

О.В. Рибалова¹, С.Р. Артем'єв¹, О.В. Бригада¹, О.В. Ільїнський¹, О.О. Бондаренко¹,
К.А. Кривонос²

¹Національний університет цивільного захисту України, Україна

²КП «Санепідсервіс» Харківської міської ради, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ НЕБЕЗПЕКИ РЕКРЕАЦІЙНОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ В МІСТІ ХАРКІВ (УКРАЇНА)

Використання забруднених водних об'єктів для рекреації має загрозу спалаху інфекційних захворювань. Запропоновано новий метод визначення інтегрального показника виникнення інфекційної захворюваності внаслідок рекреаційного водокористування. Визначено інтегральний показник виникнення інфекційної захворюваності внаслідок рекреаційного водокористування в місті Харків. Застосування запропонованого методу дозволить прийняти обґрунтоване рішення щодо управління водними ресурсами і захисту здоров'я населення.

Ключові слова: здоров'я населення, рекреаційне водокористування, інфекційна захворюваність, джерела забруднення, місто Харків

Постановка проблеми

Забруднення поверхневих вод є однією з найбільших екологічних проблем в більшості країн світу. Харківська область є великим індустріальним центром України, що обумовлює антропогенний тиск на всі компоненти довкілля. Розташування значної частини Харківської області на вододілі рік басейну Дніпра і Дону обумовлює невисоку забезпеченість її водними ресурсами [1]. Якісний стан поверхневих вод Харківської області за більшістю показників не відповідає екологічним нормативам [2], а використання їх для рекреації має високий ризик для здоров'я населення [3-5].

Використання неякісних водних об'єктів для купання призводить до виникнення інфекційних захворювань у відпочиваючих. Спалахи інфекційних захворювань внаслідок рекреаційного водокористування характерні для багатьох країн світу.

Автори роботи [6] стверджують, що у Шотландії існує ризик перевищення стандартів ЄС рекреаційними водами щодо мікробного забруднення, і це вважається основним потенційним водним шляхом зараження населення. На основі аналізу факторів, які можуть призвести до збільшення захворюваності, зроблено висновок, що кращі епідеміологічні дані для калібрування кривої доза-відповідь, краще знання ступеня змішування та розуміння імунітету є ключовими вимогами до прогресу

прогнозування рівня зараженості на основі модельної технології.

У роботі [7] проведено аналіз рівня забруднення води в шести притоках річки Кончос (Мексика) і визначено ризик для здоров'я людей у громадах, створених уздовж водозбору річки, які використовують цей природний ресурс для плавання та риболовлі.

На прибережні, поверхневі та підземні води впливають скиди стічних і зливових вод, а також сільськогосподарські потоки, що містять відходи тваринництва і біогенні речовини. Компоненти водної системи мають частковий та взаємодіючий вплив на інші аспекти системи, для чого необхідний комплексний підхід до управління водними ресурсами для подальшого обґрунтування рішень щодо охорони здоров'я [8].

Визначення всіх можливих джерел забруднення, усвідомлення змін, які можуть негативно вплинути на якість води, та надання адекватної інформації населенню є важливими превентивними заходами для охорони здоров'я населення і компонентів навколишнього природного середовища.

Застосування запропонованого методу визначення інтегрального показника виникнення інфекційної захворюваності внаслідок рекреаційного водокористування дасть змогу прийняти необхідні науково обґрунтовані управлінські рішення щодо першочерговості впровадження водоохоронних заходів, що є важливим питанням забезпечення комфортних умов відпочинку і життєдіяльності людей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Ризик для здоров'я населення, пов'язаний з патогенними мікроорганізмами, що передаються через воду, є змінним і різноманітним. Бактеріофаги мають найсильнішу дослідницьку базу та кореляцію з вірусними патогенами, а також певну здатність прогнозувати ризик для здоров'я людини. У науковому огляді [8] доведено, що моніторинг фекальних індикаторних вірусів може доповнювати моніторинг бактеріальних індикаторів, тим самим покращуючи захист громадського здоров'я.

В роботі [9] досліджено джерела зараження ентеральним вірусом у рекреаційних морських водоймах. Поява ентерального вірусу людини на пляжах для купання становить потенційний ризик для здоров'я плавців. У січні–грудні 2018 року було проведено спостереження за кишковими вірусами людини на першому пляжі для купання в Циндао. Скидання стічних вод і плавці сприяють виникненню вірусу за сезонною схемою, причому перші більш зосереджені в теплу пору року (навесні та осені), а другі – у жаркі пори року (влітку). Ці результати вказують на те, що для покращення здоров'я населення на пляжах для купання слід уникати скидання стічних вод і натопту плавців, як небезпечних умов для купання [9].

Антропогенне забруднення пляжів на півдні Бразилії було оцінено шляхом виявлення *Escherichia coli*, мастаденовірусу людини видів C (HAdV-C) і F (HAdV-F) і вірусу гепатиту E (HEV) [10]. Було оцінено воду, осад, мікрошар морської поверхні (SML), двостулкових моллюсків і дозорні зразки повітря. Для оцінки ймовірності інфікування плавця використовувалася кількісна оцінка мікробіологічного ризику (QMRA). QMRA оцінив щоденні та річні ризики з максимальним значенням (9,99E-01) майже в усіх зразках. У SML часто виявляли життєздатний HAdV-C, що вказує на те, що це джерело інфекції для людей, які купаються в цих водах [10].

В роботі [11] дана оцінка ризиків для здоров'я населення внаслідок рекреаційного водокористування через вплив бактерій, стійких до антибіотиків (AR). Ризик інфікування був дуже високим. Автори дослідження [11] зробили висновок, що для запобігання небажаним ускладненням, пов'язаним з лікуванням інфекційних захворювань, викликаних резистентними мікробами, необхідно вести інвентаризацію фактичних вимірних концентрацій AR в рекреаційних водоймах.

