

УДК 504:61(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/pub.health.2023.4.6>**Мокієнко Андрій Вікторович,**

доктор медичних наук, старший науковий співробітник,  
доцент кафедри громадського здоров'я та фізичного виховання  
Національного університету «Острозька академія»  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4491-001X>

**Бабієнко Володимир Володимирович,**

доктор медичних наук, професор,  
завідувач кафедри гігієни та медичної екології  
Одеського національного медичного університету  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4597-9908>

**Гущук Ігор Віталійович,**

доктор медичних наук, професор,  
завідувач кафедри громадського здоров'я та фізичного виховання  
Національного університету «Острозька академія»  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8075-9388>

## КЛІМАТ, ВОДА ТА ІНФЕКЦІЇ: НОВІ ВИКЛИКИ ДЛЯ ПІВДНЯ УКРАЇНИ НА ТЛІ СТАРИХ ПРОБЛЕМ

**Анотація. Актуальність.** Екстремальні погодні умови давно асоціювалися з впливом на якість води та пов'язаними з нею захворюваннями, що передаються через воду. Сильні опади та стік, повені, циклони, посухи, хвилі спеки, сильні холоди та лісові пожежі можуть вплинути на водозбірні басейни, резервуари для зберігання, процеси очищення води або системи розподілу, з потенційним впливом на якість питної води. На джерела питної води можуть впливати підвищені концентрації зважених матеріалів, органічних речовин, поживних речовин, неорганічних речовин і патогенних мікроорганізмів.

**Мета.** Аналіз взаємозв'язку та впливу змін клімату на стан водозабезпечення та рівні захворюваності водно-обумовленими інфекціями населення півдня України.

**Методи дослідження:** бібліометричні, аналітичні.

**Результати дослідження.** Використання водно-балансового моделювання водного стоку дозволило встановити, що з 2041 року можливе припинення місцевого поверхневого стоку в маловодні роки в Херсонській, Одеській, Миколаївській, Дніпропетровській та Запорізькій областях. У 2041–2060 рр. – період середньої водності – вона охоплюватиме території Херсонської, Одеської, Миколаївської та Запорізької областей, а в 2061–2080 рр. до неї приєднуються Дніпропетровська, Запорізька, Кіровоградська області та АР Крим. Встановлено, що поверхневі та підземні водойми і питна вода в Одеській області, яка є однією із найбільш кризових у контексті водопостачання, слід розглядати як джерела перманентного епідеміологічного ризику. Констатовано вкрай негативну тенденцію до припинення наукових досліджень взаємозв'язку біологічної контамінації всіх водних об'єктів і захворюваністю населення. Акцентовано увагу на неприпустимість цього явища на тлі наслідків війни для інфраструктури галузі водопостачання у поєднанні із змінами клімату у цьому регіоні.

**Висновки.** Основними адаптаційними заходами до змін клімату для водного господарства південних областей (Одеської, Миколаївської, Херсонської, Запорізької) слід вважати раціональне використання наявних водних ресурсів та їхній захист від забруднення. Варто вже зараз розпочати проведення рішучих заходів із метою подолання несанкціонованого відбору водних ресурсів із поверхневих і підземних джерел, заохочувати маловодні технології в регіоні.

**Ключові слова:** водні об'єкти, питна вода, інфекційні захворювання, клімат, південь України.

**Mokienko A. V., Babienko V. V., Hushchuk I. V. Climate, water and infections: new challenges for the south of Ukraine against the background of old problems**

**Abstract. Topicality.** Extreme weather conditions have long been associated with impacts on water quality and associated waterborne diseases. Heavy rainfall and runoff, floods, cyclones, droughts, heat waves, extreme cold, and wildfires can affect catchments, storage tanks, water treatment processes, or distribution systems, with potential impacts on drinking water quality. Drinking water sources can be affected by elevated concentrations of suspended materials, organic matter, nutrients, inorganic matter, and pathogenic microorganisms.

**Goal.** Analysis of the interrelationship and impact of climate changes on the state of water supply and the level of incidence of water-related infections in the population of southern Ukraine.

**Research methods:** bibliometric, analytical.

**Research results.** The use of water balance modeling of water flow made it possible to establish that from 2041 it is possible to stop local surface runoff in low-water years in Kherson, Odesa, Mykolaiv, Dnipropetrovsk, and Zaporizhzhia regions. In 2041–2060 – the period of medium water – it will cover the territories of Kherson, Odesa, Mykolaiv, and Zaporizhzhia regions, and in 2061–2080, it will be joined by Dnipropetrovsk, Zaporizhzhia, Kirovohrad regions, and the Autonomous Republic of Crimea. It was established that surface and underground reservoirs and drinking water in the Odesa region, which is one of the most critical in the context of water supply, should be considered as sources of permanent epidemiological risk. An extremely negative trend towards the cessation of scientific research into the relationship between biological contamination of all water bodies and population morbidity was noted. Attention is focused on the inadmissibility of this phenomenon against the background of the consequences of the war for the infrastructure of the water supply industry in combination with climate changes in this region.

**Conclusions.** Rational use of available water resources and their protection from pollution should be considered the main adaptation measures to climate change for the water management of the southern regions (Odesa, Mykolaiv, Kherson, Zaporizhzhia). It is worth starting now to take decisive measures to overcome the unauthorized withdrawal of water resources from surface and underground sources, to encourage low-water technologies in the region.

