році війни / С. В. Гозак та ін. Довкілля та здоров'я. 2024. № 1 (110). С. 18–25. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2024.01.018.
9. Гозак С. В., Єлізарова О. Т., Станкевич Т. В. Вплив соціальних факторів і способу життя на ментальне здоров'я дітей в умовах воєнної агресії. Public health system in Ukraine and EU countries: realities, transformation, development vectors, perspectives: scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2025. Chapter 11. P. 242–254. DOI: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-637-9-11.
10. Гозак С. В., Єлізарова О. Т., Станкевич Т. В. Соціальні аспекти життєдіяльності міського і сільського населення України в умовах воєнного стану. Public health system in Ukraine and EU countries: realities, transformation, development vectors, perspectives: scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2024. P. 111–126. DOI: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-497-9-7.
11. The influence of structural elements of the daily routine on school-age children's mental health in Ukraine / O. Yelizarova et al. Wiadomości Lekarskie. 2024. Vol. 77. No. 4. P. 872. DOI: https://doi.org/10.36740/WLek202404137.

12. Family routine stability and parent–child physical co-activity as behavioral resources during wartime / S. Hozak et al. The 4th International Conference on Non-communicable Diseases: Health Risk Factors and Prevention of Injuries and Diseases: Book of Abstracts (Chișinău, June 3–5, 2026). Chișinău, 2026. P. 178.
13. Psychosocial support for schoolchildren in wartime Ukraine: community-based access and parent-reported perceived helpfulness / O. Yelizarova et al. Conflict and Health. 2026. Vol. 20. Article 25. DOI: https://doi.org/10.1186/s13031-026-00762-9.

ПОРУШЕННЯ ХАРЧОВОЇ ПОВЕДІНКИ ДІТЕЙ УКРАЇНИ В УМОВАХ СТРЕСУ, ПОВ'ЯЗАНОГО З ВІЙНОЮ

Гуліч М.П., Петренко О.Д., Лейких С.В.

Відділ гігієни харчування та безпечності харчової продукції

Дванадцять років в Україні триває збройна російська агресія, яка з 2022 року стала найбільш руйнівною та кривавою загарбницькою війною у Європі з часів Другої світової війни. Це спричинило гуманітарну кризу з масовими жертвами серед цивільного населення та руйнуванням цивільної інфраструктури, що змусило людей залишати свої домівки, шукаючи захисту, рятуючись від бомбардувань і ракетних атак.

В цих умовах однією з найбільш уразливіших та незахищених верств населення, на жаль, є діти [1, 2]. Складно визначити статистичні показники, на які можна спиратися при проведенні досліджень. Так, на початок війни в Україні, за статистичною інформацією, перебувало більше 7,5 мільйонів дітей. З початком боїв, відбулося наймасовіше переміщення неповнолітніх через військові дії з часів Другої світової війни. За оцінками ЮНІСЕФ, в цілому половина з українських дітей була змушена залишити звичне життя, а близько 2 млн виїхали за межі України [3, 4, 5]. Проте все дитяче населення України в тій чи іншій мірі є постраждалим через війну. Серйозним та на сьогодні маловивченим фактором є вплив на здоров'я дітей наслідків гострого та хронічного стресу від війни [6]. Це пов'язано з воєнним станом, бойовими діями, побоюваннями за життя і здоров'я як своє власне, так і близьких, труднощами вимушеного переміщення на мирні території або за кордон, значним потоком негативної інформації [7, 8, 9]. Відчутий стрес суттєво впливає не лише на наявний стан дитини, але також може мати негативні наслідки в подальшому житті [10]. Одним з частих проявів реакції організму на стрес, який недостатньо широко вивчається, є порушення харчової поведінки [11, 12].

Розладами харчової поведінки називають ряд патологічних станів, які пов'язані з порушенням відношення до харчування як у дітей, так і у дорослих. Виникнення таких порушень, за даними досліджень, зумовлено генетичними, психогенними, соціокультурними чинниками тощо [13]. Порушення харчової поведінки широко вивчаються в розвинених країнах і є предметом уваги медиків, педагогів, психологів, нутриціологів [11–15]. В Україні проблема порушень харчової поведінки під час війни вивчається недостатньо, в поле уваги потрапляли лише дорослі [16, 17]. Тому наразі невідома реальна картина поширеності таких порушень у дітей під час війни, їх впливу на якість життя та здоров'я.

За даними літератури, порушення харчової поведінки у дітей, внаслідок «шкільного» або «родинного» стресу має широкий спектр і значною мірою залежить від віку, описується як поведінкова реакція [18]. Окремими дослідженнями, проведеними серед молодших та старших школярів, доведено наявність прямої кореляції між стресом та формуванням різноманітних порушень харчової поведінки: переїданню або недоїданню, зміні смакових відчуттів та відповідним поведінковим реакціям [19]. Слід зазначити, що в розвинених країнах проведено досить багато досліджень, які вивчають порушення харчової поведінки у дітей залежно від рівня освіти батьків, доходів родини, психологічних особливостей дитини, умов у освітньому закладі, в соціумі тощо. На жаль, українські діти знаходяться в унікально неблагоприємних умовах та постійно відчувають надвисокі рівні стресу, який неможливо порівняти з рівнем стресу в спокійних благополучних країнах. Саме тому наразі актуально визначити характер та поширеність порушень харчової поведінки у дітей, щоб мати можливість надати рекомендації батькам, педагогам та медикам, врахувати наявний стан дітей при організації харчування в освітніх, лікувальних та реабілітаційно-оздоровчих закладах.

Дані зарубіжних досліджень свідчать, що порушення харчової поведінки, пов'язане зі стресом, сприяє виникненню та закріпленню психологічних проблем відношення до їжі та/або

окремих продуктів харчування і може бути фактором порушення психічного та фізичного розвитку та здоров'я [20, 21]. Дослідженнями відмічено взаємозв'язок між порушеннями харчової поведінки та депресивними розладами, порушенням сну, метаболічним синдромом тощо. До віддалених наслідків порушень харчової поведінки внаслідок стресу в дитячому віці відносять підвищений ризик розвитку всього спектру хронічних неінфекційних захворювань, психічних розладів, імунної патології, шкідливих звичок.

З **метою** визначення стресових розладів харчової поведінки серед дітей шкільного віку в умовах стресу, спричиненого війною, в 2022 році **нами вперше в Україні проведене** широкомасштабне соціологічне дослідження за участю батьків/опікунів дітей шкільного віку, які на момент початку війни (24 лютого 2022 р.) знаходились в Україні та перебували в різних умовах (були переміщені, виїхали за кордон, лишались разом з батьками в своїх домівках тощо).

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

В роботі використано спеціально розроблену нами за участю колег Університету Гельсінкі анкету на основі стандартизованої анкети. Анкета включала конкретні запитання та принципи оцінювання з таких інструментів, як контрольний список дитячих стресових розладів (CSDC) [22], контрольний список поведінки дитини (CBCL) [23], контрольний список стресу у дітей (SIC) [22], Анкета годування дитини (CFQ) [24], Анкета харчової поведінки дітей (CEBQ) [25].

Опитування проводилось онлайн за допомогою Google Forms, що дозволило охопити значну кількість респондентів в різних регіонах України. Всього в опитуванні взяло участь 5165 батьків. Кінцева вибірка, після виключення невідповідних даних, склала 4854 особи. Опитування стосувалось порушень харчової поведінки та включало інформацію про стать, вік, місце та умови перебування дитини, фінансове забезпечення та доступність родини до харчових продуктів, загальні психічні

прояви стресу, харчові розлади, які виникли внаслідок військових дій, зміни статури дитини тощо.

На жаль, через триваючу в країні війну, ми не мали змоги збирати інформацію щодо точного місцеперебування дитини та проводити облік шкіл та батьківських груп, в яких поширено запрошення до проходження анкетування. Вплив місцеперебування дитини на виникнення та тривалість порушень харчової поведінки було оцінено за допомогою таблиць спряженості шляхом розрахунку рангового коефіцієнту Спірмена та хі-квадрату Пірсона для якісних змінних.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Ми вивчали розлади харчової поведінки дітей віком від 5 до 17 років, що охоплює як шкільний вік, так і дошкільний вік. Дані вікові категорії були обрані через можливість застосування корекційних та профілактичних заходів на основі наших досліджень. Це обумовлено тим, що діти в такому віці є найбільш організованими групами, і впровадження корекційних та профілактичних заходів є найбільш доцільним підходом.



Рис. 1. Місцеперебування дитини під час активних бойових дій (за відповідями батьків), %

Відносно перебування дитини відповіді опитаних батьків розподілились наступним чином: знаходились в безпосередній близькості від бойових дій – 16,7%, знаходились в місцях, де відчувались вибухи, обстріли, тривога – 63,30%, перебували на мирній території – 20% (рис. 1).

На питання «Чи відчували вони труднощі з забезпеченням дітей продуктами харчування?» майже 70% батьків зазначили, що постійно чи періодично відчували нестачу продуктів і це позначалось на раціоні харчування дитини (рис. 2).



Рис. 2. Частка родин, які відчували труднощі із забезпеченням продуктами під час активних бойових дій, %

Загальні прояви стресу, спричиненого військовими подіями, спостерігалися майже у 40% дітей. Серед таких проявів батьки найчастіше відзначали порушення емоційного стану, нав'язливі рухи, розлади сну, швидку втомлюваність, фізичні скарги, не

пов'язані із соматичними порушеннями або захворюваннями, а також загрозливі чи неприємні спогади або сновидіння (рис. 3).

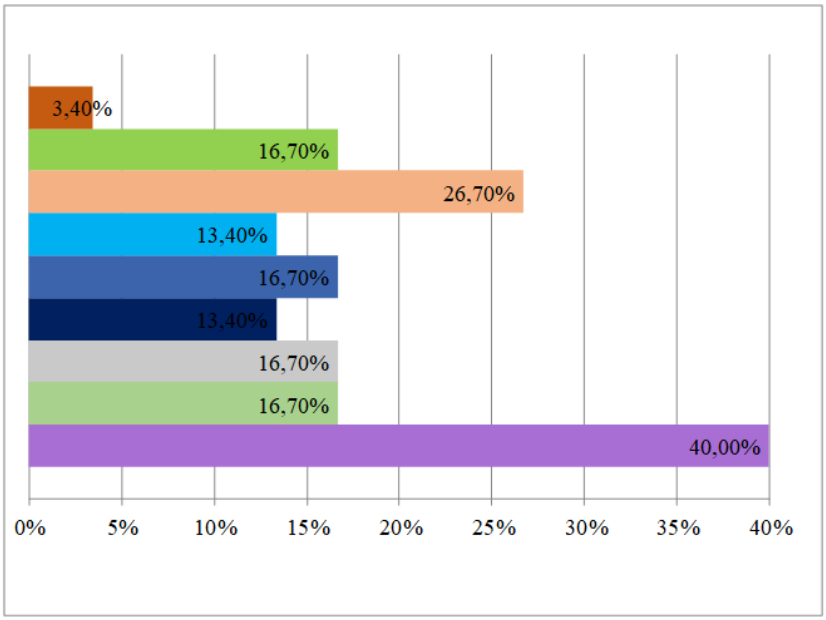


Рис. 3. Загальні прояви стресу, що виникли саме як наслідок воєнних подій, %

Важливим питанням є тривалість стресових поведінкових розладів, оскільки, за даними досліджень, їх закріплення свідчить про серйозну травматизацію психіки дитини, що впливає на розвиток особистості та може бути основою подальшого формування психічної та соматичної патології. За даними батьків, стресові зміни в поведінці набувають тривалого характеру майже у половини дітей, що безперечно потребує уваги та в подальшому проведення реабілітаційних та корекційних заходів (рис. 4).

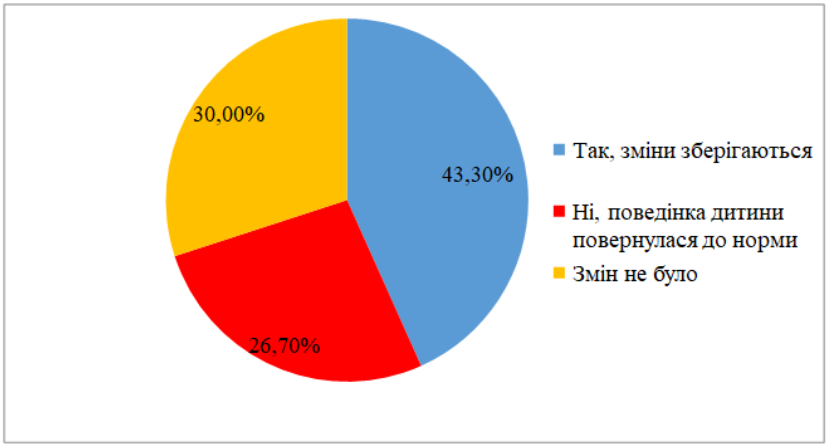


Рис. 4. Тривалість загальних проявів стресу, %

На рис. 5 представлено розподіл відповідей батьків щодо наявних розладів харчування, обумовлених військовим стресом.

