

Девіз-шифр роботи “Питна вода”

Назва галузі науки «Цивільна безпека» (Безпека життєдіяльності)

НАУКОВА РОБОТА

**“ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ’Я НАСЕЛЕННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ
ПИТНОЇ ВОДИ В МІСТІ ХАРКІВ”**

Харків - 2020

РЕФЕРАТ

Наукова робота: 29 стор., 6 рис., 6 табл., 28 джерел.

Об'єкт дослідження – якість питної води в місті Харків.

Предмет досліджень: оцінка ризику для здоров'я населення споживання водопровідної питної води і відомих джерел міста Харків.

Методи дослідження: аналітичні дослідження проб питної води з міської водопровідної мережі і джерел міста Харків; оцінка рівня небезпеки споживання питної води для здоров'я населення.

Мета роботи: ідентифікація небезпечних джерел водопостачання на основі оцінки ризику для на здоров'я населення міста Харків.

Задачі роботи:

- аналіз системи водопостачання міста Харків;
- дослідження якості водопровідної питної води і відомих джерел міста Харків;
- удосконалення методу оцінки ризику для здоров'я населення від споживання питної води;
- оцінка ризику для здоров'я населення при споживанні водопровідної питної води та відомих джерел міста Харків.

Визначення рівня небезпеки споживання питної води є надзвичайно **актуальним** для міста Харків з населенням близько 1,5 млн. осіб, з високорозвиненою промисловістю і комунальним господарством.

ПИТНА ВОДА, ВОДОПОСТАЧАННЯ, ДЖЕРЕЛА, ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА, РИЗИК, ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ, ХАРКІВ

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 АНАЛІЗ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	5
1.1 Загальна характеристика водних ресурсів Харківської області.....	5
1.2 Водопостачання м. Харкова.....	6
1.3 Стан водопровідної мережі м. Харків	9
1.4 Характеристика джерел м. Харків.....	11
2 ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ СПОЖИВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ В МІСТІ ХАРКІВ.....	15
2.1 Вплив якості питної води на здоров'я населення	15
2.2 Удосконалення методики оцінки ризику для здоров'я населення споживання питної води	16
2.3 Оцінка ризику для здоров'я населення споживання водопровідної питної води і відомих джерел міста Харків	21
ВИСНОВКИ.....	26
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	27

ВСТУП

Проблема забезпечення населення України якісною питною водою з кожним роком ускладнюється і стає більш гострою. Вживання неякісної питної води є важливим чинником шкідливого впливу на здоров'я людей, причиною виникнення небезпечних інфекційних захворювань та збільшення загальної захворюваності населення.

Цим фактом обумовлена необхідність розробки інструментарію для виміру рівня небезпеки при вживанні питної води з метою впровадження заходів щодо його зменшення.

Визначення якісного стану питної води в місті Харків на основі оцінки ризику для здоров'я населення від споживання питної води є дуже **актуальною** задачею.

В роботі представлена удосконалена методика оцінки ризику для здоров'я населення від споживання питної води, що представляє **наукову новизну** роботи.

Аналіз забезпечення Харківської області якісними водними ресурсами і сучасного стану водопровідної мережі спрямовано на визначення основних проблем водопостачання в регіоні.

Для подолання існуючих недоліків у водопостачанні в Харківській області діє Програма «Питна вода Харківської області» на 2012-2020 роки.

В роботі вперше дана оцінка ризику для здоров'я населення від споживання питної води в місті Харків з метою визначення пріоритетності реалізації та ефективного впровадження заходів щодо покращення якості питної води і зменшення захворюваності населення, тому дослідження наукової роботи мають **практичну значимість**.

1 АНАЛІЗ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Загальна характеристика водних ресурсів Харківської області

Харківська область є великим індустріальним центром з розвинутою промисловістю, багатогалузевим сільським господарством і чисельними населеними пунктами. Але регіон має надзвичайно низьку забезпеченість водними ресурсами – 1,8% від загальних водних ресурсів України [1].