**Key words:** water bodies, drinking water, infectious diseases, climate, southern Ukraine.

**Вступ.** Екстремальні погодні умови давно асоціювалися з впливом на якість води та пов'язаними з нею захворюваннями, що передаються через воду [1–4]. Сильні опади та стік, повені, циклони, посухи, хвилі спеки, сильні холоди та лісові пожежі можуть вплинути на водозбірні басейни, резервуари для зберігання, процеси очищення води або системи розподілу, з потенційним впливом на якість питної води [3]. На джерела питної води можуть впливати підвищені концентрації зважених матеріалів, органічних речовин, поживних речовин, неорганічних речовин і патогенних мікроорганізмів [1; 3; 4].

Поверхневі води особливо вразливі до змін температури, сильних опадів і повеней. Екстремальні опади та явища стоку, а також високі температури можуть призвести до більшої щільності мікроорганізмів у водоймах і збільшити ризик захворювань, що передаються через воду [5–7]. Збільшення кількості повеней, спричинених зливами, також може збільшити вплив на людину патогенних мікроорганізмів, що передаються через воду, та ризик і тягар водно-обумовлених інфекцій [8].

**Мета.** Аналіз взаємозв'язку та впливу змін клімату на стан водозабезпечення населення та рівні захворюваності водно-обумовленими інфекціями.

**Методи дослідження:** бібліометричні, аналітичні.

**Результати дослідження.** Головні болі та нічна пітливість 45-річної жінки після сплаву на байдарках на східному березі острова Ванкувер мало свідчили про те, що вона піддалася впливу рідкісного та небезпечного грибка під час перебування на воді. Її лікарі, збентежені причиною симптомів, не визнавали, що інфекція була викликана *Cryptococcus gattii* – різновидом патогенних дріжджів – незадовго до її смерті в 2002 році.

Більшість випадків *C. gattii* зареєстровано в регіонах з теплим кліматом Австралії, Азії,

Африки та Південної Каліфорнії. Але принаймні два штати грибка уже тоді (тобто 20 років тому) вражають людей, домашніх тварин і диких тварин у тихоокеанському північно-західному регіоні США. Згідно з даними CDC (Центру контролю і профілактика захворювань) у США із січня 2004 року по липень 2010 року загалом 15 людей померли від інфекції *C. gattii* і 60 випадків захворювання людей було зареєстровано в Орегоні, Вашингтоні, Каліфорнії та Айдахо. Незважаючи на тривожність цих повідомлень, представники громадської охорони здоров'я в Орегоні закликали жителів не думати про загрозу поширення *C. gattii*. Хоча грибок присутній у дикій природі, епідеміологи стверджують, що небагато людей серйозно захворіли на цю інфекцію, а ще менше померло.

Тим не менш, сама присутність цього чужорідного виду так далеко від батьківщини викликає питання. Одна з найсучасніших гіпотез полягає в тому, що зміна клімату є одним із факторів, які слід враховувати» Існує думка, що *C. gattii* може закріпитися в північно-західному регіоні Тихого океану через більш м'які зими з середньодобовою температурою вище нуля.

У вересні 2011 року CDC, який очолює програму федерального уряду з надання допомоги штатам і населеним пунктам у вирішенні проблем охорони здоров'я, пов'язаних зі зміною клімату, додав кліматичні індикатори до своєї існуючої Національної мережі відстеження охорони здоров'я навколишнього середовища. Цей пошуковий продукт надає користувачам інтегровану інформацію про здоров'я, вплив і безпеку, а також дані з різноманітних національних, державних і міських джерел. Індикатори забезпечують узгоджені та стандартизовані методи для порівняння нагляду за громадським здоров'ям і моніторингу навколишнього середовища в різних штатах. Вони допомагають фахівцям із охорони

здоров'я почати виявляти будь-які закономірності, які пов'язують спалахи захворювань із кліматичними явищами.

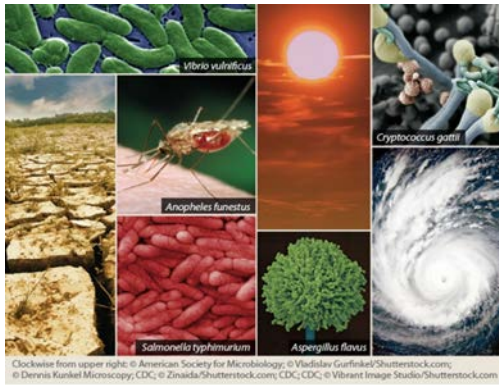


Рис. 1. Зміни клімату та інфекційні захворювання [цит. за 9]

На думку авторів роботи [10], у Норвегії зміна клімату призведе до підвищення температури, збільшення кількості опадів і стоку, а також більш інтенсивних і частих екстремальних погодних явищ. Більш екстремальна кількість опадів і збільшення стоку історично пов'язані з вищими концентраціями індикаторних бактерій, кольоровістю і каламутністю у сирій воді норвезьких водопровідних станцій. Регіональна інформація про ризик погіршення якості питної води до кінця століття є важливою для оцінки потенційних можливостей модернізації очисних потужностей водопровідних станцій. Автори об'єднали місцеві сценарії зміни клімату у майбутньому з історичними зв'язками між погодою/стоком і якістю води водопровідних споруд у Норвегії. З продовженням кліматичних змін очікується зростання концентрацій показників якості сирової води до кінця століття. за рахунок прогнозованого збільшення кількості опадів, головним чином у західній і північній частинах Норвегії. Хоча великі водопровідні споруди здатні адаптуватися до майбутніх умов, є висока вірогідність погіршення якості сирової води як майбутня проблема для процесів очищення на менших водопровідних спорудах та приватних джерелах водопостачання. Будь-які проекти нових очисних систем повинні включати вплив зміни клімату, тому в майбутньому можуть знадобитися нові операційні процедури. Окрім цього, необхідні добре функціонуючі водорозвідні системи для забезпечення розподілу високоякісної питної води з водопровідних станцій населенню.