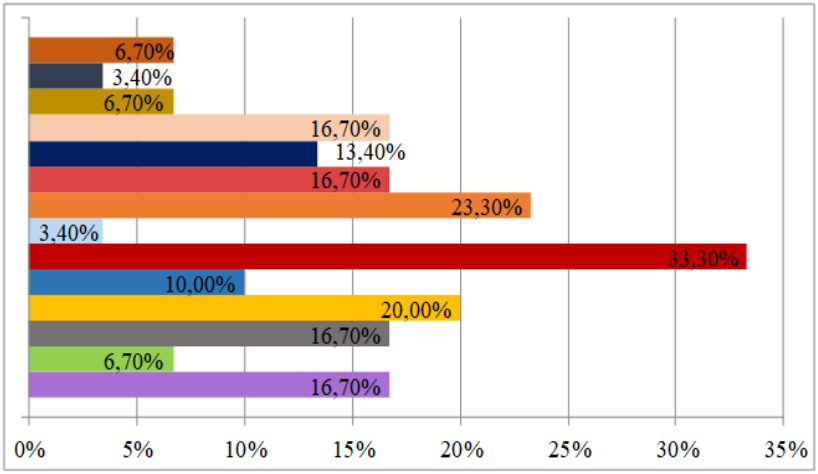


Рис. 5. Розлади харчування, обумовлені стресом, %

У третини дітей, батьки яких відповіли на запитання анкети, спостерігається примхливість в їжі, майже у кожної четвертої дитини – незвична пристрасть до певних продуктів – в пріоритеті солодке, піца та соуси, звуження асортименту звичних продуктів, що входять до раціону за рахунок зміни вподобань дитини.

Нами визначено негативні зміни режиму харчування дітей як реакцію на стрес внаслідок війни. Якщо в звичайний мирний час кількість основних прийомів їжі складала 3–4 рази на добу, то внаслідок стресу режим харчування змінився. Кожна п'ята дитина – це 20% – систематично відмовляється від харчування, а 7% дітей, навпаки, потребують додаткових прийомів їжі.

Більшість досліджень, проведених в розвинених країнах, які вивчали стан та характер порушень харчування в залежності від стресу, визначають, що стрес – один з чинників надлишкової маси у дітей. Перші результати нашого дослідження свідчать, що третина дітей втратила вагу внаслідок дії військового стресу і 13% дітей набрали вагу.

Також ми ставили питання щодо тривалості порушень харчової поведінки. Близько третини батьків зауважили, що з часом харчування дитини повернулося до норми. Проте приблизно у такої ж кількості дітей – порушення харчової поведінки виявляються стійкими та в подальшому можуть бути основою порушень в стані здоров'я (рис. 6).

Зауважимо, що діти, батьки яких відповіли на запитання, проживають в м. Києві і порівняно з жителями сходу та півдня не мали настільки суттєвих стресових впливів. Вважаємо, що за таких обставин порушення харчової поведінки та їх стійкість будуть набагато більш вираженими.

В подальшому ми плануємо дослідити порушення харчової поведінки дітей, евакуйованих з районів активних бойових дій.



Рис. 6. Тривалість розладів харчування, обумовлених військовим стресом, %

Для отримання інформації щодо місцеперебування дитини відносно воєнних дій, як основного фактору впливу на харчову поведінку дітей та джерела стресових чинників, в анкету були внесені запитання щодо місцеперебування дитини: на окупованих територіях, в безпосередній близькості від бойових дій, на мирній території, внутрішнє переміщення або виїзд за кордон. Батьки мали змогу зазначити всі варіанти перебування та переміщення дитини за час війни. Для подальшого статистичного аналізу отримані комбінації відповідей згруповано в 5 (V1–V5) групи характеристик місцеперебування дитини, які виступили основними змінними в цьому дослідженні.

До уваги взято характеристики з поширеністю понад 1% в досліджуваній групі (табл. 1). До групи V5 ввійшли анкети, в яких респонденти зазначили, що дитина не перебувала в запропонованих в дослідженні умовах. Через малу вибірку (n = 42) та неможливість встановити статистичний зв'язок між перебуванням дитини та виявлених порушеннях харчової поведінки, при виконанні даного етапу роботи група V5 була виключена.

Таблиця 1 Характеристика місцеперебування дитини відносно бойових дій

№ з/п	Варіант місцепе-ребування	Характеристика	n = 4854
1.	V 1	Перебування дитини виключно на мирних територіях	n = 3988
2.	V2	Внутрішнє переселення або виїзд за кордон без перебування дитини на окупованих територіях або в безпосередній близькості від бойових дій	n = 435
3.	V3	Перебування дитини на окупованих територіях або в безпосередній близькості від бойових дій	n = 178
4.	V4	Перебування дитини на окупованих територіях або в безпосередній близькості від бойових дій та наступне внутрішнє переміщення або виїзд за кордон	n = 211
5.	V5	Інше	n = 42

Поширеність порушень харчової поведінки серед дітей, які пережили стрес, є серйозною проблемою, яка набуває особливого значення в умовах триваючої війни. Ця проблема стає значущою через складні умови, які впливають на психічне та фізичне здоров'я дітей. Для оцінки харчової поведінки нами обрано ряд порушень, які відображають зміни харчування у відповідь на стрес. Саме такі розлади харчування представлено в стандартизованих опитувальниках, зокрема Child Feeding Questionnaire – CFQ, Children's Eating Behavior Questionnaire – CEBQ та інших. Отримані нами результати свідчать про суттєвий вплив війни як стресового фактору на харчову поведінку дітей. В цілому про наявність хоча б одного порушення повідомляло 63,16% батьків. Батьки зауважили, що значна частка зафіксованих порушень з часом зникала, що відповідає уявленням про адаптацію дитини до стресу. Загалом, упродовж місяця зникало більше половини (53,85%) виявлених

порушень харчової поведінки. Частіше носили короткочасний характер зміни апетиту, затримка насичення під час їжі, сомато-вегетативні прояви тощо. Поява короткочасних розладів харчової поведінки під час травматичного стресу або в ранньому періоді після нього може свідчити про емоційне переживання дитиною певних подій та викликати відповідні психологічні та соматичні прояви, що описуються як реакція організму на стрес. Вивчення короткочасних порушень харчової поведінки у дітей внаслідок військового стресу має велике значення для налагодження формування ефективних програм та заходів ранньої підтримки дітей, які пережили воєнні події (табл. 2).

Таблиця 2 Короткочасні порушення харчової поведінки (до 1 місяця) залежно від місцеперебування дитини, (%)

№ з/п	Характеристика порушення харчової поведінки	Варіант місцеперебування (n = 4812)				Загалом (n = 4854)
		V1	V2	V3	V4	
1.	Відсутність або зниження апетиту	16,20	19,31	17,49	19,91	16,65
2.	Швидке насичення	10,36	12,41	10,93	16,59	10,84
3.	Насичення затримується	5,57	8,51	8,20	12,32	6,18
4.	Звуження переліку продуктів	9,68	12,64	15,85	14,22	10,40
5.	Підвищення апетиту	6,75	11,72	12,02	13,27	7,70
6.	Примхливість в їжі	17,15	15,86	15,30	13,27	16,71
7.	Нерозбірливість в їжі	4,81	2,30	4,37	4,27	4,51
8.	Неїстівні речі	0,73	0,92	2,19	0,95	0,82
9.	Відраза	12,59	14,48	15,30	14,22	12,92
10.	Незвична пристрасть	16,70	15,86	15,85	18,48	16,63
11.	Відмова від їжі в звичайний час	11,71	14,94	13,11	11,37	12,03
12.	Бажання споживати її в незвичний час	8,65	9,20	8,20	9,48	8,76
13.	Бажання постійно щось жувати, зросла частота перекусів	7,90	8,74	10,93	16,11	8,43
14.	Сомато-вегетативні прояви	4,64	6,21	6,56	4,27	4,86

Але, з точки зору громадського здоров'я, більшого значення набувають порушення харчової поведінки, які зберігаються тривалий час і можуть в подальшому дорослому житті формувати негативні харчові звички та бути провісниками розвитку хронічних неінфекційних захворювань аліментарного генезу (табл. 3). До таких хвороб, зокрема, можна віднести надлишкову масу тіла та ожиріння, серцево-судинні, онкологічні захворювання, цукровий діабет тощо. В проведеному дослідженні встановлено, що харчові порушення у дітей внаслідок військового стресу набували тривалого характеру майже в половині випадків. Частіше тривалий характер мають порушення відношення до їжі (відраза або пристрасть), примхливість тощо.

Таблиця 3 Тривалі порушення харчової поведінки (більше 1 місяця) залежно від місцеперебування дитини, (%)

№ з/п	Характеристика порушення харчової поведінки	Варіант місцеперебування (n = 4812)				Загалом (n = 4854)
		V1	V2	V3	V4	
1.	Відсутність або зниження апетиту	7,15	8,28	11,48	11,37	7,56
2.	Швидке насичення	6,70	11,26	13,11	17,54	7,89
3.	Насичення затримується	2,78	4,37	4,37	5,69	3,15
4.	Звуження переліку продуктів	7,95	10,34	10,93	18,96	8,74
5.	Підвищення апетиту	3,41	6,21	8,20	11,85	4,22
6.	Примхливість в їжі	18,53	24,83	28,96	31,28	20,05
7.	Нерозбірливість в їжі	3,66	3,22	2,73	5,69	3,71
8.	Неїстівні речі	0,60	1,84	2,19	0,00	0,74
9.	Відраза	15,17	19,08	17,49	20,38	15,80
10.	Незвична пристрасть	20,19	28,05	30,60	30,33	21,78
11.	Відмова від їжі в звичайний час	7,10	8,28	10,93	13,74	7,60
12.	Бажання споживати її в незвичний час	6,47	8,05	7,10	16,59	7,07
13.	Бажання постійно щось жувати, зросла частота перекусів	5,89	10,57	12,02	18,48	7,13
14.	Сомато-вегетативні прояви	2,01	3,45	4,92	4,27	2,35

Також нами зафіксована тривала зміна відношення дітей шкільного віку до певних харчових продуктів внаслідок військового стресу (рис. 7, 8).

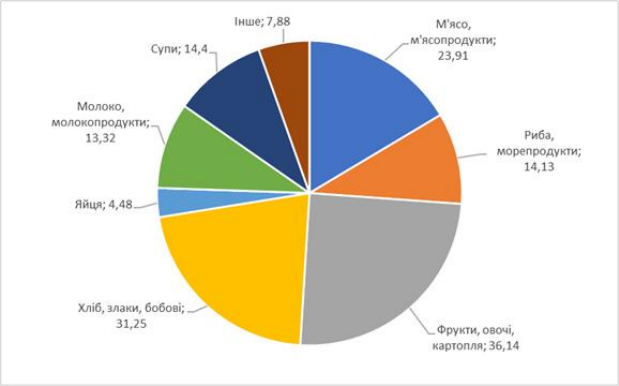


Рис. 7. Зміна відношення дітей шкільного віку до харчових продуктів у військовий період – формування відрази до певного продукту (15,16% в загальній досліджуваній групі, n = 4854)

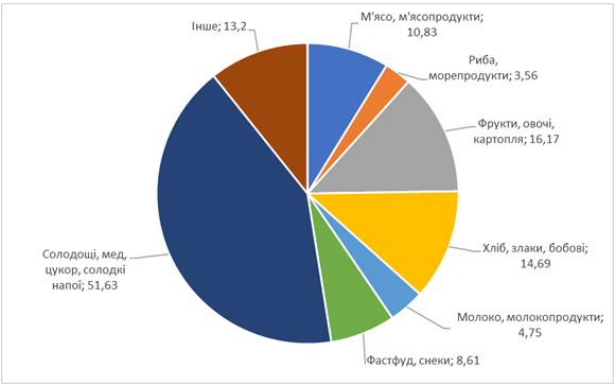


Рис. 8. Зміна відношення дітей шкільного віку до харчових продуктів у військовий період – формування пристрасті до певного продукту (13,89% в загальній досліджуваній групі, n = 4854)

Одним з найбільш ранніх та явних наслідків порушення харчування дітей внаслідок війни є зміна статури дитини, не пов'язана з віковими процесами росту та розвитку організму. За результатами нашого дослідження, у загальній досліджуваній групі зміни статури, що проявлялися схудненням або збільшенням маси тіла, були зафіксовані у 18,72% дітей. Залежно від місцеперебування частка дітей зі змінами статури могла сягати 34,60% (табл. 4).