Автори роботи [12] стверджують, що *Cryptosporidium* і *Giardia* є критичними паразитами в етіології діареї в усьому світі і часто викликають спалахи, що передаються через воду. Наявність

Cryptosporidium і *Giardia* в рекреаційних озерах досліджували за допомогою молекулярної характеристики, а також проводили комплексну кількісну оцінку мікробного ризику (QMRA) протозойних інфекцій, враховуючи багаторазові шляхи впливу, відмінності у віці, статі та тяжкості захворювання. Шість видів *Cryptosporidium* і три групи *Giardia lamblia* були підтверджені молекулярним аналізом. Методологія та результати цього дослідження дозволять краще оцінити та зменшити тягар інфекцій *Cryptosporidium* та/або *Giardia*, пов'язаних із рекреаційним використанням води в Китаї та інших країнах [12].

Проведено дослідження щодо вірусного забруднення рекреаційних водних середовищ у Бразилії [13]. Серед ентеральних вірусів, досліджених у бразильських рекреаційних водах, виділено аденовіруси, ротавіруси, ентеровіруси та норвіруси, які найчастіше викликають спалахи інфекційних захворювань. Науковці вважають, що поліпшення спостереження за наявністю кишкових вірусів у воді могло б покращити оцінку ризику для здоров'я людини, а також вказати джерела зараження і таким чином продемонструвати важливість належної санітарії навколишнього середовища [13].

Гранулоцитарний анаплазмоз людини та кліщова лихоманка, які вражають худобу, є захворюваннями, спричиненими інфекцією бактерією *Anaplasma phagocytophilum*. Динаміка його передачі між хребетними тваринами та кліщами залишається в основному невідомою, а потенційний вплив на здоров'я у Сполученому Королівстві неясний. У науковому дослідженні [14] представлено огляд поширеності *A. phagocytophilum* під час пошуку *I. ricinus* у рекреаційних зонах по всій Англії та Уельсі та обговорюється потенційне значення для громадського та ветеринарного здоров'я.

Необхідність врахування бактеріологічних показників для визначення безпеки рекреаційного водокористування обумовило розроблення методу оцінювання потенційного ризику для здоров'я населення. В роботі [15] запропоновано новий метод оцінювання потенційного ризику для здоров'я населення під час рекреаційного водокористування, який поєднує визначення потенційного ризику за хімічними речовинами і за бактеріологічними показниками, а також розроблено нову класифікацію рівнів безпеки водних об'єктів за значеннями ризику для здоров'я населення.

В роботі [16] проаналізовано захворюваність населення Харківської області на деякі інфекційні хвороби (ентерити, сальмонельоз, дизентерія, вірусний гепатит А, лептоспіроз) за період з 2007 року по 2019 рік на основі офіційних даних

обласного управління державної статистики в Харківській області. Загальний показник інфекційної захворюваності внаслідок забруднення поверхневих вод в Харківській області за період з 2007 року по 2019 рік значно не змінився. Але причиною виникнення цих хвороб може бути не тільки купання у забрудненому водному об'єкті, але і вживання неякісних харчових продуктів або питної води, а також забруднення ґрунтів на території пляжів.

Ситуацію загострює зміна клімату, що має значний вплив на зростання інфекційних захворювань і погіршення якісного стану поверхневих вод. Автори роботи [17] констатували, що кількість спалахів хвороб, які передаються водою і пов'язані з рекреаційним водокористуванням, за купальний сезон в Нідерландах корелювала з кількістю днів із температурою понад 25°C ($r = 0,8-0,9$).

На основі даних спостереження за якісним станом річки Оскіл за період з 1965 по 2019 роки зроблено прогноз екологічного стану басейну річки Оскіл за значенням середнього і максимального екологічного індексу до 2034 року шляхом побудови прогнозних моделей методом Хольта-Уінтерса [18]. Прогнозування екологічного стану басейну річки Оскіл за значенням максимального екологічного індексу (I_e^{\max}) показало значне погіршення якісного стану: значення максимального екологічного індексу збільшилось з 4,0 у 1965 році до 5,37 у 2028 році.

За даними українського Гідрометцентру, відмічається, що за останні 30 років спостерігається стрімке підвищення середньорічної температури повітря по всій території України на 1,2°C [19]. Аналіз середньорічної температури в Харківській області за даними Держкомгідромету з 1991 по 2019 роки показав, що за цей проміжок часу середньорічна температура в Харківській області збільшилась на 3,4°C з 6,7°C (мінімальна) у 1997 році до 10,1°C (максимальна) у 2019 році. Побудова моделі прогнозування методом Хольта - Вінтера показала подальше збільшення середньорічної температури в Харківській області до 10,6°C у 2040 році [20].

Зростає занепокоєння щодо впливу кліматичних змін, оскільки температура в усьому світі впливає на здоров'я та добробут людей. Загалом такі несприятливі наслідки мають постійний шкідливий вплив майже на всі країни, але більший на країни з низьким середнім рівнем доходу, негативно впливаючи на сталість і розвиток, у тому числі на здоров'я та добробут мільйонів людей. Останнім часом вплив зміни клімату на інфекційні захворювання, що передаються через воду, став більш очевидним. Інтенсивні кліматичні

явища, такі як шторми, можуть забруднити води рекреаційної берегової лінії, підвищуючи небезпеку діареї та інших інфекційних захворювань, що передаються через воду. Забруднення питної води є очевидною причиною інфекційних захворювань, що передаються через воду, в інтенсивних кліматичних умовах. Система очищення води може вийти з ладу через сильні дощі. Кліматичні події впливають на життєвий цикл комах-переносників, впливаючи на рівень розмноження та виживання, середовище існування, процвітання та передачу. У роботі [21] розглядається зміна клімату, вплив на здоров'я та добробут населення, включаючи очікуване зростання інфекційних захворювань, що передаються через воду.

Для прийняття управлінських рішень щодо зменшення інфекційної захворюваності необхідно визначити причини і джерела виникнення небезпеки, тому дослідження, що представлені в статті є дуже актуальними.