Україна є однією з найменш водозабезпечених країн Європи. У Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року

[11] зазначається: на Півдні та Південному Сході погіршиться якість поверхневих вод, що потребуватиме як додаткових заходів з очищення води, так і можливого транспортування води в ці регіони. За недостатності поверхневих вод необхідно залучення вод з глибоких підземних водоносних горизонтів. За умови недостатнього підживлення суміжних водойм від р. Дніпро можливе запровадження заходів з обмеження водопостачання.

Українське узбережжя Чорного моря є найбільш уразливим до ризику дефіциту води, оскільки воно використовує поверхневі води і є найбільш відвідуваним туристами. Застаріла інфраструктура систем водопостачання та водовідведення в цьому регіоні також впливає на збільшення загроз.

Завданнями, спрямованими на досягнення поставлених цілей Стратегії [11], є будівництво нових, реконструкція та модернізація очисних споруд і формування планів дій з адаптації до зміни клімату у сферах управління водними ресурсами (в рамках плану управління річковим басейном).

Очікується, що в результаті реалізації Стратегії до 2030 року зменшиться рівень неінфекційних захворювань, що сприятиме зниженню рівня смертності внаслідок хвороб, зумовлених негативним впливом факторів навколишнього природного середовища [1]. При цьому, автори Стратегії старанно оминають більш суттєву та ще більш складно вирішувану проблему водно-обумовлених інфекцій.

Але реалізованість і таких планів є сумнівною, що переконливо доведено у Звіті щодо виконання Цілі Сталого Розвитку ЦСР («Чиста вода та санітарія») [12].

Зазначено: незважаючи на суттєвий прогрес у досягненні індикаторів ЦСР 6 у 2020–2021 роках, повномасштабна війна не лише унеможливила їх досягнення до 2030 року, а й відкидає країну назад [12].

За даними «Швидкої оцінки шкоди та потреб в Україні» від Світового банку, станом на 24 лютого 2023 року лише за попередніми оцінками для відновлення водопровідної галузі потрібно близько 40 мільярдів євро [13].

Нещодавно світ сколихнув новий воєнний злочин російських військ – підрив Каховської ГЕС у Херсонській області, що спричинило масштабну гуманітарну, екологічну та економічну катастрофу. Із трьох реалістичних варіантів забезпечення водою регіону, що раніше живився від Каховського водосховища, на думку експертів оптимальним залишається організація свердло-

вин. Крім того, необхідно розвивати замкнені цикли використання води для промислових об'єктів; значно модернізувати систему постачання води до споживачів та змінювати культуру споживання [14].

Інша думка полягає у наступному: вплив на водозабезпечення та економічний розвиток Херсонської, Запорізької, Дніпропетровської областей та Криму є значним, а отже відновлення водосховища є необхідною умовою розвитку півдня України [15].

Аналізуючи результати впливу руйнування греблі Каховської ГЕС на екологічний стан Одеського району Чорного моря, автори роботи [16] констатують наступне. Через три-чотири дні після досягнення факелом забруднених вод Одеського узбережжя почав погіршуватись санітарний стан морських вод у рекреаційній прибережній зоні моря. Було виявлено наявність у морській воді збудників інфекційних хвороб, зокрема, сальмонела, рота- та астровіруси. Протягом червня неодноразово виявляли перевищення нормативних вимог за індексом лактозопозитивної кишкової палички, наявність у морській воді холероподібних вібріонів, яєць та личинок гельмінтів людей і тварин. Наявність вищевказаних біологічних патогенів у воді створює реальну загрозу життю та здоров'ю населення.

Протягом червня неодноразово виявляли перевищення нормативних вимог за індексом лактозопозитивної кишкової палички, наявність у морській воді холероподібних вібріонів, яєць та личинок гельмінтів людей і тварин.

Надходження великої кількості біогенних і органічних речовин до моря в умовах його надзвичайного і тривалого розпріснення призвело до спалаху цвітіння синьо-зелених водоростей, зокрема, в Одеському районі Чорного моря.

Імплементация ЦСР у державне управління розпочалась указом Президента в 2019 році. Окремі програми, метою яких було досягнення національних цілей, що відповідають індикаторам ЦСР 6, існували ще до того, але жодна не була реалізована повною мірою: 15 лютого 2022 була ухвалена Верховною Радою України програма «Питна вода України» на 2022–2026 роки, яка через агресію російської федерації залишилася не затвердженою [12].

Єдиним національним документом, в основі якого завдання та індикатори Цілі 6, є Водна стратегія України на період до 2050 року, затверджена в грудні 2022 року [17].

Розроблення цієї Стратегії обумовлено незадовільним станом водних ресурсів, викликами та загрозами національній безпеці у сфері забез-

печення водної безпеки держави, високим рівнем ризиків для водних об'єктів у зв'язку із значним забрудненням та виснаженістю, недостатністю адаптаційних можливостей водогосподарської галузі до негативних процесів зміни клімату, незадовільним технічним станом, зношеністю та недостатньою розгалуженістю систем централізованого водопостачання та/або водовідведення, застарілістю технологій для забезпечення населення України якісною питною водою.