Таблиця 4. Зміни статури дитини залежно від місцеперебування та в загальній досліджуваній групі, (%)

№ з/п	Зміна статури	Варіант місцеперебування, (n = 4812)				Загалом (n = 4854)
		V1	V2	V3	V4	
1.	Дитина схудла	7,47	12,87	14,75	17,06	8,63
2.	Дитина погладшала	9,20	14,48	11,48	17,54	10,09
3.	Змін немає	79, 69	69,43	67,76	59,24	77,60
4.	Не знаю	3,64	3,22	3,28	6,16	3,67

Зміна статури дитини, не пов'язана з віковими процесами росту та розвитку організму, може бути серйозним наслідком порушення харчування дітей та бути обумовленою не лише порушенням харчової поведінки, а різними аспектами доступності харчування. Для з'ясування саме ролі порушення харчової поведінки ми запитали батьків про ті причини, які, на їх думку, призвели до зміни статури дитини. Відповіді батьків розподілились наступним чином: зміна статури дитини обумовлена недоступністю харчування (нестачею їжі, відсутністю звичних харчових продуктів або харчування) – 24,20%, зміною апетиту – 26,36%, іншими змінами харчової поведінки – 31,02%, іншими причинами – 18,43%. Таким чином, на переконання батьків, зміни статури дитини, пов'язані з впливом війни, здебільшого обумовлені саме зміною апетиту та іншими порушеннями харчової поведінки.

При проведенні дослідження ми дотримувались припущення, що всі діти, незалежно від місця перебування, підпадали під дію стресового чинника. Проте інтенсивність і

характер стресового впливу в різних групах суттєво відрізнялись. Основними стресовими чинниками, пов'язаними з місцеперебуванням дитини відносно військових подій, були: перебування на окупованій території або в безпосередній близькості до бойових дій та внутрішнє переміщення або виїзд за кордон. Стресовими впливами факторами в цих випадках були переважно гострі травмуючи події: епізоди насильства, смерті, свідками або навіть жертвами яких могли бути діти, розлука з близькими, вимушений переїзд тощо. Діти, які постійно перебували на мирній території, також відчували високі рівні стресового впливу, але це був в першу чергу хронічний стрес, пов'язаний з інформаційним тиском, переживанням за рідних та близьких, страх перед можливими ракетними ударами та повітряними тривогами тощо. Визначені особливості місцеперебування дитини було проранжовано за інтенсивністю стресового впливу (табл. 5).

Таблиця 5 Зв'язок між місцеперебуванням дитини відносно бойових дій і поширеністю та тривалістю порушень харчової поведінки

№ з/п	Характеристика порушення харчової поведінки	критерій	значення	Достовірність (p)
1.	Насичення затримується	x^2	14,273	0,027
2.	Звуження переліку продуктів	x^2	20,928	0,002
3.	Підвищення апетиту	x^2	27,622	< 0,001
4.	Примхливість в їжі	rs	0,026	0,074
5.	Нерозбірливість в їжі	x^2	18,023	0,006
6.	Відмова від їжі в звичайний час	x^2	14,877	0,021
7.	Бажання постійно щось жувати, зросла частота перекусів	x^2	14,474	0,025
8.	Сомато-вегетативні прояви	x^2	11,007	0,088
9.	Інші порушення харчової поведінки	x^2	14,833	0,002
10.	Відраза до певного продукту	x^2	7,869	0,049
11.	Пристрасть до певного продукту	x^2	6,921	0,074
12.	Зміна статури дитини за час війни	x^2	17,818	0,037

Розрахунок з визначенням достовірності за допомогою коефіцієнту Спірмена (rs) та хі-квадрату Пірсона (χ^2) дозволив

встановити статистично значущий зв'язок між місцеперебуванням дитини та частотою і тривалістю більшості досліджуваних порушень харчової поведінки.

Відсутність такого зв'язку спостерігалась за аналізу порушень харчової поведінки, які з близькою високою частотою виявлялись в усіх групах дітей з різними особливостями перебування: відсутність або зниження апетиту, швидке насичення, відраза або пристрасть до їжі взагалі, бажання споживати їжу в незвичний час. Споживання неїстівних речей (крейди, землі тощо) як реакція на стрес, навпаки, реєструвалось достатньо рідко та не залежала від умов перебування дитини відносно військових подій.

Підводячи підсумки **здійснених вперше** в Україні **широкомасштабних епідеміологічних досліджень** харчової поведінки дітей в умовах війни, можна констатувати наступне. Отримані дані є важливими для розуміння того, як військовий стрес впливає на харчову поведінку дітей та які фактори можуть призводити до порушення харчування. Результати роботи мають важливе соціальне значення для України та інших держав, де відбуваються військові конфлікти, оскільки спрямоване на вирішення психологічних та медичних наслідків війни.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що порушення харчової поведінки дітей є широко розповсюдженою реакцією на стрес, обумовлений військовими подіями.
2. Визначено найбільш часті стресові реакції (порушення емоційного стану, розлади сну, уваги, зниження здатності до навчання тощо) та їх вплив на харчову поведінку дітей шкільного віку.
3. Встановлено статистично значущий зв'язок визначених порушень харчової поведінки з місцеперебуванням дитини відносно військових подій.
4. Виявлено, що стресові впливи на харчову поведінку дитини та коливання її статури залежать від її місцезнаходження

відносно військових дій і лише 24,20% випадків пов'язані з недостатньою доступністю харчування.

5. Зафіксовано, що більшість порушень харчової поведінки (53,85%) були короткочасними та обумовленими гострою реакцією дитини на стрес, емоційним переживанням дитиною певних подій.
6. Встановлено, що тривалість порушень харчової поведінки внаслідок військового стресу є ключовим фактором для оцінки їх впливу на здоров'я дитини. Тривалі порушення (43,15%) можуть вести до формування нездорових харчових звичок та є прогностичним чинником низки патологічних станів та розвитку хронічних неінфекційних захворювань в подальшому.

Викладені вище напрацювання оприлюднені в профільних наукових періодичних виданнях категорії А та Б. Результати дослідження увійшли в матеріали захищеної О.Д. Петренко дисертації на звання доктора медичних наук [https://health.gov.ua/activity/specialized-academic-council/announcements-of-thesis-defence/].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. UNICEF. War in Ukraine pushes generation of children to the brink, warns UNICEF. 21 February 2023. URL: https://www.unicef.org/press-releases/war-ukraine-pushes-generation-children-brink-warns-unicef (дата звернення: 12.08.2026).
2. Діти і війна: монографія / В. Л. Зливков та ін. Київ; Ніжин: Видавець ПП Лисенко М. М., 2023. 221 с. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/ulib/item/ukr0000027177 (дата звернення: 12.08.2026).
3. UN News. 'Grim milestone' as Ukraine war reaches 500-day mark. 7 July 2023. URL: https://news.un.org/en/story/2023/07/1138442 (дата звернення: 12.08.2026).

4. UNHCR. Ukraine situation: Flash Update #51. 21 July 2023. URL: https://data.unhcr.org/en/documents/details/102155 (дата звернення: 12.08.2026).
5. United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. Ukraine: Humanitarian Response Plan, February 2023. United Nations, 2023. 180 p. URL: https://www.unocha.org/publications/report/ukraine/ukraine-humanitarian-response-plan-february-2023-enuk (дата звернення: 12.08.2026).
6. Children's prolonged exposure to the toxic stress of war trauma in the Middle East / M. Samara et al. BMJ. 2020. Vol. 371. Article m3155. DOI: https://doi.org/10.1136/bmj.m3155.
7. Impact of war and forced displacement on children's mental health: multilevel, needs-oriented, and trauma-informed approaches / D. Bürgin et al. European Child & Adolescent Psychiatry. 2022. Vol. 31. No. 6. P. 845–853. DOI: https://doi.org/10.1007/s00787-022-01974-z.
8. Борщ К. К. Особливості прояву стресу серед дітей в умовах війни. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Психологія. 2023. Вип. 1. С. 47–51. DOI: https://doi.org/10.32782/psy-visnyk/2023.1.9.
9. The prevalence of mental illness in refugees and asylum seekers: a systematic review and meta-analysis / R. Blackmore et al. PLOS Medicine. 2020. Vol. 17. No. 9. Article e1003337. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003337.
10. Longitudinal association between child stress and lifestyle / N. Michels et al. Health Psychology. 2015. Vol. 34. No. 1. P. 40–50. DOI: https://doi.org/10.1037/hea0000108.
11. Stress and eating behaviors in children and adolescents: systematic review and meta-analysis / D. C. Hill et al. Appetite. 2018. Vol. 123. P. 14–22. DOI: https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.11.109.
12. Coping in adolescents: a mediator between stress and disordered eating / K. A. Henderson et al. Eating Behaviors. 2022. Vol. 47. Article 101626. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2022.101626.

13. Disordered eating behaviors and sleep disturbances / S. Carvalho Bos et al. Eating Behaviors. 2013. Vol. 14. No. 2. P. 192–198. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2013.01.012.
14. Effects of emotional symptoms and life stress on eating behaviors among adolescents / F. Hou et al. Appetite. 2013. Vol. 68. P. 63–68. DOI: https://doi.org/10.1016/j.appet.2013.04.010.
15. War stress may be another risk factor for eating disorders in civilians: a study in Lebanese university students / A. Aoun et al. General Hospital Psychiatry. 2013. Vol. 35. No. 4. P. 393–397. DOI: https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2013.02.007.
16. Lytvynenko O., König L. M. Investigation of Ukrainian refugees' eating behavior, food intake, and psychological distress: study protocol and baseline data. Applied Psychology: Health and Well-Being. 2024. Vol. 16. No. 3. P. 923–943. DOI: https://doi.org/10.1111/aphw.12477.
17. Савелюк Н. Переживання стресу в умовах війни: досвід українського студентства. Психологія: реальність і перспективи. 2022. Вип. 18. С. 141–152. DOI: https://doi.org/10.35619/praprv.v1i18.282.
18. Parental deployment and distress, and adolescent disordered eating in prevention-seeking military dependents / M. K. Higgins Neyland et al. International Journal of Eating Disorders. 2020. Vol. 53. No. 2. P. 201–209. DOI: https://doi.org/10.1002/eat.23180.
19. Adolescent eating disorders predict psychiatric, high-risk behaviors and weight outcomes in young adulthood / N. Micali et al. Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry. 2015. Vol. 54. No. 8. P. 652–659.e1. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jaac.2015.05.009.
20. Alagappan M., Rampal L., Mohd Sharif Z. Prevalence of overweight/obesity and its associated factors among secondary school students in semi urban area in Malaysia. Medical Journal of Malaysia. 2019. Vol. 74. No. 6. P. 513–520. URL: https://e-mjm.org/2019/v74n6/obesity.pdf (дата звернення: 12.08.2026).

21. Wilson S. M., Sato A. F. Stress and paediatric obesity: what we know and where to go. Stress and Health. 2014. Vol. 30. No. 2. P. 91–102. DOI: https://doi.org/10.1002/smi.2501.
22. Saxe G. N. Child Stress Disorders Checklist (CSDC), v. 4.0-11/01. National Child Traumatic Stress Network; Department of Child and Adolescent Psychiatry, Boston University School of Medicine, 2001. URL: https://www.nctsn.org/sites/default/files/resources/child_stress_disorders_checklist.pdf (дата звернення: 12.08.2026).
23. Achenbach T. M. Child Behavior Checklist for Ages 6–18 (CBCL/6–18): sample copy. ASEBA, University of Vermont. URL: https://aseba.org/wp-content/uploads/CBCL_6-18_201-sample-copy-watermark-1.pdf (дата звернення: 12.08.2026).
24. American Psychological Association. Child Feeding Questionnaire (CFQ). URL: https://www.apa.org/obesity-guideline/child-feeding-questionaire.pdf (дата звернення: 12.08.2026).
25. PhenX Toolkit. Child Eating Behavior Questionnaire (CEBQ). Protocol ID 650301. URL: https://www.phenxtoolkit.org/protocols/view/650301 (дата звернення: 12.08.2026).