Мета та задачі дослідження

Метою статті є розробка нового методу визначення інтегрального показника виникнення інфекційної захворюваності внаслідок рекреаційного водокористування.

Для досягнення поставленої мети вирішено наступні завдання:

- розробити метод визначення інтегрального показника виникнення інфекційної захворюваності внаслідок рекреаційного водокористування;
- проаналізувати сучасний стан інфекційної захворюваності внаслідок рекреаційного водокористування Харківської області (Україна).

Виклад основного матеріалу

Метод визначення інтегрального показника виникнення інфекційної захворюваності внаслідок рекреаційного водокористування

При використанні забруднених поверхневих вод для рекреації існує ймовірність виникнення інфекційної захворюваності. Це такі хвороби як кишкові інфекції, сальмонельоз, дизентерія, вірусний гепатит А і лептоспіроз. Але причиною виникнення цих хвороб може бути не тільки купання у забрудненому водному об'єкті, але і вживання неякісних харчових продуктів або питної води, а також забруднення ґрунтів на території пляжів.

Державна установа «Харківський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України» щорічно збирає дані щодо епідеміологічного нагляду за харчовими продуктами

і продовольчою сировиною; питною водою централізованого і нецентралізованого водопостачання; водою водойм, в тому числі за якісним станом поверхневих вод у місцях масового відпочинку людей; за якісним станом ґрунтів, в тому числі в зоні пляжів, за станом атмосферного повітря і якісним станом повітря закритих приміщень тощо. Звітність за формою 40 щодо санітарно-мікробіологічних, санітарно-хімічних досліджень і досліджень за паразитологічними показниками містить інформацію про кількість досліджених проб і відсоток проб, які не відповідають нормативам.

Перевищення нормативів за санітарно-мікробіологічними показниками визначається за формулою:

$$k_{es}^m = \frac{n_{es}^m}{n_{st}}, \quad (1)$$

де k_{es}^m – кратність перевищення нормативів за санітарно-мікробіологічними показниками, безрозмірна величина; n_{es}^m – кількість проб санітарно-мікробіологічних показників з перевищенням нормативів; n_{st}^m – кількість проб санітарно-мікробіологічних показників, які досліджено.

Перевищення нормативів за санітарно-хімічними показниками визначається за формулою:

$$k_{es}^{ch} = \frac{n_{es}^{ch}}{n_{st}}, \quad (2)$$

де k_{es}^{ch} – кратність перевищення нормативів за санітарно-хімічними показниками, безрозмірна величина; n_{es}^{ch} – кількість проб санітарно-хімічних показників з перевищенням нормативів; n_{st}^{ch} – кількість проб санітарно-хімічних показників, які досліджено.

Перевищення нормативів за паразитологічними показниками визначається за формулою:

$$k_{es}^p = \frac{n_{es}^p}{n_{st}}, \quad (3)$$

де k_{es}^p – кратність перевищення нормативів за паразитологічними показниками, безрозмірна величина; n_{es}^p – кількість проб паразитологічних показників із перевищенням нормативів; n_{st}^p – кількість проб паразитологічних показників, які досліджено.

Вважаємо, що на виникнення інфекційних захворювань найбільший вплив мають перевищення нормативів за паразитологічними показниками,

потім за санітарно-мікробіологічними показниками і найменший вплив мають перевищення нормативів за санітарно-хімічними показниками.

Пропонуємо визначати ваговий коефіцієнт впливу неякісних харчових продуктів за формулою:

$$F_{es}^f = (1,2 \times k_{es}^{fm}) + (0,8 \times k_{es}^{fch}) + (1,5 \times k_{es}^{fip}), \quad (4)$$

де k_{es}^{fm} – кратність перевищення нормативів за санітарно-мікробіологічними показниками при дослідженні харчових продуктів, безрозмірна величина; k_{es}^{fch} – кратність перевищення нормативів за санітарно-хімічними показниками при дослідженні харчових продуктів, безрозмірна величина; k_{es}^{fip} – кратність перевищення нормативів за паразитологічними показниками при дослідженні харчових продуктів, безрозмірна величина.

Ваговий коефіцієнт впливу неякісної питної води централізованого водопостачання пропонуємо визначати за формулою:

$$F_{es}^{dvc} = (1,2 \times k_{es}^{dvcn}) + (0,8 \times k_{es}^{dvcch}) + (1,5 \times k_{es}^{dvcip}), \quad (5)$$

де k_{es}^{dvcn} – кратність перевищення нормативів за санітарно-мікробіологічними показниками при дослідженні питної води централізованого водопостачання, безрозмірна величина; k_{es}^{dvcch} – кратність перевищення нормативів за санітарно-хімічними показниками при дослідженні питної води централізованого водопостачання, безрозмірна величина; k_{es}^{dvcip} – кратність перевищення нормативів за паразитологічними показниками при дослідженні питної води централізованого водопостачання, безрозмірна величина.

Ваговий коефіцієнт впливу неякісної питної води децентралізованого водопостачання пропонуємо визначати за формулою:

$$F_{es}^{dvd} = (1,2 \times k_{es}^{dvdn}) + (0,8 \times k_{es}^{dvdch}) + (1,5 \times k_{es}^{dvdip}), \quad (6)$$

де k_{es}^{dvdn} – кратність перевищення нормативів за санітарно-мікробіологічними показниками при дослідженні питної води децентралізованого водопостачання, безрозмірна величина; k_{es}^{dvdch} – кратність перевищення нормативів за санітарно-хімічними показниками при дослідженні питної води децентралізованого водопостачання, безрозмірна величина; k_{es}^{dvdip} – кратність перевищення нормативів за паразитологічними показниками при дослідженні питної води децентралізованого водопостачання, безрозмірна величина.