У Стратегії планується забезпечення до 2030 року 100 відсотків доступу сільського і міського населення до безпечної економічно доступної питної води. Це дасть змогу отримати такі результати, як зменшення ризиків виникнення захворювань населення, пов'язаних із споживанням питної води неналежної якості [17].

Серед індикаторів досягнення Цілі, які визначені Україною, відсутні ті, які стосуються адаптації до кліматичних змін. Зокрема, захисту та збереження водних екосистем. Для Цілі 13 Сталого Розвитку «Пом'якшення наслідків зміни клімату» визначено лише ОДНЕ національне завдання з індикатором: «Обсяг викидів парникових газів, % до рівня 1990 року».

Нинішній прогрес в імплементації європейського права Україною був оцінений Європейською Комісією на 1 бал із 5.

Необхідною умовою для успішної реалізації Цілі №6 в Україні є встановлення стійкого миру, а запорукою – успішна імплементація європейських директив та повна гармонізація українського законодавства із європейським, виконання завдань Водної стратегії України до 2050 року.

Аналіз прогнозних кліматичних змін басейну Дністра показав, що найбільш уразливими будуть наступні [18].

Водопостачання. Зниження рівня підземних вод, пересихання колодязів і джерел – основних постачальників води в сільській місцевості. Можливий дефіцит доступних водних ресурсів у нижній частині басейну і погіршення якості води.

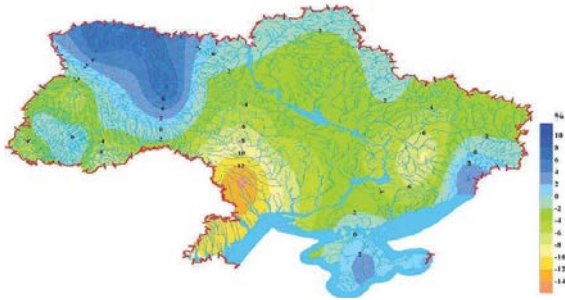
Населення. Ризик для життя, пов'язаний з екстремальними погодними і гідрологічними явищами. Загальна уразливість внаслідок низького рівня доходів населення, соціального розшарування, погіршення демографічної ситуації, зниження якості освіти.

Розрахунки за глобальним сценарієм А1В для басейну Дністра показують імовірне зниження до 2050 року середнього і мінімального стоку в середній та нижній течії Дністра (рис. 2). Це буде супроводжуватися погіршенням якості питної води, зокрема для населення м. Одеси. Ще до

війни неналежна якість питної води обумовлювала близько 20% захворюваності в Молдові, в тому числі на гострі кишкові та хронічні захворювання травної та імунної систем, сечокам'яну хворобу та флюороз) [18].

В Аналізі впливу кліматичних змін на водні ресурси України [19] визначено наступне.

За даними 2014 р. серед 20 європейських країн Україна за показником забезпеченості водними ресурсами посідає 17 місце та 124 місце в списку 181 країн світу.



**Рис. 2. Можливі майбутні зміни середньорічного стоку води (%) річок України на період 2031–2050 рр. відносно базового періоду 1991–2010 рр.**

Згідно з міжнародною класифікацією більше половини території України характеризується катастрофічно низьким місцевим стоком. Особливо це стосується Півдня країни (Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька області). Це 0,14, 0,45, 0,22, 0,32 тис. м<sup>3</sup> на одну особу відповідно (рис. 3).



**Рис. 3. Забезпеченість регіонів України місцевими водними ресурсами, тис. м<sup>3</sup>/рік на одну людину**

Ступінь змін водних ресурсів визначається за рекомендаціями ООН, згідно з якими зменшення середньої багаторічної величини річного стоку на 10% пов'язується із наявністю значущих змін водних ресурсів; на 50% – з руйнацією водних ресурсів; на 70% – безповоротною руйнацією. Отже, водні ресурси Північно-Західного Причорномор'я підлягатимуть у майбутньому за різними сценаріями руйнації та безповортній руйнації.

Цей приклад засвідчує, що однозначну відповідь на питання про майбутнє водних ресурсів України знайти не так вже й легко: різні сценарії, навіть за умови застосування однакових вихідних даних, можуть продемонструвати геть протилежні результати.

Використання водно-балансового моделювання водного стоку дозволило встановити [19], що з 2041 року можливе припинення місцевого поверхневого стоку в маловодні роки в Херсонській, Одеській, Миколаївській, Дніпропетровській та Запорізькій областях.

У 2041–2060 рр. – період середньої водності – вона охоплюватиме території Херсонської, Одеської, Миколаївської та Запорізької областей, а в 2061–2080 рр. до неї приєднуються Дніпропетровська, Запорізька, Кіровоградська області та АР Крим (рис. 4).



**Рис. 4. Розподіл прогнозних водних ресурсів місцевого стоку у 2041–2060 рр. по адміністративних областях України**

Слід мати на увазі, що йдеться про зональні водні ресурси місцевого значення, так званий «кліматичний стік», який чутливий до потепління клімату і навіть в умовах сучасного клімату періодично припиняється в посушливі роки.

Однак, варто звернути увагу на ситуацію, пов'язану зі значним скороченням поверхневого стоку в окремих регіонах, адже до 2040 р. в деяких із них прогнозується значне зменшення поверхневого стоку в зв'язку з підвищенням температури повітря та випаровування. Наприклад, у Запорізькій області «кліматичний стік» може зменшитися в 10 разів, у Дніпропетровській у 6 разів, у Миколаївській в 3,6 рази, а в Криму – в двічі.