РОЗРОБКА ПІДХОДІВ ТА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ПІДТРИМКИ Й ПОКРАЩЕННЯ ПСИХОФІЗИЧНОГО СТАНУ НАСЕЛЕННЯ У ВОЄННИЙ ТА ПОВОЄННИЙ ПЕРІОДИ ШЛЯХОМ ЗБАГАЧЕННЯ ОРГАНІЗМУ НЕОБХІДНИМИ НУТРІЄНТАМИ

Кузнецова О.М., Мелешко Р.А., Очеретяна Н.М., Нємчінова І.В., Савіна Н.О., Білозір А.І., Діденко І.А., Чабан О.В.

Державна науково-дослідна лабораторія з контролю якості лікарських засобів

Збереження здоров'я для повноцінного життя громадян є одним з найважливіших завдань сучасної медицини, особливо в умовах воєнного стану. Державна науково-дослідна лабораторія з контролю якості лікарських засобів ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва Національної академії медичних наук України» була створена в 1996 році. Лабораторія протягом всього періоду існування займалась науково-дослідною діяльністю, яка стосувалась важливих питань, пов'язаних з лікарськими препаратами, косметичними засобами та дієтичними добавками.

Основними напрямками наукової діяльності лабораторії є:

- вивчення та оцінка відповідності лікарських засобів за направленнями державних органів (МОЗ, СБУ, ін.);
- розробка та верифікація методів оцінки відповідності та перевірка їх відтворюваності під час реєстрації / перереєстрації лікарських засобів;
- вивчення та оцінка відповідності різних видів продукції під час вивчення стабільності;
- виконання арбітражних випробувань за методами, які входять до галузі атестації/сфери акредитації лабораторії;
- вивчення та оцінка відповідності дезінфекційних засобів і підготовка Звітів з якості (ефективності) дезінфекційного засобу для потреб державної реєстрації дезінфекційних засобів;

• вивчення та оцінка відповідності дієтичних добавок, виробів медичного призначення, косметичних засобів тощо;

• участь у підготовці пропозицій із розробки проєктів нормативних актів стосовно питань здійснення державного контролю якості лікарських засобів, дієтичних добавок, косметичних засобів.

Протягом останніх років лабораторія займалась розробкою науково обґрунтованих підходів та рекомендацій щодо підтримки та покращення психоемоційного і фізичного стану військовослужбовців і цивільного населення в умовах воєнного стану та на етапі післявоєнного відновлення країни шляхом збагачення організму необхідними нутрієнтами.

Проблема захисту здоров'я населення надзвичайно загострилася після початку повномасштабної війни Росії проти України. Такі чинники, як участь у бойових діях або перебування в прифронтовій зоні з постійними ракетними та артилерійськими обстрілами, бомбовими ударами, перебування в окупації, значно підвищують уразливість наших співгромадян до психосоціального стресу, сприяють поширенню психічних розладів, як-от депресія, тривога, постстресові розлади тощо. Статистика Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) свідчить, що через збройні конфлікти в світі близько 10% людей, які пережили означені події, у подальшому матимуть серйозні проблеми із психічним здоров'ям [1].

За оцінками міжнародного дослідження [2], що узгоджується з оцінками МОЗ, психологічні наслідки війни (зокрема, посттравматичний стресовий розлад) позначатимуться на психічному стані українців щонайменше 7–10 років. Потенційний ризик захворіти внаслідок війни на такі психічні розлади, як депресія і посттравматичний стрес, мають понад 8,5 млн українців, якщо виходити з того, що під час війни та надзвичайних ситуацій страждає кожен п'ятий [2].

З кожним днем кількість людей, які відчуватимуть наслідки війни для свого психічного здоров'я, зростатиме. Навіть тих, хто зміг стійко перенести перші місяці війни, чекає ментальне

виснаження, адже звикання до постійного перебування в умовах війни також може мати негативний вплив на психічне здоров'я. За нашими попередніми прогнозами на даний момент війни, надалі психологічної підтримки буде потребувати близько 15 млн українців, з них близько 3–4 млн потрібно буде призначати «медикаментозне лікування», – сказав міністр охорони здоров'я В. Ляшко, представляючи результати проведеного експрес-аудиту послуг для охорони психічного здоров'я, які надаються органами державної влади [3].

Війна в Україні створює величезний вплив на психічне благополуччя, а оскільки воєнний конфлікт триває, то поширеність проблем з психічним здоров'ям зростатиме, а психічні травми, спричинені війною, поглиблюватимуться. Дослідження показують, що психологічної допомоги потребують не менш як 60% українців, які часто скаржаться на фізичне виснаження, проблеми зі сном, диханням та концентрацією уваги [4].

Саме в цей час на допомогу має прийти застосування дієтичних добавок населенням нашої країни. Дієтичні добавки (ДД) привертають широку увагу в усьому світі, оскільки вони вважаються кориснішими за синтетичні фармацевтичні сполуки з меншою кількістю побічних ефектів. На відміну від звичайних ліків, що відпускаються за рецептом, ДД легко доступні для широкої громадськості.

Відомо, що регулярно споживають ДД 90% мешканців Японії, 80% – США, 60% – Німеччини і Франції. Населення Японії почало використовувати дієтичні добавки більше 50 років тому, США – більше 20 років тому. Широкому використанню їх у США спонукало прийняття в 1994 році Конгресом документа про дієтичні добавки [7–9]. У США в 1980-і роки дієтичні добавки у вигляді вітамінів, мінералів та інших компонентів споживали 36% чоловіків і 48% жінок. Ця тенденція простежувалася й надалі завдяки дії документа «Оздоровчий і просвітницький акт про дієтичні добавки 1994 р.», який визначає політику щодо цих засобів і сьогодні. Усі дієтичні добавки вважаються безпечними,

доки FDA не визнає небезпеку за час їх інтенсивного споживання населенням. Поверхнева оцінка безпечності дієтичних добавок призвела до того, що кількість їхніх найменувань протягом останніх 15 років збільшилася з 4000 до 55 000, а об'єм щорічних продажів – до 32 млрд доларів [10–11].

За оцінками вчених, до 70% захворювань прямо чи опосередковано можна пов'язати з дією стресу [12]. Негативні наслідки підвищеного рівня кортизолу – гормону стресу – впливають на загострення ревматичних хвороб, ослаблення імунітету, ламкістю кісток, зниженням продукції тестостерону, порушенням жирового обміну. Крім того, стресові фактори посилюють болючі відчуття, викликають загострення захворювань. Під час війни збільшується кількість травм та мікротравм, що є причиною болю. Також спричиняє розвиток больового синдрому надмірні фізичні навантаження або відсутність адекватної фізичної активності, дія факторів холоду, підвищеної вологості, вогкості тощо, переривання лікування та збільшення поширеності депресивних та тривожних розладів.

Наразі часто трапляються випадки, коли необхідно приймати додаткові джерела вітамінних комплексів, макро- та мікроелементів, натуральні рослинні екстракти та інше. ДД використовуються з метою оздоровлення, відновлення після хвороби, недопущення симптомів різної патології, а також для отримання добової норми необхідних біологічно активних речовин, наприклад, вітамінів чи мінералів. При правильному та раціональному використанні ДД будуть корисними і допоможуть впоратись з неприємними симптомами та прискорять відновлення після хвороби. Як зазначають автори Baker B. та ін., ефективність дієтичних добавок у підтримці фізичної та/або когнітивної працездатності цікавить військових. Нещодавно було заявлено, що родіола рожева, довголанцюгові омега-3 жирні кислоти (LC омега-3), буряковий сік, аргінін і бета-аланін покращують когнітивну та/або фізичну працездатність, якщо їх приймати як ДД [5].

Дієтичні добавки, до складу яких входить мелатонін, часто використовують цивільне населення та військові різних країн світу. У майбутньому це може стати дуже перспективним напрямком дослідження. Потужна антиоксидантна та протизапальна дія мелатоніну – це ті властивості, які роблять його дуже корисним для військовослужбовців та населення. Військові працюють у складних і часто небезпечних умовах, і вони повинні якнайшвидше діяти та відновлюватися. Мелатонін може зіграти потенційну роль у процесах підвищення працездатності та відновлення [6].

Аналіз наукових публікацій довів актуальність НДР, яка виконувалась, та її велике значення для збереження здоров'я населення. В результаті виконання теми були розроблені підходи та рекомендації щодо підтримки та покращення психоемоційного і фізичного стану військовослужбовців і цивільного населення в умовах воєнного стану.

Мета. Основною метою роботи були розробка рекомендацій щодо підтримки та покращення психоемоційного і фізичного стану військовослужбовців і цивільного населення в умовах воєнного стану та на етапі післявоєнного відновлення країни.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження були виконані за допомогою бібліографічного (аналіз наукової інформації), соціологічного (анкетне опитування населення) та медико-статистичних методів (дескриптивна статистика, виявлення взаємозв'язків).

В рамках виконання наукової роботи проводився аналіз психоемоційного та фізичного стану населення України в умовах воєнного стану та досліджено вплив застосування ДД на цей стан. Аналізування здійснювалось шляхом анкетування серед двох груп респондентів – цивільних і військовослужбовців. До анкетування залучались військовослужбовці як з підрозділів територіальної оборони, так і військовослужбовці з зони бойових дій, які в період анкетування перебували у військовому шпиталі, а також військові в період реабілітації після поранень. Для всіх

опитуваних використовувалась однакова анкета. В анкетуванні прийняли участь 582 респонденти віком старше 18 років. Для аналізування результатів було використано 574 анкети, 8 анкет було відкинуті через те, що вони не містили необхідні відповіді для можливості їх класифікації. На даний етап роботи було отримане позитивне рішення комісії з біоетики. Статистичний аналіз був виконаний з використанням стандартного програмного забезпечення Microsoft Excel 2007 та STATISTICA 8.0. portable.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для загальної більшості українців війна стала найважчим випробуванням у житті, яке в тій чи іншій мірі змінило кожного. З кожним днем кількість людей, які відчуватимуть наслідки війни для свого психічного здоров'я, зростатиме. На тимчасово окупованих територіях російські військові обмежують доступ громадян до життєво необхідних ліків, відмовляють у медичному обслуговуванні. Крім того, окупанти блокують гуманітарні коридори та конвої, які могли б доставити ліки та гуманітарні вантажі на ці території. Жителі окупованих територій не мають змоги отримувати повноцінне збалансоване харчування. Саме тому ринок дієтичних добавок має допомогти фармацевтичному ринку. Безумовно, війна не могла не вплинути на пріоритетність застосування різних типів дієтичних добавок та необхідність їх споживання цивільним та військовим населенням. Насамперед необхідно було окремо розглянути потреби різних верств та можливості логістики щодо забезпечення дієтичними добавками. Залежно від отриманих даних необхідно було рекомендувати до застосування добавки, що містять необхідні компоненти відповідно до потреб населення, терміново розширити список компонентів, які можуть входити до складу дієтичних добавок та зміцнити організм наших співвітчизників до впливу шкідливих факторів.

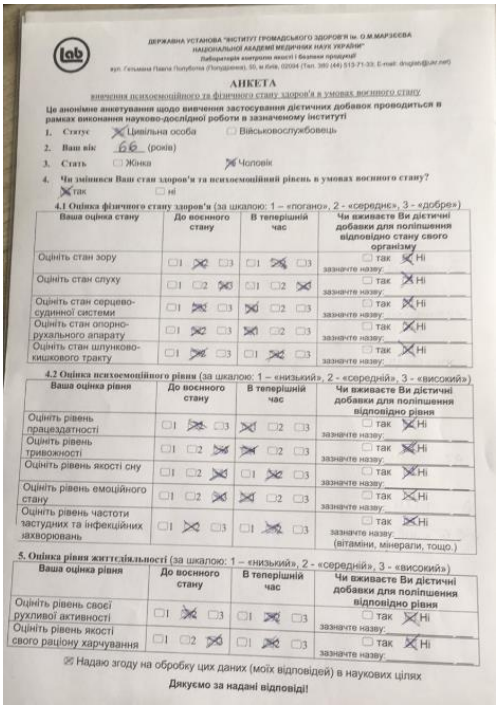
Аналіз фізичного та психоемоційного стану населення в умовах війни був зроблений з метою визначення загального стану населення та визначення способів його підтримування під час

військових дій і повоєнного відновлення України. В лабораторії було розроблено анкету вивчення психоемоційного та фізичного стану здоров'я в умовах воєнного стану. Аналізування здійснювалось шляхом анкетного опитування двох груп респондентів. Перша група – цивільні громадяни, друга – військовослужбовці. До анкетування залучались військовослужбовці як з підрозділів територіальної оборони, так і військовослужбовці з зони бойових дій, які в період анкетування перебували у військовому шпиталі, а також військові в період реабілітації після поранень. В анкетуванні прийняли участь 582 респонденти віком старше 18 років. Для аналізування результатів було використано 574 анкети, 8 анкет було відкинуті через те, що вони не містили необхідні відповіді для можливості їх класифікації. Оцінка стану респондентів проводилась у розрізі дванадцяти параметрів, які групувались у три категорії (табл. 1). Завданням опитування було підтвердити погіршення психоемоційного та фізичного стану населення України в умовах воєнного стану та встановити можливий позитивний вплив (а саме менше погіршення стану) при вживанні ДД.