Пропонуємо визначати ваговий коефіцієнт впливу забруднення поверхневих вод в місцях

масового відпочинку людей за формулою:

$$F_{es}^{wr} = (1,2 \times k_{es}^{wrm}) + (0,8 \times k_{es}^{wrch}) + (1,5 \times k_{es}^{wrp}), \quad (7)$$

де k_{es}^{wrm} – кратність перевищення нормативів за санітарно-мікробіологічними показниками при дослідженні поверхневих вод в місцях масового відпочинку людей, безрозмірна величина; k_{es}^{wrch} – кратність перевищення нормативів за санітарно-хімічними показниками при дослідженні поверхневих вод в місцях масового відпочинку людей, безрозмірна величина; k_{es}^{wrp} – кратність перевищення нормативів за паразитологічними показниками при дослідженні поверхневих вод в місцях масового відпочинку людей, безрозмірна величина.

Ваговий коефіцієнт впливу забруднених ґрунтів в районі розташування пляжів пропонуємо визначати за формулою:

$$F_{es}^{sb} = (1,2 \times k_{es}^{sbm}) + (0,8 \times k_{es}^{sbch}) + (1,5 \times k_{es}^{sbp}), \quad (8)$$

де k_{es}^{sbm} – кратність перевищення нормативів за санітарно-мікробіологічними показниками при дослідженні якісного стану ґрунтів у районі розташування пляжів, безрозмірна величина; k_{es}^{sbch} – кратність перевищення нормативів за санітарно-хімічними показниками при дослідженні якісного стану ґрунтів в районі розташування пляжів, безрозмірна величина; k_{es}^{sbcp} – кратність перевищення нормативів за паразитологічними показниками при дослідженні якісного стану ґрунтів в районі розташування пляжів, безрозмірна величина.

Вважаємо, що основними причинами виникнення інфекційних захворювань є вживання неякісних харчових продуктів або питної води, забруднення поверхневих вод і ґрунтів у місцях масового відпочинку людей. Тому визначення окремого вагового коефіцієнту впливу на виникнення інфекційних захворювань пропонуємо розраховувати за формулою:

$$F^{sid} = F_{es}^f + F_{es}^{dvc} + F_{es}^{dvd} + F_{es}^{wr} + F_{es}^{sb}, \quad (9)$$

Ваговий коефіцієнт впливу рекреаційного водокористування на розвиток інфекційної захворюваності пропонуємо визначати за формулою:

$$F^{wr} = \frac{F_{es}^{wr}}{F^{sid}}, \quad (10)$$

Державна служба статистики України щорічно

публікує дані щодо кількості осіб, які захворіли інфекційними хворобами, а також інтегральний показник інфекційних хвороб на 100 тис. населення.

Для визначення виникнення інфекційних хвороб внаслідок рекреаційного водокористування пропонуємо використовувати формулу:

$$I_{id}^{wr} = F^{wr} \times I_{id}, \quad (11)$$

де I_{id}^{wr} – інтегральний показник виникнення інфекційних хвороб внаслідок рекреаційного водокористування на 100 тис. населення; F^{wr} – ваговий коефіцієнт впливу забруднення поверхневих вод у місцях масового відпочинку, безрозмірна величина; I_{id} – інтегральний показник інфекційних хвороб на 100 тис. населення.

Застосування запропонованої методики визначення впливу вагових коефіцієнтів дасть змогу проаналізувати причини виникнення інфекційних захворювань з метою мінімізації джерел забруднення і створення комфортних умов життєдіяльності населення.

Визначення небезпеки для здоров'я населення при рекреаційному водокористуванні міських пляжів м. Харків (Україна)

Авторами статті проведено дослідження якісного стану поверхневих вод за гідрохімічними і бактеріологічними показниками влітку 2021 року на 6 пляжах міста Харків:

- Журавлівський гідропарк (місце громадського купання);
- Безлюдівське водосховище (платний пляж);
- Жовтневий гідропарк (р. Уди, в районі моста через греблю, пляж біля пташиного ринку);
- Основ'янське озеро (о. Комсомольське, громадський пляж);
- Петренківський ставок (вул. Краснодарська, перехрестя просп. Тракторобудівників, пляж);
- Пляж р. Уди (в районі пішохідного мосту, смт Пісочин «Мобіль»).

Результати аналізів проб води представлено в табл. 1.

В роботі [15] визначено потенційний ризик для здоров'я населення при рекреаційному водокористуванні міських пляжів м. Харків за гідрохімічними і бактеріологічними показниками. Майже на всіх пляжах значення ризику відповідають 4 і 5 класу небезпеки (великий і дуже великий вплив на здоров'я населення). Як показали результати оцінки потенційного ризику для здоров'я населення при рекреаційному водокористуванні пляжів м. Харків, найбільші значення ризику наявні за бактеріологічними показниками, що підкреслює

необхідність урахування при розрахунку ризику санітарно-бактеріологічних досліджень [15]. Так, на пляжі Петренківський ставок, який розташовано по вул. Краснодарська міста Харків норматив індексу

лактозо-позитивної кишкової палички перевищено у 136 разів (фото 1).

Таблиця 1

Перевищення нормативів якості поверхневих вод на пляжах м. Харків

Найменування показника	Кратність перевищення нормативу
Журавлівський гідропарк (місце громадського купання)	
Хімічне споживання кисню (ХСК)	1,41
Фосфати (у перерахунку на PO_4^{3-})	1,37
Біохімічне споживання кисню (БСК ₅)	3,35
Нафта і нафтопродукти	1,43
Індекс лактозо-позитивної кишкової палички	23,00
Безлюдівське водосховище (платний пляж)	
Хімічне споживання кисню (ХСК),	1,18
Біохімічне споживання кисню (БСК ₅)	2,86
Індекс лактозо-позитивної кишкової палички	30
Жовтневий гідропарк (р. Уди, в районі моста через греблю)	
Хімічне споживання кисню (ХСК)	1,10
Фосфати (у перерахунку на PO_4^{3-})	1,90
Біохімічне споживання кисню (БСК ₅)	3,30
Індекс лактозо-позитивної кишкової палички	72,00
Основ'янське озеро (о. Комсомольське, громадський пляж)	
Біохімічне споживання кисню (БСК ₅)	2,01
Індекс лактозо-позитивної кишкової палички	76,00
Петренківський ставок (вул. Краснодарська, перехрестя просп. Тракторобудівників)	
Фосфати (у перерахунку на PO_4^{3-})	2,83
Біохімічне споживання кисню (БСК ₅)	1,83
Індекс лактозо-позитивної кишкової палички	136,00
Пляж р.Уди, в районі смт Пісочин (пішохідний міст)	
Хімічне споживання кисню (ХСК)	1,93
Фосфати (у перерахунку на PO_4^{3-})	4,00
Біохімічне споживання кисню (БСК ₅)	4,13
Нафта і нафтопродукти	1,40
Індекс лактозо-позитивної кишкової палички	1,1