Водопостачання вказаних регіонів не залежить прямо від водних ресурсів місцевого стоку, але загальній тенденції потепління, що будуть супроводжуватися підвищенням температури повітря, величини випаровування, зменшення опадів є загрозливими для джерел водопостачання, зрошування (водосховища, ставки) та лінійної

водогосподарської інфраструктури (канали, водогони). Тут можливі значні втрати водних ресурсів під час їхнього зберігання та транспортування, виникнуть додаткові затрати енергії на функціонування водогосподарських споруд та вузлів.

Така ситуація загрожує різким погіршенням водопостачання міст і сіл регіону, обмежить розвиток аграрного сектора, погіршить санітарно-гігієнічні умови рекреаційних зон Причорномор'я. Особливо загрозованою є ситуація для комунального та промислового водопостачання міста Одеси, для якого р. Дністер є основним джерелом водопостачання.

В цей період варто забезпечити повномасштабну підтримку нормального функціонування інфраструктури водогосподарського комплексу Херсонської та Одеської областей, де очікується припинення місцевого стоку. Найкритичніша ситуація з водопостачанням (так званий водний стрес) настане, в першу чергу, в північній і центральній частинах Одеської області. Найбільший дефіцит води буде спостерігатися в Арцизькому, Татарбунарському, Кілійському районах Одеської області, де відсутні джерела прісної води. Вже зараз населення 170 сіл області користується привозною водою.

Питне водопостачання у Одеській області майже на 80 % забезпечується за рахунок поверхневих джерел. Одеський водопровід одержує воду з поверхневих джерел ріки Дністер, Кілійський та Вилківський з ріки Дунай, Болградський з озера Ялпуг. Саме тому якість води у поверхневих водних об'єктах є вирішальним чинником санітарного та епідеміологічного благополуччя населення.

Заходи з охорони від забруднення потребують і джерела сільськогосподарського водопостачання та зрошення земель, рибогосподарські водойми та об'єкти рекреаційного призначення, до яких належать придунайські озера, зокрема оз. Ялпуг, яке до того ж є джерелом питного водопостачання для м. Болград.

У Херсонській області в зв'язку зі збільшення попиту на воду значно зростає експлуатація підземних водних горизонтів, тому варто провести заходи з метою попередження забруднення підземних вод.

Отже, одним із основних напрямів адаптації має бути забезпечення задовільної якості основних джерел водопостачання регіону шляхом проведення заходів з охорони та раціонального використання водних джерел.

Тому, основними адаптаційними заходами для водного господарства цих областей слід вва-

жати раціональне використання наявних водних ресурсів та їхній захист від забруднення. Варто вже зараз розпочати проведення рішучих заходів із метою подолання несанкціонованого відбору водних ресурсів із поверхневих і підземних джерел, заохочувати маловодні технології в регіоні.

Варто вводити нові альтернативні джерела водопостачання, не ігноруючи заходи з опріснення морської води чи перекидання водного стоку з інших регіонів, наприклад із басейну Дунаю. Окремо слід зазначити, що зменшення обсягів водних ресурсів вплине не лише на функціонування галузей економіки, але й може призвести до обмеження водопостачання населення.

Як показує даний аналіз кліматичних загроз для півдня України, загальна тенденція розвитку ситуації визнається як погіршення. Це особливо актуально, якщо врахувати старі проблеми водопостачання населення цього регіону, які не були вирішені до війни, а під час війни набули особливої гостроти.

Аналіз досліджень щодо взаємозв'язку якості питної води та інфекційною захворюваністю населення Одеси та Одеської області показав наступне.

Результати проведених досліджень [20] дозволяють судити, що у м. Одесі протягом 1970–2004 років провідна роль в етіології вірусного гепатиту А (ВГА) належала водному чиннику.

Виконано аналіз результатів вірусологічних досліджень якості води різних водних об'єктів Одеської області за 1994–2008 рр. [21]. Показано персистуючий характер вірусного забруднення водних об'єктів. Обґрунтовано недостатню ефективність існуючої системи водопідготовки на ВОС «Дністер» по відношенню до значимих вірусних контамінантів та високий ризик вторинної контамінації води вірусами у водорозподільних мережах міста.

Вивчено питому вагу водного фактору в структурі інфекційної та неінфекційної захворюваності Одеської області, в цілому, і популяцій населення, що досліджувались, зокрема [21]. Встановлено високу кореляційну залежність між контамінацією води водних об'єктів вірусом гепатиту А і захворюваністю населення вірусним гепатитом А, а також аналогічна залежність для питної води м. Одеси. Обґрунтовано значимість діоксиду хлору як засобу знезаражування питної води, що забезпечує її епідемічну безпечність і не впливає на неінфекційну захворюваність [21].

Виконано комплексні дослідження біологічної (кишкові віруси, кишкові найпростіші, умовно-

патогенна та патогенна мікрофлора, ціанобактерії) контамінації поверхневих водойм Українського Придунав'я [22]. Антропогенний характер забруднення води досліджених водойм умовно-патогенною та патогенною мікрофлорою та сприятливість для розмноження холерних вібріонів, легіонел, збудників туляремії та лептоспірозу свідчить, що регіон Українського Придунав'я є епідеміологічно неблагополучним. Проведено оцінку динаміки інфекційної та неінфекційної захворюваності населення регіону в контексті впливу водного фактору. Встановлено, що захворюваність у Придунайському регіоні (особливо в м. Ізмаїл та окремих районах, які варіюються в залежності від груп хвороб) вірогідно вище по всім групам інфекційних захворювань та деяким групам неінфекційної захворюваності різних категорій населення.