Таблиця 1 Оцінка стану респондентів

Категорія	Параметр
Оцінка фізичного стану здоров'я	Стан зору Стан слуху Стан серцево-судинної системи Стан опорно-рухового апарату Стан шлунково-кишкового тракту
Оцінка психоемоційного рівня	Рівень працездатності Рівень тривожності Рівень якості сну Рівень емоційного стану Рівень частоти застудних та інфекційних захворювань
Оцінка рівня життєдіяльності	Рівень рухливої активності Рівень якості раціону харчування

Приклад анкети наведений на рис. 1.



ДЕРЖАВНА УСТАНОВА "ІНСТИТУТ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я ім. О.М.МАРЗЄЄВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ"

Лабораторія контролю якості і безпеки продукції

вул. Гетьмана Павла Полуботка (Погодинська), 55, м.Київ, 03094 (Тел. 380 (44) 515-71-33; E-mail: druglab@ukr.net)

АНКЕТА

визначення психоемоційного та фізичного стану здоров'я в умовах воєнного стану

Це анонімне анкетування щодо вивчення застосування дієтичних добавок проводиться в рамках виконання науково-дослідної роботи в зазначеному інституті

1. **Статус** ☒ Цивільна особа ☐ Військовослужбовець
2. **Ваш вік** 66 (років)
3. **Стать** ☐ Жінка ☒ Чоловік
4. **Чи змінився Ваш стан здоров'я та психоемоційний рівень в умовах воєнного стану?** ☒ так ☐ ні

4.1 Оцінка фізичного стану здоров'я (за шкалою: 1 – «погано», 2 - «середнє», 3 - «добре»)

Ваша оцінка стану	До воєнного стану	В теперішній час	Чи вживаєте Ви дієтичні добавки для поліпшення відповідно стану свого організму
Оцініть стан зору	☐1 ☒2 ☐3	☐1 ☒2 ☐3	☐ так ☒ Ні зазначте назву:
Оцініть стан слуху	☐1 ☐2 ☒3	☐1 ☐2 ☒3	☐ так ☒ Ні зазначте назву:
Оцініть стан серцево-судинної системи	☐1 ☒2 ☐3	☒1 ☐2 ☐3	☐ так ☒ Ні зазначте назву:
Оцініть стан опорно-рухального апарату	☐1 ☒2 ☐3	☒1 ☐2 ☐3	☐ так ☒ Ні зазначте назву:
Оцініть стан шлунково-кишкового тракту	☐1 ☒2 ☐3	☐1 ☒2 ☐3	☐ так ☒ Ні зазначте назву:

4.2 Оцінка психоемоційного рівня (за шкалою: 1 – «низький», 2 - «середній», 3 - «високий»)

Ваша оцінка рівня	До воєнного стану	В теперішній час	Чи вживаєте Ви дієтичні добавки для поліпшення відповідно рівня
Оцініть рівень працездатності	☐1 ☒2 ☐3	☒1 ☐2 ☐3	☐ так ☒ Ні зазначте назву:
Оцініть рівень тривожності	☐1 ☐2 ☒3	☒1 ☐2 ☐3	☐ так ☒ Ні зазначте назву:
Оцініть рівень якості сну	☐1 ☐2 ☒3	☐1 ☒2 ☐3	☐ так ☒ Ні зазначте назву:
Оцініть рівень емоційного стану	☐1 ☐2 ☒3	☒1 ☐2 ☐3	☐ так ☒ Ні зазначте назву:
Оцініть рівень частоти застудних та інфекційних захворювань	☐1 ☒2 ☐3	☐1 ☒2 ☐3	☐ так ☒ Ні зазначте назву: (вітаміни, мінерали, тощо.)

5. Оцінка рівня життєдіяльності (за шкалою: 1 – «низький», 2 - «середній», 3 - «високий»)

Ваша оцінка рівня	До воєнного стану	В теперішній час	Чи вживаєте Ви дієтичні добавки для поліпшення відповідно рівня
Оцініть рівень своєї рухливої активності	☐1 ☒2 ☐3	☐1 ☒2 ☐3	☐ так ☒ Ні зазначте назву:
Оцініть рівень якості свого раціону харчування	☐1 ☐2 ☒3	☐1 ☒2 ☐3	☐ так ☒ Ні зазначте назву:

☒ Надаю згоду на обробку цих даних (моїх відповідей) в наукових цілях

Дякуємо за надані відповіді!

Рис. 1. Анкета визначення психоемоційного та фізичного стану здоров'я в умовах воєнного стану

Розподіл анкет за «Статусом» та «Статтю» наведено в табл. 2.

Таблиця 2 Розподіл анкет за «Статусом» та «Статтю»

	Жінки	Чоловіки	Разом
Цивільна особа	242	106	348
Військовослужбовець	115	111	226
Разом	357	217	574

Результати щодо розподілу анкетованих осіб за віковими групами наведені на рис. 2.

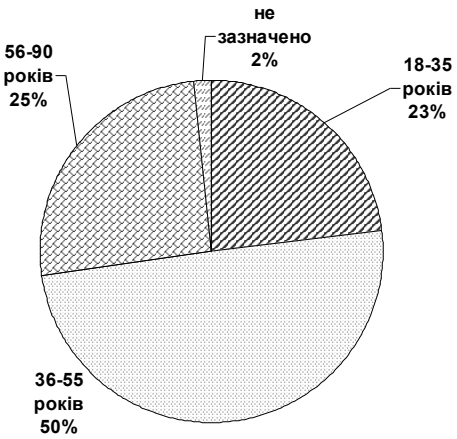


Рис. 2. Розподіл анкетованих осіб за віковими групами

Результати розподілу відповідей стосовно оцінки психоемоційного та фізичного стану до військового стану та під час війни наведені в табл. 3, 4, 5. Слід зазначити, що частина анкет не містила відповідей на деякі питання, що враховано при обробці.

Таблиця 3 Результати оцінки фізичного стану здоров'я

Параметр оцінки фізичного стану здоров'я	До військового стану			Під час війни		
	погано	середньо	добре	погано	середньо	добре
Стан зору	37	309	228	90	316	167
Стан слуху	26	161	387	42	192	340
Стан серцево-судинної системи	28	267	276	76	307	188
Стан опорно-рухового апарату	33	264	272	91	275	202
Стан шлунково-кишкового тракту	25	265	280	53	293	222

Таблиця 4 Результати оцінки психоемоційного рівня

Параметр оцінки психоемоційного рівня	До військового стану			Під час війни		
	низький	середній	високий	низький	середній	високий
Рівень працездатності	25	199	345	68	284	216
Рівень тривожності	175	242	152	99	275	195
Рівень якості сну	45	257	266	177	282	107
Рівень емоційного стану	44	273	252	123	318	128
Рівень частоти застудних та інфекційних захворювань	133	268	168	112	305	151

Таблиця 5 Результати оцінки рівня життєдіяльності

Параметр оцінки рівня життєдіяльності	До військового стану			В теперішній час		
	низький	середній	високий	низький	середній	високий
Рівень рухливої активності	35	243	293	78	286	205
Рівень якості раціону харчування	18	238	316	48	296	228

При подальшому аналізі відповідей щодо «погіршення» або «поліпшення» стану враховувалось, що два параметри «Рівень тривожності» та «Рівень частоти застудних та інфекційних захворювань» є інверсійними. Тобто для всіх параметрів, якщо оцінка була «високий», а стала «низький», то це «погіршення», а для рівня тривожності або рівня частоти застудних та інфекційних захворювань «погіршення» – це коли оцінка була «низький» та стала «високий».

Відповіді для всіх параметрів оцінки були переведені в рангову шкалу. Для параметрів «Рівень тривожності» та «Рівень частоти застудних та інфекційних захворювань»:

- 1 –»високий»;
- 2 –»середній»;
- 3 –»низький»;

для всіх інших параметрів:

- 1 – «погано» або «низький»;
- 2 – «середньо» або «середній»;
- 3 – «добре» або «високий».

Для кожного з параметрів оцінки психоемоційного та фізичного стану були порівняно переведені в рангову шкалу відповіді анкетованих до військового стану та в теперішній час. За критерієм Ст'юдента ($p < 0,01$) було підтверджено, що для всіх параметрів, крім «Рівень частоти застудних та інфекційних захворювань», оцінка достовірно змінилась і погіршилась.

Для параметра «Рівень частоти застудних та інфекційних захворювань» зміна оцінки достовірно не була виявлена.

Далі для кожної відповіді, переведеної в рангову шкалу, для кожного з параметрів було визначено показник «зміна» шляхом порівняння оцінок до військового стану та під час війни, дані наведено в табл. 6.

Таблиця 6 Визначення показника «зміна» для кожного з параметрів шляхом порівняння оцінок до військового стану та під час війни

До військового стану	Під час війни	Показник «зміна»	Оцінка параметру
3	1	-2	«погіршення»
2	1	-1	
3	2		
1	1	0	«без змін»
2	2		
3	3		
1	2	1	«поліпшення»
2	3		
1	3	2	

Якщо показник «зміна» був «-1» або «-2», то така оцінка вважалась «погіршення» параметру. Якщо «1» або «2», то «поліпшення» параметру. Якщо «0» - то «без змін». Таким чином, «погіршенням» параметру вважається, коли оцінка до військового стану була вища за теперішню оцінку.

Результати розподілу відповідей анкетованих щодо зміни оцінок параметрів наведені в табл. 7.

Таблиця 7 Результати розподілу відповідей анкетованих щодо зміни оцінок параметрів

№	Параметр оцінки	Поліпшення	Погіршення	Без зміни
1	Стан зору	25	133	416
2	Стан слуху	9	64	501
3	Стан серцево-судинної системи	20	148	406
4	Стан опорно-рухового апарату	15	124	435
5	Стан шлунково-кишкового тракту	16	95	463
6	Рівень працездатності	38	179	357
7	Рівень тривожності	138	206	230
8	Рівень якості сну	42	266	266
9	Рівень емоційного стану	63	222	289
10	Рівень частоти застудних та інфекційних захворювань	74	75	425
11	Рівень рухливої активності	32	136	406
12	Рівень якості раціону харчування	17	122	435

Використовуючи показник «зміна», було обчислено додатковий параметр «інтегральний показник зміни» для оцінки психоемоційного та фізичного стану шляхом математичної суми всіх дванадцяти параметрів оцінки. Таким чином, для кожної анкети було визначено інтегральну оцінку стану у вигляді шкали від -24 до 24. Якщо інтегральна оцінка була від -24 до -1, то така

оцінка вважалась «погіршення». Якщо від 1 до 24, то «поліпшення». Якщо «0», то «без змін».

Таких респондентів з «погіршенням» оцінки було разом 340, з них 207 цивільних осіб і 133 військовослужбовці. Далі саме для цієї підгрупи було проведено аналіз щодо встановлення впливу вживання ДД на оцінку інтегрального показника (виявлення меншого погіршення).

За критерієм Ст'юдента ($p = 0,006$) було виявлено суттєвий зв'язок, що для військовослужбовців, які вживають ДД, погіршення інтегральної оцінки стану достовірно менше, ніж серед тих, хто не вживає. Серед цивільних осіб такого зв'язку між вживанням ДД та зменшенням погіршення інтегральної оцінки стану достовірно не виявлено.

Виявлений зв'язок серед військовослужбовців між вживанням ДД та меншим погіршенням психоемоційного та фізичного стану в умовах воєнного стану можна пояснити тим, що якщо ДД вживають «відносно здорові» люди (а військовослужбовці приблизно однаково здорові), то загальний стан їхнього здоров'я та самопочуття може поліпшуватись.