Харківська область розташована на вододілі двох річкових басейнів – Сіверського Дінця (21,93 тис. км² або 69,8% території області) та Дніпра (9,47 тис. км² або 30,2% території області).

Середня багаторічна забезпеченість сумарними водними ресурсами на 1 мешканця в Харківській області складає 1,35 тис. м³/рік, в тому числі річковим стоком – 0,8 тис. м³/рік [2].

Водні ресурси Харківської області формуються за рахунок транзитної притоки поверхневих вод по р. Сіверський Донець, місцевого річкового стоку, що формується в межах області, стічних, шахтних і кар'єрних вод, а також експлуатаційних запасів підземних вод [1].

В Харківській області налічується 867 річок, з них одна велика річка – Сіверський Донець, шість середніх річок, до яких відносяться Оскіл, Уди, Лопань, Мерла, Оріль, Самара, 172 малі річки довжиною більше 10 км та інші малі річки і струмочки.

Площі земель, зайняті водними об'єктами, складають 91,3 тис. га (2,9% території області), в тому числі під водосховищами і ставками 46,3 тис. га [1].

В області налічується 57 водосховищ (загальним об'ємом 15 млн. м³), 2538 ставків (загальним об'ємом 229 млн. м³).

Місцевий стік річок басейна Сіверського Дінця у роки середньої водності і маловодні роки у Харківській області становить відповідно 1,283 км³ та 0,519 км³, річки Дніпро 0,056 км³ та 0,014 км³. Середньо багаторічна забезпеченість сумарними водними ресурсами на 1 мешканця в

Харківській області складає 1,3 тис. м³/рік, в тому числі річковим стоком – 0,8 тис. м³/рік.

1.2 Водопостачання м. Харкова

Для водопостачання м. Харкова та населених пунктів області зараз використовуються три незалежних джерела водопостачання, два з яких знаходяться на значній відстані від самого міста [2]:

- р. Сіверський Донець з Печенізьким водосховищем (383 млн м³);
- канал Дніпро-Донбас з Краснопавлівським водосховищем (близько 410 млн м³);
- підземні води з артезіанських свердловин глибиною 80-800 м, розташованими в самому місті та області.

За рахунок цих трьох джерел у місті вирішується питання цілодобового й безперебійного водопостачання. Загальна середньодобова подача питної води за 2019 рік склала 558,8 тис. м³, з них на м. Харків надійшло 526,6 тис. м³ (94,2%) води.

Динаміка забору води з природних водних об'єктів за період з 2010 по 2019 роки представлена на рис. 1.1.

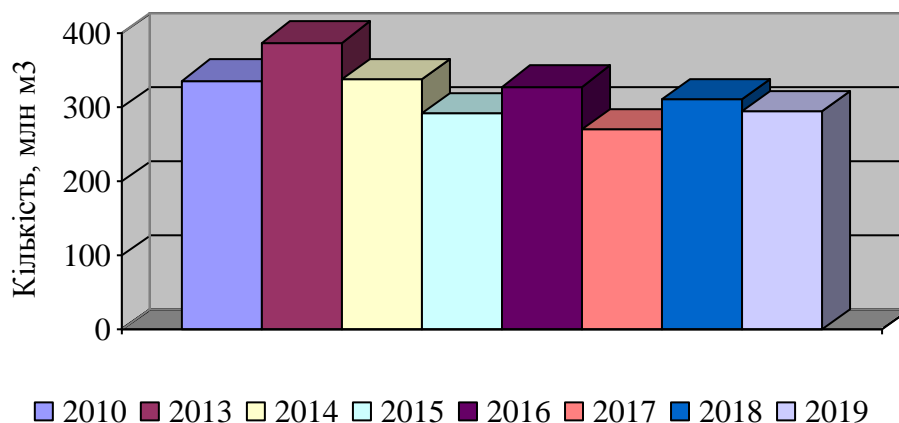


Рисунок 1.1 – Динаміка забору води з природних водних об'єктів Харківської області за період з 2010 по 2019 роки

Послуги споживачам з централізованого водопостачання та водовідведення в Харківській області надають 78 комунальних підприємств, найбільше з них – КП «Харківводоканал» [2, 3.] (рис. 1.2).