Фото 1. Пляж Петренківського ставка, який розташовано по вул. Краснодарська міста Харків

Аналізу сучасного стану інфекційної захворюваності внаслідок рекреаційного водокористування Харківської області (Україна)

Захворюваність населення Харківської області на деякі інфекційні хвороби (ентерити,

сальмонельоз, дизентерія, вірусний гепатит А, лептоспіроз) за період з 2007 року по 2019 рік проаналізовано на основі офіційних даних обласного управління державної статистики в Харківській області (рис.1).

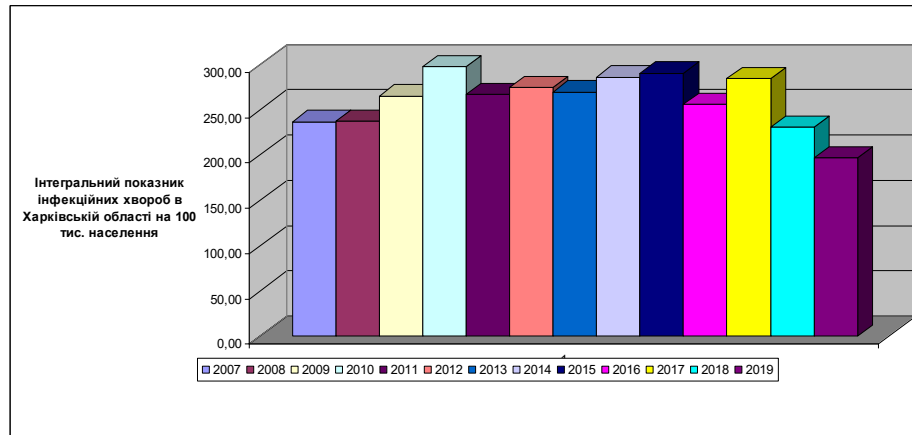


Рис. 1. Динаміка захворюваності населення Харківської області на деякі інфекційні хвороби за період з 2007 року по 2019 рік

Інтегральний показник інфекційних хвороб на 100 тис. населення за цей період змінювався повільно: найменше значення було у 2019 році – 196,34, а найбільше значення – у 2010 році (297,02).

За методом оцінювання вагових коефіцієнтів впливу на розвиток інфекційної захворюваності за формулою (11) визначено інтегральний показник

виникнення інфекційних хвороб внаслідок рекреаційного водокористування на 100 тис. населення (I^{wr}_{id}) за період з 2013 року по 2019 рік.

Найбільше значення вагового коефіцієнту впливу забруднення поверхневих вод у місцях масового відпочинку (F^{wr}) було у 2016 році (рис. 2).

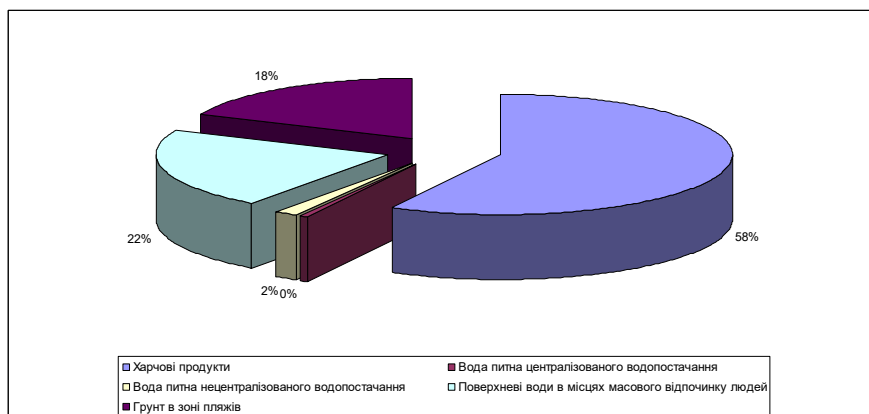


Рис. 2. Джерела виникнення інфекційної захворюваності у 2016 році

Інтегральний показник виникнення інфекційних хвороб внаслідок рекреаційного водокористування на 100 тис. населення (I^{wr}_{id}) у 2019 році має значення 20,87, оскільки найбільший вплив на розвиток інфекційної захворюваності мала неякісна питна води децентралізованого водопостачання – 53,06 %, а якісний стан

поверхневих вод у місцях масового відпочинку людей – 10,63%.

Висновки

1. У статті представлено новий метод визначення інтегрального показника виникнення інфекційної захворюваності внаслідок рекреаційного водокористування. На основі даних

щорічної звітності Державної установи «Харківський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України» за період з 2013 року по 2019 рік відповідно до запропонованого методу вперше розраховано вагові коефіцієнти впливу на розвиток інфекційної захворюваності для харчових продуктів, питної води із централізованого і децентралізованого водопостачання, рекреаційного водокористування і забруднення ґрунтів на території пляжів. Аналіз значень інтегрального показника виникнення інфекційної захворюваності внаслідок рекреаційного водокористування дозволяє прийняти превентивні заходи попередження спалаху інфекцій.