Неможливість виявлення цього зв'язку серед цивільного населення ймовірно обумовлено тим, що переважно ДД починаються вживати «відносно нездорові» люди, які хочуть не просто щось «трошки поліпшити» в своєму стані, а і щось «підлікувати». Але ж ДД – це не лікарський засіб, і відповідно, особливого лікувального ефекту дати не може. З іншого боку, «відносно здорові» цивільні особи в більшості ДД не вживають. Таким чином, не відокремивши аналізування «відносно здорових» від «відносно нездорових» було складно виявити менше погіршенням психоемоційного та фізичного стану в умовах воєнного стану серед цивільного населення.

Вживання ДД (хоча б для корекції одного із параметрів оцінки стану) відмітили 146 респондентів, що складає 28,6% від всіх анкетованих осіб. В табл. 8 наведені результати відповідей щодо вживання ДД відповідно до різних параметрах стану.

Таблиця 8 Результати відповідей щодо вживання ДД респондентами

№	Параметр оцінки	Вживання ДД	
		Так	Ні
1	Стан зору (розподіл відповідей у %)	54 (9,4%)	520 (90,6%)
2	Стан слуху (розподіл відповідей у %)	18 (3,1%)	556 (96,9%)
3	Стан серцево-судинної системи (розподіл відповідей у %)	54 (9,4%)	520 (90,6%)
4	Стан опорно-рухового апарату (розподіл відповідей у %)	59 (10,3%)	515 (89,7%)
5	Стан шлунково-кишкового тракту (розподіл відповідей у %)	32 (5,6%)	542 (94,4%)
6	Рівень працездатності (розподіл відповідей у %)	37 (6,4%)	537 (93,6%)
7	Рівень тривожності (розподіл відповідей у %)	45 (7,8%)	529 (92,2%)
8	Якість сну (розподіл відповідей у %)	39 (6,8%)	535 (93,2%)
9	Рівень емоційного стану (розподіл відповідей у %)	40 (7,0%)	534 (93,0%)
10	Рівень частоти застудних та інфекційних захворювань (розподіл відповідей у %)	68 (11,8%)	506 (88,2%)
11	Рівень рухливої активності (розподіл відповідей у %)	28 (4,9%)	546 (95,1%)
12	Рівень якості раціону харчування	30	544

Виявлено, що для військовослужбовців, які вживають ДД, погіршення психоемоційного та фізичного стану (порівняння інтегральних оцінок до воєнного стану та під час війни) достовірно менше, ніж серед тих, хто не вживає.

За результатами опитування встановлено, що більшість опитуваних для підвищення рівня емоційного стану та покращення якості сну вживали мелатонін.

Відомо, що ДД з мелатоніном часто використовують військові різних країн світу. Це питання детально розглянуто в огляді публікацій, в якому подано обґрунтування використання мелатоніну військовослужбовцями. Це спосіб, який все частіше використовується для боротьби зі зростаючими психофізичними навантаженнями. У цьому контексті мелатонін є повним рецептором мелатоніну 1 (пікомолярна спорідненість зв'язування) і рецептора мелатоніну 2 (наномолярна спорідненість зв'язування), має потенційну профілактичну та терапевтичну роль у підтримці оперативної ефективності військового персоналу. Особливо в умовах бою, час до лікування після поранення часто є серйозною проблемою, оскільки поранені можуть не мати негайного доступу до медичної допомоги. Будь-який препарат, який допоможе стабілізувати стан пораненого, особливо якщо його можна вводити негайно (наприклад, перорально) і має дуже високий профіль безпеки в широкому діапазоні доз (як це має мелатонін), буде важливим аспектом для зниження захворюваності і смертності. Мелатонін також може відігравати важливу роль у синхронізації коливань нейро-кардіо-респіраторних систем і завдяки своїй епігенетичній дії створює можливість відновлення основних коливальних хвиль серцево-судинної системи, таких як хвиля Майєра та RSA (дихальна синусова аритмія), які в фізіологічних умовах призводять до коливань серцебиття синхронно з диханням. У майбутньому це може стати дуже перспективним напрямком дослідження. Потужна антиоксидантна та протизапальна дія мелатоніну є тими якостями, які, на думку авторів, роблять його дуже корисним для військовослужбовців. Військові працюють у складних і часто небезпечних умовах, і вони повинні якнайшвидше діяти та відновлюватися. Мелатонін може зіграти потенційну роль у процесах підвищення працездатності та відновлення [6]. Саме тому, враховуючи результати НДР, було рекомендовано додати мелатонін до переліку дозволених інгредієнтів в дієтичних добавках, адже застосування якісних та безпечних дієтичних добавок військовим та цивільним

населенням покращить загальний стан здоров'я населення та позитивно відіб'ється на збереженні здоров'я нації на етапі післявоєнного відновлення країни.

ВИСНОВКИ

Підтверджено, що в умовах воєнного стану психоемоційне та фізичне здоров'я населення України достовірно погіршилось (за критерієм Ст'юдента, $p < 0,01$). Для параметру «Рівень частоти застудних та інфекційних захворювань» зміна оцінки стану достовірно не підтверджена.

Виявлено, що для військовослужбовців, які вживають ДД, мали погіршення психоемоційного та фізичного стану (порівняння інтегральних оцінок до та після введення воєнного стану; за критерієм Ст'юдента ($p = 0,006$)) достовірно менше, ніж серед тих, хто не вживає.

Доведено, що мелатонін позитивно впливає на психоемоційний стан населення і саме тому в лабораторії проведені дослідження ДД, які містять мелатонін, розроблено швидку методику його кількісного контролю в ДД та рекомендовано внесення мелатоніну до переліку дозволених компонентів в ДД в певних обґрунтованих кількостях, оскільки населенню нашої країни на даному етапі це вкрай необхідно.

Розроблено рекомендації щодо способів підтримки та покращення стану здоров'я населення, зокрема створене наукове повідомлення «Вплив мелатоніну на психоемоційний стан військового та цивільного населення в умовах війни», яке пропонується для впровадження в практику роботи установ та організацій, діяльність яких пов'язана з обігом ДД (територіальні управління Держпродспоживслужби України, центри контролю та профілактики хвороб МОЗ України, митниці, підприємства та структури з реалізації такої продукції), а також науковців, лікарів та фармацевтів.

Результати роботи були висвітлені у доповідях на семінарах та конференціях, опубліковані у наукових статтях, використані Міністерством охорони здоров'я України у проєкті Закону

України «Про внесення змін до деяких законів України щодо удосконалення регулювання виробництва та обігу дієтичних добавок», оприлюдненого 24 січня 2024 року на сайті МОЗУ, прийнятого 05 грудня 2024 року та введеного в дію 27 вересня 2025 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. World Health Organization. World Health Organization: website. URL: https://www.who.int/ (дата звернення: 20.02.2023).
2. Charlson F., van Ommeren M., Flaxman A., Cornett J., Whiteford H., Saxena S. New WHO prevalence estimates of mental disorders in conflict settings: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet*. 2019. Vol. 394. No. 10194. P. 240–248. DOI: https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30934-1.
3. Міністерство охорони здоров'я України. Вплив війни на психічне здоров'я – колосальний, – Віктор Ляшко. 07.06.2022. URL: https://www.kmu.gov.ua/news/vpliv-vijni-na-psihichne-zdorovya-kolosalnij-viktor-lyashko (дата звернення: 19.06.2026).
4. Національний інститут стратегічних досліджень. Підтримка ментального здоров'я в часи війни. 27.06.2023. URL: https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/pidtrymka-mentalnoho-zdorovya-v-chasy-viyny (дата звернення: 19.06.2026).
5. Baker B., Forbes-Ewan C. Military Effectiveness of Five Dietary Supplements Purported to Aid Cognitive and Physical Performance. *Journal of Military and Veterans' Health*. 2017. Vol. 25. No. 2. P. 35–47.
6. Gancitano G., Reiter R. J. The Multiple Functions of Melatonin: Applications in the Military Setting. *Biomedicines*. 2023. Vol. 11. No. 1. Article 5. DOI: https://doi.org/10.3390/biomedicines11010005.
7. Вдовиченко В. І., Острогляд Т. В. Парадокси терапії біологічно активними, або дієтичними, добавками. *Раціональна фармакотерапія*. 2017. № 2 (43). С. 18–21.

8. Cohen P. A. The Supplement Paradox: Negligible Benefits, Robust Consumption. *JAMA*. 2016. Vol. 316. No. 14. P. 1453–1454. DOI: https://doi.org/10.1001/jama.2016.14252.
9. Kantor E. D., Rehm C. D., Du M., White E., Giovannucci E. L. Trends in Dietary Supplement Use Among US Adults From 1999–2012. *JAMA*. 2016. Vol. 316. No. 14. P. 1464–1474. DOI: https://doi.org/10.1001/jama.2016.14403.
10. Kuszak A. J., Hopp D. C., Williamson J. S., Betz J. M., Sorkin B. C. Approaches by the US National Institutes of Health to support rigorous scientific research on dietary supplements and natural products. *Drug Testing and Analysis*. 2016. Vol. 8. No. 3–4. P. 413–417. DOI: https://doi.org/10.1002/dta.1931.
11. Harel Z., Harel S., Wald R., Mamdani M., Bell C. M. The frequency and characteristics of dietary supplement recalls in the United States. *JAMA Internal Medicine*. 2013. Vol. 173. No. 10. P. 926–928. DOI: https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.379.
12. Актуальні питання фармацевтичної опіки хворих в умовах воєнного стану. *Аптека online*. 2022. № 16/17 (1337/1338). 11 липня. URL: https://www.apteka.ua/article/639528 (дата звернення: 19.06.2026).

ГІГІЄНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ, ПЕРЕДБАЧЕНИХ РЕФОРМОЮ ОСВІТИ «НОВА УКРАЇНСЬКА ШКОЛА» ТА ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ ПІДЛІТКІВ ПІД ЧАС ВОЄННОЇ АГРЕСІЇ ТА В ДОВОЄННИЙ ПЕРІОД

Платонова А.Г., Яцковська Н.Я., Шкарбан К.С., Зінов'єва Т.Ю., Баленко К.В., Старча Т.М., Сомов О.І.

Відділ безпеки життєдіяльності дитячого населення

Згідно з «Національною стратегією реформування системи охорони здоров'я в Україні на період 2015–2025 років», основною функцією держави у сфері профілактичної медицини і громадського здоров'я було розробка політики і стратегії в галузі профілактики неінфекційних хвороб, охорони і промоції здоров'я [1].

Станом на початок 2022 року в Україні функціонувало майже 15 тисяч навчальних закладів та майже 4,2 млн дітей були школярами. Літературні джерела вказують, що до початку війни [2, 3] впродовж перших 5-ти років навчання в 1,5 рази зростала частота порушень зору, в 2–3 рази порушень опорно-рухового апарату, в 1,5 рази – нервово-психічних розладів та на момент закінчення школи здоровими залишалось не більше 6% випускників.

Починаючи з квітня 2020 року через епідемію Covid-19 і дотепер через воєнну агресію Росії проти України дистанційна форма навчання стала єдиною формою отримання освіти. Для учня основним джерелом інформації стає віртуальне середовище с обов'язковим використанням електронних засобів навчання, гігієнічна регламентація використання котрих станом на 2022 рік була відсутня.

Фізичний розвиток є одним з головних критеріїв здоров'я дітей і підлітків, визначає основні показники здоров'я даного покоління в старшому віці, включаючи потенціальне довголіття

і передачу відповідних якостей майбутнім поколінням [4, 5, 6]. Дитячий організм формується під комбінованим впливом генетично детермінованої програми розвитку та факторів навколишнього середовища (в широкому розумінні цього терміну), тому фізичний розвиток є провідним критерієм оцінки здоров'я дітей та індикатором благополуччя суспільства у майбутньому.

Особливостями підліткового віку є статеве дозрівання, гормональна перебудова, відбувається ствердіння скелету, вдосконалюється м'язова система, нервова система не може витримувати сильні, тривалі подразники, часто перебуває під їх впливом у стані загальмованості або сильного збудження.