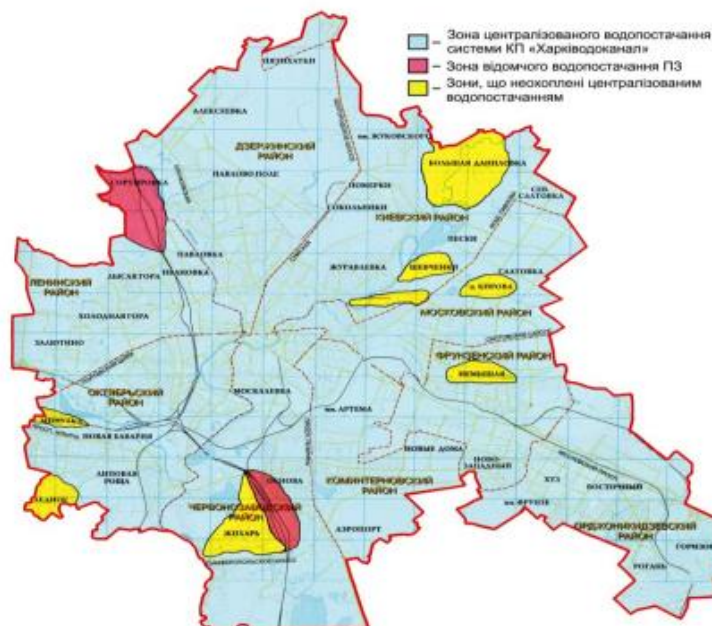


Рисунок 1.2 – Зона надання послуг водопостачання у м. Харків [4]

Основним джерелом водопостачання є Печенізьке водосховище, вода якого є найкращою в регіоні за гідробіологічним та сольовим складом. Вона очищується на Комплексі водопідготовки «Донець» і подається п'ятьма магістральними водогонами діаметром 900-1600 мм загальною довжиною 161,2 км. Частка в загальній подачі питної води становить 440,7 тис. м³/добу або 75,4%.

Другим незалежним джерелом водопостачання для м. Харків є Краснопавлівське водосховище, в яке з каналу «Дніпро-Донбас» надходить сульфатна вода з Дніпродзержинського водосховища. Очищення води відбувається також на Комплексі водопідготовки «Дніпро», вода подається в місто за двома ниткам магістральних водогонів діаметром 1200-1400 мм загальною довжиною 261,1 км. Їх частка в загальній подачі питної води становить 134,09 тис. м³/добу, або 22,9%.

У якісному відношенні води обох джерел кілька різняться: Сіверський Донець несе гідрокарбонатні кальцієві води, а Дніпро – сульфатні кальцієві. Ці води – прісні, з мінералізацією до 1 г/дм^3 , мають прийнятну загальну жорсткість – $5-7 \text{ ммоль/дм}^3$.

Однак у обох джерел спостерігається невідповідність питним нормативам по ряду мікроелементів (органічний і неорганічної природи) що обумовлено неминучим техногенним забрудненням на великих водозбірних територіях указаних річок.

Відмінною рисою якості води з Сіверського Дінця являється систематично вищі показники мутності та вміст завислих речовин, що пов'язано з перенесенням цих речовин до річки (особливо в періоди танення снігу і злив). В Краснопавлівському водосховищі такого не спостерігається, бо дніпровська вода відстоюється перед відбором. Ще важливими недоліками цих джерел поверхневих вод є коливання температури води і її цвітіння в весняно-літній період.

Третім незалежним джерелом водозабезпечення м. Харкова є артезіанські свердловини. Наразі їх внесок в систему міського водопостачання становить лише $9,7 \text{ тис. м}^3$ або $1,7\%$ [3, 5].

Джерелом водопостачання населення та галузей економіки є підземні та поверхневі води басейну річок Сіверського Дінця та Дніпра.