2. Аналіз основних причин виникнення інфекційної захворюваності дозволив розробити новий метод визначення вагових коефіцієнтів для оцінки інтегрального показника інфекційних хвороб. Вагові коефіцієнти визначаються на основі звітів державної санітарно-епідеміологічної служби, яка проводить санітарно-мікробіологічні, санітарно-хімічні дослідження і дослідження за паразитологічними показниками. Визначаються окремо вагові коефіцієнти для визначення впливу на виникнення інфекційних хвороб неякісних харчових продуктів і питної води централізованого і нецентралізованого водопостачання, стану забруднення поверхневих вод і ґрунтів у місцях масового відпочинку людей шляхом оцінки відсотка проб, які не відповідають нормативам.

3. Визначення вагових коефіцієнтів для оцінки інтегрального показника інфекційних хвороб на основі аналізу даних Харківської державної санітарно-епідеміологічної станції за період з 2013 року по 2019 рік показало, що за цей період найбільший вплив забруднення поверхневих вод в місцях масового відпочинку був у 2016 році – 22%, а в інші роки приблизно – 10%. Оцінювання вагових коефіцієнтів дає змогу аналізувати причини виникнення інфекційних хвороб і приймати науково-обґрунтовані управлінські рішення, які мають бути спрямовані на забезпечення здоров'я, безпеку і комфортність життєдіяльності населення.

4. Проведено аналіз якісного стану 6 міських пляжів м. Харків за гідрохімічними і бактеріологічними показниками. На всіх пляжах спостерігається перевищення значень біогенних і бактеріологічних показників, що створює загрозу виникнення інфекційних захворювань. Значення ризику відповідають 4 і 5 класу небезпеки (великий і дуже великий вплив на здоров'я населення).

Література

1. Рибалова О.В., Бригада О.В., Ільїнський О.В., Бондаренко О.О. Визначення небезпеки рекреаційного водокористування річки Лопань в Харківській області // *International independent scientific journal*, №33 2021, p. 39-45

2. Rybalova O., Bryhada O., Ilyinsky O., Bondarenko A. Assessment of the ecological state of the Seversky Donets basin in the Kharkiv region // *Norwegian Journal of development of the International Science*, № 49 (2020) VOL.4, p. 27-33

3. Рибалова О.В., Горбань А.В. Визначення небезпеки рекреаційного використання малих річок Харківської області // *The 19 th International scientific and practical conference «SCIENTIFIC BASES OF SOLVING OF THE MODERN TASKS»*. Frankfurt am Main, Germany 2020. p 309- 313

4. Рибалова О.В., Ільїнський О.В., Бондаренко О.О. Оцінка потенційного ризику здоров'я населення при рекреаційному водокористуванні транскордонних річок Харківської області // *The 9 th International scientific and practical conference —Eurasian scientific congress* (September 6-8, 2020) Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain. 2020. p.52 -58

5. Рибалова О.В., Горбань А.В. Визначення небезпеки для здоров'я населення при рекреаційному використанні річки Сіверський Донець в Харківській області // *The 12th International scientific and practical conference “The world of science and innovation”* (July 1-3, 2021) Cognum Publishing House, London, United Kingdom. 2021. p.291-299

6. Vinten, A.J.A., Potts, J., Avery, L., Strachan, N.J. C. (2009). Microbial pollution of water by livestock: approaches to risk assessment and mitigation. // *Journal: animal*. Volume 3 / *Issue 5* / 744-752. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731109004005>

7. Hector Rubio-Arias, César Quintana, Jorge Jimenez-Castro, Ray Quintana, Melida Gutierrez (2010) Contamination of the Conchos River in Mexico: Does It Pose a Health Risk to Local Residents? // *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2010, 7(5), 2071-2084; <https://doi.org/10.3390/ijerph7052071>

8. Fitzmorris-Brisolara, K., RashaMaal-Bared, Worley-Morse, T., Danley-Thomson, A., MarkSobsey, M. (2022). Monitoring coliphages to reduce waterborne infectious disease transmission in the One Water framework // *International Journal of Hygiene and Environmental Health* Volume 240, 113921. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.113921>

9. Zi-linWei, Jing Miao, Zhong-wei Yang, Dan-yang, Shi Hai-yan, Wu Dong Yang, MinJin (2020). Contamination sources of the enteric virus in recreational marine water shift in a seasonal pattern. // *Science of The Total Environment*. Volume 743, 140641. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140641>

10. Schons Gularte, J., Girardi, V., Demoliner, M., Gilde Souza, F., Filippi, M., Antunes Eisen, A.K., D.Mena, K., Spilki, F. (2019). Human mastadenovirus in water, sediment, sea surface microlayer, and bivalve mollusk from southern Brazilian beaches. // *Marine Pollution Bulletin*, Volume 142, 335-349

11. Neha Tyagi Arun Kumar. (2021). Evaluation of recreational risks due to exposure of antibiotic-resistance bacteria from environmental water: A proposed framework. // *Journal of Environmental Management*. Volume 279, 111626. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111626>

12. Shumin Xiao, Pengna Yin, YanZhang, Xiaoyun Zhao, Liping Sun, Hongying Yuan, Jingfang Lu, SikeHu (2018). Occurrence, genotyping, and health risk of *Cryptosporidium* and *Giardia* in recreational lakes in Tianjin, China. // *Water Research*. Volume 141, 46-56. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.05.016>

13. Girardi, V. Demoliner, M., Gularte, J.S., Spilki F.R. (2019). Don't put your head under water': enteric viruses in Brazilian recreational waters. // *New Microbes and New Infections*. Volume 29, 100519. <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2019.100519>

14. Gandy, S., Hansford, K., McGinley, L., Cull, B., Smith, R., Semper, A., Brooks, T., ... M.Medlock, J. (2022). Prevalence of *Anaplasma phagocytophilum* in questing Ixodes ricinus nymphs across twenty recreational areas in England and Wales. // *Ticks and Tick-borne Diseases*. Volume 13, Issue 4, 101965. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2022.101965>