Станом на 2007 рік у Європі протягом останніх 15 років приблизно 33% водно-обумовлених спалахів можна пояснити проблемами водорозподільних мереж [23]. Наприклад, два європейські дослідження виявили втрату тиску в системах питної води як значний фактор ризику спорадичних діарейних захворювань [24; 25]. У країнах, що розвиваються, періодичні збої в постачанні були також пов'язані з низкою спалахів. Тому, є необхідною оцінка величини впливу ненадійного забезпечення питною водою на захворюваність діареєю, коли населення змушене повернутися до споживання неочищеної поверхневої води протягом одного або кількох днів, тобто в ситуаціях, які надто часто трапляється в багатьох системах водопостачання в країнах, що розвиваються.

У роботі [26] для оцінки щоденного ризику інфікування при використанні неочищеної води використовували модель Бета-Пуассона, за якою ймовірність інфікування одним мікроорганізмом визначається бета-розподілом. Встановлена ймо-

вірність зараження для кожного дня для трьох збудників (ротавірус, *Cryptosporidium*, ентеротоксигенна *E. coli*) при вживанні очищеної води та для кожного дня при вживанні сирової води наступна. В ті дні, коли споживач повинен пити сиру воду через збій постачання, ймовірність ротавірусної інфекції становить 0,858 порівняно з 0,006, для *Cryptosporidium* 0,4 порівняно з 0,003 і для ентеротоксигенної *E. coli* 0,12 порівняно з 0,000002. Тобто кратність ризику зараження складає 143, 133, 60000 разів відповідно.

**Висновки.** Основними адаптаційними заходами до змін клімату для водного господарства південних областей (Одеської, Миколаївської, Херсонської, Запорізької) слід вважати раціональне використання наявних водних ресурсів та їхній захист від забруднення. Варто вже зараз розпочати проведення рішучих заходів із метою подолання несанкціонованого відбору водних ресурсів із поверхневих і підземних джерел, заохочувати маловодні технології в регіоні.

Поверхневі та підземні водойми і питна вода в Одеській області, яка є однією із найбільш кризових у контексті водопостачання, слід розглядати як джерело перманентного епідеміологічного ризику.

Аналіз наукової літератури останніх років свідчить про вкрай негативну тенденцію до припинення наукових досліджень взаємозв'язку біологічної контамінації всіх водних об'єктів і захворюваністю населення. Зважаючи на глобальність поширення водно-обумовлених інфекцій [27], це є абсолютно неприпустимим. Особливо за умови наслідків війни для інфраструктури галузі водопостачання регіону у поєднанні із катастрофічними змінами клімату у найближчому майбутньому. Ця загрозлива ситуація вимагає термінових заходів уже сьогодні. Інакше слід очікувати на вкрай негативні наслідки для здоров'я населення.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. A review of the potential impacts of climate change on surface water quality. P. G. Whitehead et al. *Hydrological Sciences Journal*. 2009. V. 54 (1). <https://doi.org/10.1623/hysj.54.1.101>.
2. Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production. I. Delpla et al. *Environment International*. 2009. V. 35 (8). P. 1225–1233. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2009.07.001>.
3. Khan S. J., Deere D., Cunliffe D. Extreme weather events: should drinking water quality management systems adapt to changing risk profiles? *Water Research*. 2015. V. 15. P. 124–136. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.08.018>
4. Young I., Smith B. A., Fazil A. A systematic review and meta-analysis of the effects of extreme weather events and other weather-related variables on *Cryptosporidium* and *Giardia* in fresh surface waters. *Journal of Water and Health*. 2015. V. 13 (1). P. 1–17. <https://doi.org/10.2166/wh.2014.079>
5. Microbial load of drinking water reservoir tributaries during extreme rainfall and runoff. T. Kistemann et al. *Applied and Environmental Microbiology*. 2002. V. 68. P. 2188–2197. <https://doi.org/10.1128/AEM.68.5.2188-2197>.
6. Hunter P. R. Climate change and waterborne and vector-borne disease. *Journal of Applied Microbiology*. 2003. V. 94. P. 37–46. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.94.s1.5.x>
7. Heavy weather events, water quality and gastroenteritis in Norway. B. Guzman Herrador et al. *One Health*. 2021. V.13. 100297. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2021.100297>.