Починаючі з 2022 року для дитячого населення країни докорінно змінилися чинники життя, соціально-економічні, екологічні умови, а саме вони на 70% впливають на процес формування здоров'я дитини та можуть привести до захворювання або обмеження фізичної дієздатності у майбутньому. Літературні джерела щодо впливу збройних конфліктів на здоров'я дітей різного віку в 56 країнах світу вказують на відставання у довжині тіла, масі тіла, статевому розвитку дітей, підданих збройним конфліктам [7, 8, 9, 10, 11].

Дитяче ожиріння вважається однією з головних глобальних проблем громадського здоров'я в XXI столітті, оскільки є одним із провідних факторів ризику розвитку неінфекційних захворювань. Проблема надлишкової маси тіла та ожиріння серед дитячого населення багатьох країн світу має виражену тенденцію до прогресування [12, 13]. В цілому до надлишкової маси тіла та ожиріння більше схильні міські хлопчики і діти з сімей з більш низьким соціально-економічним статусом [14]. Воєнні дії в Україні можуть значно впливати на фізичні показники розвитку дітей, зокрема на динаміку зросту, масу тіла та настання статевого розвитку. Вплив війни може проявлятися через різні шляхи, включаючи недостатнє харчування, хронічний стрес, порушення роботи ендокринної системи та загальне зниження якості медичної допомоги. Ці фактори мають

довгострокові наслідки та групою ризику щодо формування порушень ФР є діти, які зазнали негативного впливу збройного конфлікту у молодшому віці і в ранньому пубертатному періоді.

Метою роботи було наукове обґрунтування безпечного використання засобів навчання учнями початкової школи, в т. ч. під час війни та проведення порівняльної оцінки фізичного і статевого розвитку дітей 15–17 років, що зазнають впливу воєнної агресії з даними динамічних спостережень у довоєнний період.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

У роботі застосовувались наукометричні, гігієнічні, офтальмологічні, психофізіологічні, антропометричні, соціологічні, математико-статистичні. Об'єкт дослідження – показники функціонального стану зорової, нервової, серцево-судинної систем організму дітей молодшого шкільного віку та динаміка часових змін антропометричних, функціональних показників фізичного розвитку дітей 15–17 років, наукова література.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В натурних умовах проведено вивчення візуального оформлення 117 підручників, посібників, практикумів, хрестоматій для 1–4 класів та 39 електронних підручників щодо безпеки для здоров'я користувача [15]. Обстежено 87 учнів початкової школи за основними функціональними показниками (зоровий аналізатор, психофізіологічні реакції, нервово-психічний стан) до початку та після закінчення читання шкільних підручників. Досліджено офтальмологічно зміни кута конвергенції, об'єму акомодації, найближчий та найдальший крапки ясного зору, гостроти зору у дітей [16, 17, 18, 19].

Для визначення зорової втоми у школярів нами вперше був розроблений метод встановлення розвитку зорової втоми серед учнів після роботи з підручниками. Метод дозволив встановити діапазон фізіологічних коливань кількісних значень об'єму

акомодації та визначити межи розвитку зорової втоми та спазму акомодації (табл. 1).

Таблиця 1 Визначення розвитку зорової втоми та спазму акомодації у дітей 6–9 років

Показник	Стать	Значення показників				
		М–1 δ (спазм)	М–0,5 δ (втома)	М	М+0,5 δ (втома)	М+1 δ (спазм)
Найближча крапка ясного зору	Х	6,09 6,36	7,21 7,39	8,33[1] 8,42[2]	9,06 9,14	10,58 10,47
	Д	5,23 5,30	6,93 6,86	8,63[1] 8,43[2]	10,33 10,00	12,03 11,57
Об'єм акомодації	Х	7,81 7,71	9,22 9,24	10,63[1] 10,76[2]	13,26 12,29	13,44 13,81
	Д	7,56 7,14	9,87 9,44	12,19[1] 11,73[2]	14,51 14,03	16,83 16,32

Примітка 1. [1] – середні значення для правого ока дитини.
2. [2] – середні значення для лівого ока дитини.

Оцінку лабільності нервової системи проводили за показниками критичної частоти зливання світлових мерехтінь, КЧЗСМ, обсягу зорової пам'яті, рухомості і врівноваженості нервових процесів, стійкості уваги.

Рухомість нервових процесів – одна з фундаментальних властивостей центральної нервової системи та полягає в діалектичній єдності двох протилежних процесів – збудження та гальмування. Властивість «збудження – гальмування» є важливим діагностичним критерієм у встановленні відхилення від фізіологічної норми та свідчить про розвиток розумового перенавантаження.

Вивчення реального зорового навантаження проводилось шляхом анкетування 60 дітей та 76 батьків учнів 1–4 класів щодо фактичного використання засобів навчання за допомогою розробленою нами анкетою. Визначення розуміння текстів та легкості читання проведено у 221 фрагменті навчальних текстів з 33 найменувань підручників за допомогою актуальних у США індексів: Флеша (показник легкості читання) (IF), Флеша-

Кіндейда (IFK) або показник легкості читання та Фога (показник розуміння тексту) (FOG) [20].

Ступінь достовірності одержаних результатів визначався із застосуванням критерію Ст'юдента (t) з подальшою їх оцінкою відповідно до рівня значущості (p). Математичну та статистичну обробку даних проводили з використанням пакету статистичного аналізу Statistica 6.0 (StatSoft, USA). Було визначено середні значення показників, їх помилки, значення середньоквадратичного відхилення, коефіцієнт кореляції, варіації, регресії та сигмального відхилення коефіцієнту регресії. Проведено кореляційний аналіз для встановлення статистичного зв'язку між показниками. Для показників, виміряних кількісно в шкалі стосунків, були розраховані коефіцієнти лінійної кореляції Пірсона (r) з визначенням спрямованості їх дії; для показників, виміряних в шкалі рангів або інтервалів, були розраховані коефіцієнти кореляції Спірмена. Статистично значущі відмінності оцінювали за критерієм Стьюдента (t) [21].

За даними офіційної статистики Центрів первинної медико-санітарної допомоги (м. Київ, Деснянський та Дніпровській райони) проаналізовано антропометричні показники фізичного розвитку 827 підлітків, що зазнали впливу воєнної агресії проти України, відповідно до Меморандумів про наукове співробітництво.

Оцінку фізичного розвитку проводили за стандартними нормативними значеннями відповідно до Наказу МОЗ України № 1590 від 13.09.2024 «Про затвердження Критеріїв оцінювання фізичного розвитку дітей віком до 18 років».

Для вивчення факторів розвитку неінфекційних захворювань серед підлітків нами розроблена анкета, яка дозволяє визначити поширення тютюнопаління під час повномасштабної воєнної агресії з урахуванням віку, гендерних особливостей, виявити пріоритетні форми тютюну, визначити частку «пасивних курців» тощо. Було опитано анонімно 553 підлітків 15–17 років м. Києва.

Встановлено, що 41,7% опитаних дітей з початком наступу агресора на Київ виїжджали та перебували в межах України, 40,6% – за кордон та 17,7% не покидали міста. У віці до 13 років спробували палити 27,1% хлопців та 18,0% дівчат, що є дуже несприятливою прогностичною ознакою сьогодення. Переважна більшість дітей (хлопці – 70,4%, дівчата – 80,6%, $p < 0,05$) робили спробу палити в 14 років і старше. Частка підлітків 15–17 років, що палять, дорівнює 29,3%, а хлопців з досвідом паління достовірно більше порівняно з дівчатами (хлопці – 32,0%, дівчата – 26,7%, $p < 0,05$). Доведено, що вторгнення в Україну вплинуло на рішення підлітків почати палити, найбільша частка дітей спостерігається серед 17-річних хлопців – 18,8% та дівчат – 23,1% [22].

Під час війни серед підлітків встановлено збільшення поширеності куріння електронних пристроїв, ніж традиційні тютюнових виробів ($\leq 0,05$). Серед альтернативних видів тютюну найбільш популярні серед дітей електронні сигарети і вейпи 21,6% (хлопці – 29,3%, дівчата – 41,2%), а саме такі пристрої, як Eleaf (еліф), Joyetech (джойтек), Smok (смок), Juul (джул) тощо. На другому місці системи для нагрівання тютюну – 18,9% (хлопці – 26,8%, дівчата – 32,4%): IQOS (айкос), glo (гло), Jouz (джоуз) тощо. Бездимні форми тютюну (Pauch – пауч, Velo – вело, снюс, снафф, насвай тощо) підлітки використовують у 1,7% (хлопці – 2,4%, дівчата – 2,9), а кальян курять 14,6% хлопців та 17,6% дівчат.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що читання підручників на паперових носіях викликає зорову втому і спазм акомодації у переважної більшості учнів. Ознаки зорової втоми після роботи з підручниками: з гуманітарних дисциплін, виявлено серед хлопців по правому оку у 7,32% випадків, а по лівому – у 14,63%, тоді як у 28,26% дівчат по правому оку і у 26,09% по лівому оку; з підручниками з математичних дисциплін, викликав зорову втому у значно більшої кількості хлопчиків

(по правому оку у 46,34% випадків, а по лівому – у 21,96%), порівняно з роботою з підручниками з гуманітарних дисциплін ($p \leq 0,05$).

2. Зорова втома є найбільш поширеною реакцією на процес роботи з підручниками як хлопців, так і дівчат, ніж спазм акомодації. Крім того, процес роботи з підручниками з математичних дисциплін в значному відсотку випадків викликав різну реакцію правого і лівого ока зорової сенсорної системи на навантаження, що є свідчить про асиметрію функціонування зорової системи, що, та вказує на порушення в апараті бінокулярного зору.
3. Встановлено, що процес роботи з підручниками, особливо з гуманітарних дисциплін, викликала майже у половини дітей функціональне перенавантаження нервової системи, на що вказує погіршення показників її лабільності, рухливості та врівноваженості, що вказує на розвиток втоми.
4. Виявлено, що робота з підручниками викликає розвиток психоемоційної напруги і відхилення від аутогенної норми (у 53,7% хлопців і у 19,6% дівчат при роботі з підручниками з гуманітарних дисциплін та у 34,1% хлопців і у 39,1% дівчат при роботі з підручниками з математики), зростанням рівня тривожності (від 22,0% до 24,4% у хлопців і у 21,7% дівчат), зниженням рівня активності у 34,1% хлопців і у 19,6% дівчат при роботі з підручниками з гуманітарних дисциплін та у 29,3% хлопців і у 21,7% дівчат при роботі з підручниками з математики) та зменшення працездатності (у 34,1% хлопців і у 34,7% дівчат при роботі з підручниками з гуманітарних дисциплін та у 48,8% хлопців і у 21,8% дівчат при роботі з підручниками з математики).
5. Встановлено, що на показник «легкості читання» учнями текстів підручників (за індексом Флеша) впливають такі фактори: кількість складів у слові та в уривку тексту ($r = -0,99 \div -0,94$; $p \leq 0,001$); кількості складних слів (3 та > складів) у тексті ($r = -0,86 \div -0,82$; $p \leq 0,001$); кількість

слів у реченні ($r = -0,30$; $p \leq 0,01$); кількість речень в уривку тексту ($r = 0,34$; $p \leq 0,01$).

6. Доведено, що розуміння тексту підручників учнями (за індексом Фога) залежить від кількості складних слів у тексті (4 та більше складів), кількості складних слів в уривку тексту, кількості складних слів (3–4 склади та більше) у реченні та у тексті в цілому ($r = 0,86 \div 0,82$; $p \leq 0,001$); параметрів шрифтового оформлення тексту підручнику та кегля шрифту ($r = 0,30$; $p \leq 0,01$).
7. Доведена залежність показників ССС (ЧСС, САТ, ДАТ), дихальної системи учнів від шрифтового оформлення текстів підручників, сприйняття та запам'ятовування яких залежить від кількості слів, складів, речень, параметрів шрифтового оформлення тексту підручнику та розміру інтерліньяжу тексту.
8. Встановлено, що при дистанційній формі навчання, як єдиної доступної для дітей в умовах війни, міграції, вимушеного переміщення тощо, зорова робота з персональною комп'ютерною технікою є провідним фактором візуального перенавантаження; фактична безперервна тривалість навчання за екраном для учнів 1-х класів перевищувала рекомендовані показники на 25,0%, у 2-х – на 18,7%, у 3-х – на 32,7% та у 4-х – на 41,3%. Виявлено, що на 1–2-му роках війни 75% дітей користувались технікою, яка не рекомендована до використання в початковій школі (20,3% – ноутбуками, 19,4% – нетбуками, 30,7% – планшетами та 4,4% – мобільними телефонами).
9. Інтегральна оцінка складності текстів підручників дозволила встановити, що предмет та категорія підручника, кількість авторів достовірно впливають на складність технічних параметрів шрифтового оформлення текстів від 8,51% ($p < 0,001$) до 27,42% ($p < 0,001$). На підставі розрахованого нами інтегрального показника складності запропоновано 4 рівня складності підручників; розраховано ранги «гігієнічної» значущості параметрів граматичного та шрифтового

оформлення текстів та їх вагові коефіцієнти: 1 ранг – кегль шрифту; 2 ранг – місткість шрифту; 3 ранг – кількість складних слів; 4 ранг – довжина рядка.