15. Rybalova O., Malovanyy M., Bondarenko O., Proskurnin O., Belokov K., Korobkova H. Method Of Assessing The

- Potential Risk To The Health Of The Population During Recreational Water Withdrawal. // *Journal of Ecological Engineering*. 2022. № 23(5). С. 81–91. URL: <http://www.jeeng.net/pdf-146998-73500?filename=Method%20of%20Assessing%20the.pdf>
16. Рыбалова О.В., Алексеева А.М., Тищенко Є.Б. Динаміка інфекційної захворюваності в місті Харків внаслідок забруднення поверхневих вод // *The I International Science Conference «Problems of modern science and practice»*, September 21 – 24, 2021, Boston, USA. p. 190 – 196
17. F. M. Schets, M. De Roda Husman, H. Havelaar, (2011). Disease outbreaks associated with untreated recreational water use. // *Epidemiology & Infection*. Volume 139 / Issue 7 / 139, 1114–1125. f Cambridge University Press 2010. doi:10.1017/S0950268810002347
18. Rybalova O.V., Stupka T.P. The influence of climate change on the ecological condition of the Oskil river basin // *The XXIII International Science Conference «Theory, practice and science»*, April 27-30, 2021, Tokyo, Japan. p. 132-138
19. Як змінюється клімат в Україні. URL: <https://menr.gov.ua/news/35246.html> (дата звернення: 14.08.2022)
20. Рыбалова О.В., Золотарьова С.О. Небезпека збільшення температури повітря для здоров'я населення // *The VII International Science Conference «Modern trends in development science and practice»*, November 02-05, 2021, Varna, Bulgaria. p.148-152
21. A.Rayan, R., Choudhury, M., Mitrajit Deb, Chakravorty, A., Moni Devi, R., Mehta, J. (2021). Chapter 10 - Climate change: impact on waterborne infectious diseases. *Water Conservation in the Era of Global Climate Change*. 213-228. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820200-5.00014-2>

References

- Rybalova O. V., Bryhada O.V., Ilinskyi O. V., Bondarenko O.O. (2021) Vyznachennia nebezpeky rekreatsiinoho vodokorystuvannia richky Lopan v Kharkivskii oblasti. *International independent scientific journal*, №33, p. 39-45.
- Rybalova O., Bryhada O., Ilyinskiy O., Bondarenko A. (2020) Assessment of the ecological state of the Seversky Donets basin in the Kharkiv region. *Norwegian Journal of development of the International Science*, № 49, VOL.4, p.27-33.
- Rybalova O.V., Horban A.V. (2020) Vyznachennia nebezpeky rekreatsiinoho vykorystannia malykh richok Kharkivskoi oblasti. *The 19 th International scientific and practical conference « SCIENTIFIC BASES OF SOLVING OF THE MODERN TASKS»*. Frankfurt am Main, Germany, p 309-313.
- Rybalova O.V., Ilinskyi O.V., Bondarenko O.O. (2020) Otsinka potentsiinoho ryzyku zdorovia naseleennia pry rekreatsiinomu vodokorystuvanni transkordonnykh richok Kharkivskoi oblasti. *The 9 th International scientific and practical conference —Eurasian scientific congress* (September 6-8, 2020) Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain. p. 52 -58.
- Rybalova O.V., Horban A.V. (2021) Vyznachennia nebezpeky dlia zdorovia naseleennia pry rekreatsiinomu vykorystanni richky Siverskyi Donets v Kharkivskii oblasti. *The 12th International scientific and practical conference “The world of science and innovation” (July 1-3, 2021)* Cognum Publishing House, London, United Kingdom. p.291-299.
- Vinten , A.J.A., Potts, J., Avery, L., Strachan, N.J.C. (2009). Microbial pollution of water by livestock: approaches to risk assessment and mitigation. *Journal: animal*. Volume 3. Issue 5. P. 744-752. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731109004005>
- Hector Rubio-Arias, César Quintana, Jorge Jimenez-Castro, Ray Quintana, Melida Gutierrez (2010) Contamination of the Conchos River in Mexico: Does It Pose a Health Risk to Local Residents? *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2010, 7(5), 2071-2084; <https://doi.org/10.3390/ijerph7052071>
- Fitzmorris-Brisolara, K., RashaMaal-Bared, Worley-Morse, T., Danley-Thomson, A., MarkSobsey, M. (2022). Monitoring coliphages to reduce waterborne infectious disease transmission in the One Water framework *International Journal of Hygiene and Environmental Health Volume* 240, 113921. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.113921>
- Zi-linWei, Jing Miao, Zhong-wei Yang, Dan-yang, Shi Hai-yan, Wu Dong Yang, MinJin (2020). Contamination sources of the enteric virus in recreational marine water shift in a seasonal pattern. *Science of The Total Environment. Volume* 743, 140641. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140641>
- Schons Gularte, J., Girardi, V., Demoliner, M., Gilde Souza, F., Filippi, M., Antunes Eisen, A.K., D.Mena, K., Spilki, F. (2019). Human mastadenovirus in water, sediment, sea surface microlayer, and bivalve mollusk from southern Brazilian beaches. *Marine Pollution Bulletin, Volume* 142, 335-349
- Neha Tyagi Arun Kumar. (2021). Evaluation of recreational risks due to exposure of antibiotic-resistance bacteria from environmental water: A proposed framework. *Journal of Environmental Management. Volume* 279, 111626. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111626>
- Shumin Xiao, Pengna Yin, YanZhang, Xiaoyun Zhao, Liping Sun, Hongying Yuan, Jingfang Lu, SikeHu (2018). Occurrence, genotyping, and health risk of *Cryptosporidium* and *Giardia* in recreational lakes in Tianjin, China. *Water Research. Volume* 141, 46-56. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.05.016>
- Girardi, V. Demoliner, M., Gularte, J.S., Spilki F.R. (2019). Don't put your head under water': enteric viruses in Brazilian recreational waters. *New Microbes and New Infections. Volume* 29, 100519. <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2019.100519>
- Gandy, S., Hansford, K., McGinley, L., Cull, B., Smith, R., Semper, A., Brooks, T., ... M.Medlock, J. (2022). Prevalence of *Anaplasma phagocytophilum* in questing *Ixodes ricinus* nymphs across twenty recreational areas in England and Wales. *Ticks and Tick-borne Diseases. Volume* 13, Issue 4, 101965. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2022.101965>
- Rybalova O., Malovanyy M., Bondarenko O., Proskurnin O., Belokon K., Korobkova H. (2022) Method Of Assessing The Potential Risk To The Health Of The Population During Recreational Water Withdrawal. *Journal of Ecological Engineering*. № 23(5). С. 81–91. URL: <http://www.jeeng.net/pdf-146998-73500?filename=Method%20of%20Assessing%20the.pdf>
- Rybalova O.V., Aleksieieva A.M., Tishchenko Ye.B. (2021) Dynamika infektsiinoi zakhvoriuvanosti v misti Kharkiv vnaslidok zabrudnennia poverkhnevyykh vod. *The I International Science Conference «Problems of modern science and practice»*, September 21 – 24, Boston, USA. p. 190 – 196
- F.M. Schets, M. De Roda Husman, H. Havelaar, (2011). Disease outbreaks associated with untreated recreational water use. *Epidemiology & Infection*. Volume 139. Issue 7 / 139, 1114–1125. f Cambridge University Press 2010. doi:10.1017/S0950268810002347
- Rybalova O.V., Stupka T.P. (2021) The influence of climate change on the ecological condition of the Oskil river basin. *The XXIII International Science Conference «Theory, practice and science»*, April 27 – 30, Tokyo, Japan. p. 132-138
- Yak zminiuietsia klimat v Ukraini.. URL: <https://menr.gov.ua/news/35246.html> (data zvernennia:14.08.2022)
- Rybalova O. V., Zolotarova S.O. (2021) Nebezpeka zbilshennia temperatury povitria dlia zdorovia naseleennia. *The VII International Science Conference «Modern trends in*