8. Kelman I. Adapting to Extreme Weather Under Climate Change in Norwegian Municipalities. CIENS Report 4. 2011.
9. Cooney C. M. Climate Change and Infectious Disease: Is the Future Here? *Environ Health Perspect*. 2011. V, 119(9): a394–a397. doi: 10.1289/ehp.119-a394
10. Impacts of climate change on drinking water quality in Norway. R. G. Skaland et al. *J. Water Health*. 2022. V, 20 (3). P. 539–550. <https://doi.org/10.2166/wh.2022.264>
11. Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2021 р. № 1363-р. Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/KR211363>
12. Звіт щодо виконання цілі Сталого Розвитку ЦСР (“Чиста вода та санітарія”). Україна. 2023. 14 с.
13. Новицький Д. Поточний стан водопровідної галузі в Україні. *Водопостачання та водовідведення*. 2023. № 4. С. 3–7.
14. 7 головних питань і відповідей після підриву Каховської ГЕС. Режим доступу: <https://uifuture.org/publications/7-golovnyh-pytan-i-vidpovidej-pislya-pidryvu-kahovskoyi-ges%E1%84%B5/>
15. Дупляк В., Величко С., Дупляк О. Наслідки руйнування каховського водосховища для зрошення та водопостачання півдня України. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки. Науково-технічний збірник*. 2023. № 4. С. 19–28.
16. Тучковенко Ю., Степаненко С. Вплив руйнування греблі Каховської ГЕС на екологічний стан Одеського району Чорного моря. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки. Науково-технічний збірник*. 2023. № 4. С. 71–80.
17. Водна стратегія України на період до 2050 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 9 грудня 2022 р. № 1134-р.
18. Стратегічні напрями адаптації до зміни клімату в басейні Дністра. ENVSEC. ЄЕК ООН. ОБСЄ. 2015. ISBN: 978-92-9234-240-1. 72 с.
19. Сніжко С., Шевченко О., Дідовець Ю. Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України (повний звіт за результатами проекту). Центр екологічних ініціатив «Екодія». 2021. 68 с.
20. Козішкурт О.В. Епідеміологічна характеристика та роль водного фактору в поширенні гепатиту А в м. Одесі: автореф. дис... канд. мед. наук: 14.02.02. АМН України. Ін-т епідеміології та інфекц. хвороб ім. Л.В. Громашевського. К., 2006. 21 с.
21. Мокієнко А. В. Еколого-гігієнічні основи безпечності води, що знезаражена діоксидом хлору. Дис. ... д. мед. н.: 14.02.01 ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України». Київ, 2009. 348 с.
22. Ковальчук Л. Й. Гігієнічне обґрунтування системи медико-біологічної безпеки гирлової зони Українського Придніав'я : дис. ... доктора мед. наук : спец. 14.02.01 «Гігієна та професійна патологія». Харківський національний медичний університет МОЗ України. Харків, 2016. 387 с.
23. Fault tree analysis of the causes of waterborne outbreaks. H.L. Risebro et al. *J Water Health*. 2007. V. 5(suppl. 1). P. 1–18.
24. Hunter P.R., Chalmers R.M., Hughes S., Syed Q. Self reported diarrhea in a control group: a strong association with reporting of low pressure events in tap water. *Clin Infect Dis*. 2005. V.40. P. 32–34.
25. Breaks and maintenance work in the water distribution systems and gastrointestinal illness: a cohort study. K. Nygard et al. *Int. J Epidemiol*. 2007. V. 36. P. 873–880.
26. Hunter P.R., Zmirou-Navier D., Hartemann P. Estimating the impact on health of poor reliability of drinking water interventions in developing countries. *Sci Total Environ*. 2009. V. 407(8). P. 2621–2624.
27. Бабієнко В. В., Мокієнко А. В. Вода та інфекції. Патогени та їх інактивація. Одеса : Прес-кур'єр, 2023. 584 с.

#### REFERENCES:

1. P. G., Whitehead, et al. (2009). A review of the potential impacts of climate change on surface water quality. *Hydrological Sciences Journal*, V. 54 (1). <https://doi.org/10.1623/hysj.54.1.101>.
2. Delpla, I., et al. (2009). Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production. *Environment International*. V. 35 (8). P. 1225–1233. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2009.07.001>.
3. Khan, S. J., Deere, D., & Cunliffe, D. (2015). Extreme weather events: should drinking water quality management systems adapt to changing risk profiles? *Water Research*. V.15. P. 124–136. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.08.018>
4. Young, I., Smith, B.A., & Fazil, A. (2015). A systematic review and meta-analysis of the effects of extreme weather events and other weather-related variables on *Cryptosporidium* and *Giardia* in fresh surface waters. *Journal of Water and Health*, V. 13 (1). P. 1–17. <https://doi.org/10.2166/wh.2014.079>
5. Kistemann, T., et al. (2002). Microbial load of drinking water reservoir tributaries during extreme rainfall and runoff. *Applied and Environmental Microbiology*, V. 68. P. 2188–2197. <https://doi.org/10.1128/AEM.68.5.2188-2197>.
6. Hunter, P.R. (2003). Climate change and waterborne and vector-borne disease. *Journal of Applied Microbiology*, V. 94. P. 37–46. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.94.s1.5.x>
7. B. Guzman, Herrador, et al. (2021). Heavy weather events, water quality and gastroenteritis in Norway. *One Health*, V.13. 100297. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2021.100297>.
8. Kelman, I. (2011). Adapting to Extreme Weather Under Climate Change in Norwegian Municipalities. CIENS Report 4.
9. Cooney, C.M. (2011). Climate Change and Infectious Disease: Is the Future Here? *Environ Health Perspect*, V, 119(9): a394–a397. <https://doi.org/10.1289/ehp.119-a394>
10. Skaland, R.G., et al. (2022). Impacts of climate change on drinking water quality in Norway. *J. Water Health*, V, 20 (3). P. 539–550. <https://doi.org/10.2166/wh.2022.264>