10. Дана комплексна оцінка впливу на організм учнів паперових та електронних засобів навчання з використанням об'єктивного фізіолого-гігієнічного аналізу впливу читання на зорову та нервову системи, психоемоційний стан, доповнений інтегральної оцінкою складності, розуміння та легкості читання текстів.
11. Показано вплив «граматичної складності текстів» та шрифтового оформлення на розуміння та легкість читання дітьми; розраховано ранги гігієнічної значущості параметрів оформлення підручників, обґрунтовано безпечні параметри використання учнями електронних та паперових навчальних видань. Обґрунтовано профілактичні заходи виготовлення та використання дітьми навчальних видань під час війни в Україні.
12. Вперше розроблено метод раннього виявлення розвитку зорової втоми та спазму акомодації за діапазоном фізіологічних коливань об'єму акомодації, що розширює можливості об'єктивної оцінки функціонального стану зорової системи учнів.
13. На підставі отриманих результатів обґрунтовано комплекс профілактичних заходів щодо виготовлення, гігієнічної оцінки та безпечного використання паперових й електронних навчальних видань дітьми в умовах воєнного стану в Україні.
14. З'ясовано, що особливостями фізичного розвитку підлітків 15–17 років, що зазнали впливу воєнної агресії проти України, слід вважати: переважання ростових процесів організму над збільшенням його ваги у дівчат та тенденцію до збільшення маси тіла в популяції хлопців ($p \leq 0,05$); переважання у 2 рази частки хлопців з ожирінням та надмірною вагою над дівчатами-однолітками; наявність ознак напруження стану серцево-судинної системи, особливо

серед хлопців 16 років ($p \leq 0,001$); наявність ознак стагнації ростових процесів у порівнянні із збільшенням ваги відносно з довоєнним періодом.

15. Встановлено наявність ознак «статевого диморфізму» за довжиною та масою тіла серед підлітків 15–17 років, що відповідає загальнобіологічній закономірності фізичного розвитку дітей, а саме антропометричні показники (маса та довжина тіла) хлопчиків достовірно більші, ніж у дівчат ($p \leq 0,001$).
16. Доведено, що у підлітків 15–17 років середньогрупові значення Індексу маси тіла та індексу Рорера відповідають нормальним значенням для дітей шкільного віку. Існує тенденція до переважання ростових процесів організму над збільшенням його ваги у 17-річних дівчат та тенденцію до збільшення маси тіла в популяції 17-річних хлопців ($p \leq 0,05$).
17. Доведено, що серед підлітків 17 років майже 8% юнаків мають ожиріння (7,94 ± 1,85)% та 15% хлопців мають перевищення маси тіла (14,95 ± 2,44%; $p \leq 0,001$). Серед дівчат 17 років ожиріння мають 5% (5,45 ± 1,60)% та майже 8% (7,92 ± 1,90)% дівчат мають надмірну вагу, що в 2 рази менше, ніж серед хлопців-одноліток ($p \leq 0,001$). Виявлено, що серед підлітків 16 років 11% мають ожиріння (11,56 ± 2,27)%, а 14% мають перевищення маси тіла (14,07 ± 2,46)%. Серед дівчат 16 років кожна 10 дитина має або ожиріння (10,38 ± 2,09)% або перевищення маси тіла (11,79 ± 2,20)%. Ретроспективний аналіз показників фізичного розвитку підлітків під час агресії та у довоєнний період дозволив встановити особливості: вірогідне зменшення довжини тіла у 15–17-річних юнаків на 5 см ($p \leq 0,001$) та тенденцію до зменшення у 17-річних дівчат; вірогідне збільшення маси тіла у 16–17-річних дівчат на 2–3 кг ($p \leq 0,001$).
18. Встановлено, що поширеність тютюнопаління під час війни серед підлітків 15–17 років становить 29,3%, та найбільша спостерігається серед 17-річних (19–23%). Показано, що під

час війни 19% сучасних підлітків почали палити у віці до 13 років, що припадає на початок повномасштабного вторгнення. З'ясовано, що на фоні зниження рівнів поширеності паління звичайних сигарет спостерігається проблема зростання до 83% використання альтернативних видів тютюну та наявність пасивного паління вдома у 32% підлітків. Поширеність паління альтернативних видів тютюну у 6,1 рази перевищує частку щоденних курців звичайних сигарет.

ВПРОВАДЖЕННЯ

1. Розробка Наказу МОЗ України від 13.09.2024 № 1590 «Про затвердження Критеріїв оцінювання фізичного розвитку дітей віком до 18 років», зареєстрований в Міністерстві юстиції України 27 вересня 2024 року за № 1459/42804.
2. Розробка Наказу МОЗ України від 21.10.2025 року № 1604 «Про внесення змін до Санітарного регламенту для дошкільних навчальних закладів», зареєстрований в Міністерстві юстиції України 06 листопада 2025 року за № 1622/45028, яким Санітарний регламент закладів дошкільної освіти викладено у новій редакції.
3. Розробка Наказу МОЗ України від 29.10.2025 року № 1638 «Про затвердження Змін до Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти», зареєстрований в Міністерстві юстиції України 17.11.2025 року за № 1682/45088, яким Санітарний регламент доповнено новим підрозділом «Об'єкти фонду захисних споруд цивільного захисту».
4. Наукове обґрунтування вимог безпеки для здоров'я та створення нормативно-правового акту «Санітарний регламент до електронних та друкованих засобів навчального призначення», який станом на 2026 рік знаходиться у МОЗ України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Національна стратегія реформування системи охорони здоров'я в Україні на період 2015–2020 років / Стратегічна дорадча група з питань реформування системи охорони здоров'я в Україні. Київ, 2015. 41 с. URL: https://uoz.cn.ua/strategiya.pdf (дата звернення: 11.08.2026).
2. Няньковський С. Л., Яцула М. С., Чикайло М. І., Пасечнюк І. В. Стан здоров'я школярів в Україні. Здоровье ребенка. 2012. № 5 (40). С. 109–114.
3. Калиниченко І. О., Колесник А. С., Щапова А. Ю. Стан здоров'я дітей 6–10 років у динаміці навчання у початковій школі. Український журнал медицини, біології та спорту. 2020. Т. 5. № 1 (23). С. 250–255. DOI: https://doi.org/10.26693/jmbs05.01.250.
4. Федоренко В. І., Кіцула Л. М. Фізичний розвиток дітей дошкільного віку м. Львова та сільської місцевості Львівської області. Гігієна населених місць: зб. наук. пр. Київ, 2015. Вип. 66. С. 203–210.
5. Федоренко В. І., Кіцула Л. М. Фактори формування фізичного розвитку дітей (огляд літератури). Гігієна населених місць: зб. наук. пр. Київ, 2011. Вип. 57. С. 332–337.
6. Рублевська Н. І. Стан фізичного розвитку міських дітей дошкільного віку Дніпропетровської області. Гігієна населених місць: зб. наук. пр. Київ, 2009. Вип. 53. С. 303–306.
7. Determinants of anthropometric characteristics of under-five children in internally displaced persons' camps in Abuja municipal area council, Abuja, Nigeria / S. O. Idowu et al. Pan African Medical Journal. 2020. Vol. 36. Article 313. DOI: https://doi.org/10.11604/pamj.2020.36.313.21221.
8. Time trends in mid-upper-arm anthropometry from 1982 to 2011 in male children and adolescents from Kolkata, India / M. Żegleń

et al. Journal of Biosocial Science. 2021. Vol. 53. No. 1. P. 71–81. DOI: https://doi.org/10.1017/S0021932020000048.
9. Food insecurity, dietary inadequacy, and malnutrition in the Gaza Strip: a cross-sectional nutritional assessment of refugee children entering the first grade of UNRWA schools and their households before the conflict of 2023–24 / M. Horino et al. The Lancet Global Health. 2024. Vol. 12. No. 11. P. e1871–e1880. DOI: https://doi.org/10.1016/S2214-109X(24)00320-6.
10. Fryar C. D., Gu Q., Ogden C. L., Flegal K. M. Anthropometric Reference Data for Children and Adults: United States, 2011–2014. Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics, 2016. 46 p. (Vital and Health Statistics. Series 3, No. 39).
11. Fryar C. D., Carroll M. D., Gu Q., Afful J., Ogden C. L. Anthropometric Reference Data for Children and Adults: United States, 2015–2018. Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics, 2021. 44 p. (Vital and Health Statistics. Series 3, No. 46). URL: https://stacks.cdc.gov/view/cdc/100478 (дата звернення: 11.08.2026).
12. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. The Lancet. 2024. Vol. 403. No. 10431. P. 1027–1050. DOI: https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)02750-2.
13. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Obesity rise plateaus in developed nations and accelerates in developing nations. Nature. 2026. Vol. 653. P. 510–518. DOI: https://doi.org/10.1038/s41586-026-10383-0.
14. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Diminishing benefits of urban living for children and adolescents' growth and development. Nature. 2023. Vol. 615. No. 7954. P. 874–883. DOI: https://doi.org/10.1038/s41586-023-05772-8.
15. Характеристика засобів навчання, що передбачені Новою українською школою для учнів молодших класів / А. Г. Платонова та ін. Гігієна населених місць: зб. наук. пр.

Київ, 2022. Вип. 72. С. 136–142. DOI: https://doi.org/10.32402/hygiene2022.72.136.

16. Платонова А. Г., Яцковська Н. Я., Джурінська С. М. Основні фактори зорового навантаження у дітей шкільного віку. Гігієна населених місць: зб. наук. пр. Київ, 2010. Вип. 55. С. 373–377.
17. Коробчанский В. А., Витрищак С. В. Гигиеническая донозологическая психодиагностика: методологические основы и практические перспективы. Довкілля та здоров'я. 2005. № 4. С. 9–14.
18. Оцінка впливу роботи з електронними та паперовими підручниками на психологічний статус школярів за методом Люшера / А. Г. Платонова, Н. Я. Яцковська, С. М. Джурінська, В. В. Шкуро, К. С. Шкарбан, Г. М. Саєнко. Гігієна населених місць: зб. наук. пр. Київ, 2013. Вип. 61. С. 323–328.
19. Подригало Л. В., Платонова А. Г. Применение квалиметрических методов при оценке безопасности издательской продукции для детей. Гігієна населених місць: зб. наук. пр. Київ, 2013. Вип. 62. С. 255–260.
20. Передерій І. Г. Професійний інструментарій сучасного PR-текстолога (зі світового досвіду). Інформація та соціум: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 2016. С. 74–76.
21. Антомонов М. Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных. Київ, 2006. 558 с.
22. Платонова А. Г., Яцковська Н. Я., Шкарбан К. С. Особливості поширеності тютюнопаління серед підлітків 15–17 років міста Києва під час російської воєнної агресії. Довкілля та здоров'я. 2026. № 2. С. 4–11. DOI: https://doi.org/10.32402/dovkil2026.02.004.

Наукове видання

НАУКОВИЙ ВНЕСОК ДЕРЖАВНОЇ УСТАНОВИ «ІНСТИТУТ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я ім. О.М. МАРЗЄЄВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ» В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ

до 95-річчя
Державної установи «Інститут громадського здоров'я
ім. О.М. Марзєєва Національної академії медичних наук
України»

Упорядники:
Безверха А.П., Галак С.С.

Підписано до друку 12.10.2026 р.
Формат 60×84/16. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 17,6. Обл.-вид. арк. 13,1.
Тираж 50 прим. Зам. № 2433/26.

Віддруковано в МПП «ЛИНО»
Свідоцтво про державну реєстрацію
А01 № 768449 від 27.12.2010 р.
03180, м. Київ, вул. Котельникова, 95
Тел. (044) 501-35-69

Київ – 2026

Монографія приурочена до 95-річчя від дня заснування Державної установи «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України» та узагальнює наукові результати Інституту, спрямовані на збереження громадського здоров'я в умовах надзвичайних ситуацій, воєнного стану та повоєнного відновлення України.