development science and practice», November 02 – 05, Varna, Bulgaria. p.148-152
21. A.Rayan, R., Choudhury, M., Mitrajit Deb, Chakravorty, A., Moni Devi, R., Mehta, J. (2021). Chapter 10 - Climate change: impact on waterborne infectious diseases. *Water Conservation in the Era of Global Climate Change*. 213-228.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820200-5.00014-2>

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. кафедрою безпеки життєдіяльності та інженерної екології В.О. Юрченко, Харківський національний університет будівництва та архітектури, Україна

Автор: РИБАЛОВА Ольга Володимирівна
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри охорони праці та техногенно-екологічної безпеки Національний університет цивільного захисту України
E-mail - olgarybalova@ukr.net
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8798-4780>

Автор: АРТЕМ'ЄВ Сергій Робленович
кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри охорони праці та техногенно-екологічної безпеки Національний університет цивільного захисту України
E-mail - artemev.1967@nuczu.edu.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9086-2856>

Автор: БРИГАДА Олена Володимирівна
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри охорони праці та техногенно-екологічної безпеки Національний університет цивільного захисту України
E-mail - ebrigada@nuczu.edu.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5777-8516>

Автор: ІЛЬІНСЬКИЙ Олексій Володимирович
кандидат біологічних наук, викладач кафедри охорони праці та техногенно-екологічної безпеки Національний університет цивільного захисту України
E-mail - illinsky@nuczu.edu.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1737-9462>

Автор: БОНДАРЕНКО Олександр Олексійович
викладач кафедри охорони праці та техногенно-екологічної безпеки Національний університет цивільного захисту України
E-mail - bond62@nuczu.edu.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7544-3442>

Автор: КРИВОНОС Кристина Анатоліївна
кандидат медичинських наук, доцент директор КП «Санепідсервіс» Харківської міської ради
E-mail - kristina.krivonos@karazin.ua
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0302-0835>

DETERMINATION OF THE HAZARD OF RECREATIONAL WATER USE IN THE CITY KHARKIV (UKRAINE)

O. Rybalova¹, S. Artemiev¹, O. Bryhada¹, O. Ilinskiy¹, O. Bondarenko¹, K. Kryvonos²

¹National University of Civil Defence of Ukraine, Ukraine

²Municipal Enterprise "Sanepidservice", Ukraine

The use of polluted water bodies for recreation carries the threat of an outbreak of infectious diseases. A new method for determining the integral indicator of the occurrence of infectious diseases due to recreational water use is proposed.

The cause of infectious disease can be not only swimming in water bodies, but also poor-quality food or drinking water, as well as soil pollution on the territory of beaches. Therefore, in the study of infectious diseases associated with recreational water use, it is proposed to calculate weighting factors separately for food products (F^f), drinking water of centralized water supply (F^{dvc}), drinking water of non-centralized water supply (F^{dvd}), surface water in places of mass recreation of people (F^{wr}) and soil in the beach zone (F^{sb}) on the basis of research carried out by the bodies of the state sanitary and epidemiological service.

Based on the data of state statistics by using a new method, an integral indicator of the occurrence of infectious diseases as a result of recreational water use in the city of Kharkiv was determined.

The application of the proposed method will make it possible to make a scientifically based decision regarding the management of water resources and the protection of public health.

The authors of the article conducted a study of the quality of surface water according to hydrochemical and bacteriological indicators in the summer of 2021 on 6 beaches of the city Kharkiv. On all beaches, there is a significant excess of the values of biogenic and bacteriological indicators, which creates a threat of infectious diseases. The risk values correspond to the 4th and 5th class of danger (high and very high impact on public health).

The analysis of the evaluation of the weighting coefficients allows to determine the main causes of the development of infectious diseases in order to make scientifically based decisions on ensuring comfortable living conditions for the population.

Identifying all possible sources of pollution, being aware of changes that may negatively affect water quality, and providing adequate information to the population are important preventive measures for public health protection.

Keywords: public health, recreational water use, infectious disease, pollution sources, Kharkiv city.