11. Stratehiia ekolohichnoi bezpeky ta adaptatsii do zminy klimatu na period do 2030 roku. Skhvaleno rozporiadzheniam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 20 zhovtnia 2021 r. N 1363-r. [Strategy for environmental security and adaptation to climate change for the period up to 2030. Approved by order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated October 20, 2021 № 1363]. Retrieved from: <https://ips.ligazakon.net/document/KR211363> [in Ukrainian].
12. Zvit shchodo vykonannia tsili Staloho Rozvytku TsSR ("Chysta voda ta sanitariia") Ukraina. (2023). [Report on the implementation of the goal of Sustainable Development of the Central Bank ("Clean water and sanitation"). Ukraine] [in Ukrainian].
13. Novytskyi, D. (2023). Potochnyi stan vodoprovodnoi haluzi v Ukraini [The current state of the water supply industry in Ukraine]. *Vodopostachannia ta vodovidvedennia – Water supply and drainage*, 4. S. 3–7 [in Ukrainian].
14. 7 holovnykh pytan i vidpovidei pislia pidryvu Kakhovskoi HES [7 main questions and answers after the explosion of the Kakhovskaya HPP]. Retrieved from: <https://uifuture.org/publications/7-golovnyh-pytan-i-vidpovidej-pislya-pidryvu-kahovskoyi-ges%E2%82%AC%80%BC/> [in Ukrainian].
15. Dupliak, V., Velychko, S., & Dupliak, O. (2023). Naslidky ruinovannia kakhovskoho vodoskhovyshcha dlia zroshennia ta vodopostachannia pivdnia Ukrainy [Consequences of the destruction of the Kakhov reservoir for irrigation and water supply in the south of Ukraine]. *Problemy vodopostachannia, vodovidvedennia ta hidravliki. Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk – Problems of water supply, drainage and hydraulics. Scientific and technical collection*, 4, pp. 19–28 [in Ukrainian].
16. Tuchkovenko, Yu., & Stepanenko, S. (2023). Vplyv ruinovannia hrebli Kakhovskoi HES na ekolohichnyi stan Odeskoho raionu Chornoho moria [Impact of the destruction of the Kakhovskaya HPP dam on the ecological condition of the Black Sea region of Odesa]. *Problemy vodopostachannia, vodovidvedennia ta hidravliki. Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk – Problems of water supply, drainage and hydraulics. Scientific and technical collection*, 4. Pp. 71–80 [in Ukrainian].
17. Vodna stratehiia Ukrainy na period do 2050 roku. Skhvaleno rozporiadzheniam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 9 hrudnia 2022 r. № 1134-r. [Water strategy of Ukraine for the period until 2050. Approved by the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated December 9, 2022 № 1134] [in Ukrainian].
18. Stratehichni napriamy adaptatsii do zminy klimatu v baseini Dnistra. ENVSEC. YeEK OON. OBSIe. (2015). [Strategic directions of adaptation to climate change in the Dniester basin. ENVSEC. UNECE. OSCE.] 72 s. [in Ukrainian].
19. Snizhko, S., Shevchenko, O., & Didovets, Yu. (2021). *Analiz vplyvu klimatychnykh zmin na vodni resursy Ukrainy (povnyi zvit za rezultaty proektu) [Analysis of the impact of climate change on water resources of Ukraine (full report on project results)]*. Tsentri ekolohichnykh initsiatyv «Ekodiia». 68 s. [in Ukrainian]
20. Kozishkurt, O.V. (2006). Epidemiolohichna kharakterystyka ta rol vodnoho faktorv v poshyrenni hepatytu A v m. Odesi [Epidemiological characteristics and the role of the water factor in the spread of hepatitis A in Odesa]. *Extended abstract of candidate's thesis*. AMN Ukrainy. In-t epidemiolohii ta infekts. khvorob im. L.V. Hromashevskoho. K. 21 s. [in Ukrainian].
21. Mokiienko, A.V. (2009). Ekoloho-hihienichni osnovy bezpechnosti vody, shcho znezarazhena dioksydom khloru [Ecological and hygienic bases of the safety of water disinfected with chlorine dioxide]. *Doctor's thesis*. DU «Instytut hihieny ta medychnoi ekolohii im. O.M. Marzieieva AMN Ukrainy». Kyiv. 348 s. [in Ukrainian].
22. Kovalchuk, L.Y. (2016). Hihienichne obruntuvannia systemy medyko-biolohichnoi bezpeky hyrlovoi zony Ukrainskoho Prydunavia [Hygienic justification of the system of medical and biological safety of the estuarine zone of the Ukrainian Danube]. *Doctor's thesis*. Kharkivskiy natsionalnyi medychnyi universytet MOZ Ukrainy. Kharkiv. 387 s. [in Ukrainian].
23. Risebro, H.L., et al. (2007). Fault tree analysis of the causes of waterborne outbreaks. *J Water Health*, V. 5(suppl. 1). P. 1–18.
24. Hunter, P.R., Chalmers, R.M., Hughes, S., & Syed, Q. (2005). Self reported diarrhea in a control group: a strong association with reporting of low pressure events in tap water. *Clin Infect Dis*. V.40. P. 32–34.
25. Nygard, K., et al. (2007). Breaks and maintenance work in the water distribution systems and gastrointestinal illness: a cohort study. *Int. J Epidemiol*. V. 36. P. 873–880.
26. Hunter, P.R., Zmirou-Navier, D., & Hartemann, P. (2009). Estimating the impact on health of poor reliability of drinking water interventions in developing countries. *Sci Total Environ*. V. 407(8). P. 2621–2624.
27. Babiienko, V.V., & Mokiienko, A.V. (2023). *Voda ta infektsii. Patoheny ta yikh inaktyvatsiia [Water and infections. Pathogens and their inactivation]*. Odesa : Pres-kur'ier. 584 s. [in Ukrainian].