Забезпечення маловодних регіонів області (Лозівський, Первомайський, Харківський райони) та м. Харків здійснюється за рахунок перекидання води з Краснопавлівського водосховища каналом Дніпро-Донбас. Забезпечення маловодних регіонів області (Лозівський, Первомайський, Харківський райони) склав $52,14 \text{ млн. м}^3$. Обсяг затверджених експлуатаційних запасів підземних вод Харківської області – $0,55038 \text{ тис. м}^3/\text{добу}$ [1].

На рис. 1.3 представлена схема водопостачання міста Харків.

мереж системи подачі та розподілу води КП «Харківводоканал» становить 2657,9 км, в т.ч. магістральні водоводи – 802,7 км (30,2 %), водопровідні мережі – 1855,2 км (69,8 %) [2].

Безпосередньо по м. Харкову експлуатується 2169,7 км водоводів і водопровідних мереж, в т.ч. водоводи – 314,5 км, водопровідні мережі – 1855,2 км [2].

Протяжність технічно зношених водоводів і водопровідних мереж системи КП «Харківводоканал» становить 1401,3 км (52,72 % від загальної протяжності), в т.ч. магістральні водоводи – 391,6 км (14,73 %), водопровідні мережі – 1009,7 км (37,99 %) [2].

Протяжність трубопроводів системи КП «Харківводоканал» за строком експлуатації становить:

- до 10 років – 49,54 км (1,89 %);
- до 20 років – 136,73 км (5,20 %);
- до 30 років – 594,99 км (22,65 %);
- до 40 років – 452,0 км (17,20 %);
- до 50 років – 533,98 км (20,33 %);
- до 60 років – 414,17 км (15,77 %);
- до 70 років – 111,86 км (4,26 %);
- понад 70 років – 333,90 км (12,70 %) [2].

Кількість пошкоджень на водоводах і водопровідних мережах міста має стійку тенденцію до збільшення. У м. Харкові також спостерігається чітка тенденція до збільшення протяжності технічно зношених мереж. За останні 20 років їх протяжність зросла майже на 40 % [2].

Підвищення аварійності на об'єктах водопроводу, збільшення питомих і непродуктивних витрат і матеріальних та енергетичних ресурсів, пов'язаних з незадовільним технічним станом споруд та обладнання, негативно впливає на рівень якості послуг з централізованого водопостачання та їх вартість [2].

Незадовільний технічний стан і зношеність основних фондів систем централізованого питного водопостачання потребують невідкладних заходів з їх реконструкції та технічного переоснащення [4].

1.4 Характеристика джерел м. Харків

На території міста знаходяться двадцять обладнаних для споживачів джерел. Найпопулярнішим серед населення є джерело Саржин яр – гідрологічна пам'ятка природи.

На вибір системи водопостачання впливає не тільки якість води. Пріоритетність вибору джерел, що розташовані у різних куточках мегаполісу, визначає місце розташування джерела та улаштування прилеглої території.

Отже, встановлено, що мешканці великого міста бажають використовувати питну воду з природних джерел, та все більша кількість населення відмовляється пити воду центрального водогону.

Джерельні води займають важливе місце в сучасній структурі питного водопостачання населення міст різних країн. Джерела можуть бути також додатковою складовою питного водопостачання в періоди надзвичайних ситуацій – техногенних аварій і природних катастроф [6]

В роботі [7] представлено аналіз водопровідної води, що пропонується мешканцям м. Харків. Результати аналізу показали, що вода водогонів міста не відповідає вимогам ДСанПіН2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [8] за багатьма показниками:

- за мікробіологічними показниками (знайдені коліфагі в 1 дм³ води, що досліджено, хоча за нормативами вони відсутні);

- за токсикологічними показниками нешкідливості хімічного складу питної води (встановлено перевищення за показником окиснюваність у 1,2 рази);

- за органолептичними показниками якості питної води (визначені більше нормативних показники запаху та присмаку);
- за показниками фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води (показник загальної лужності для води, що подається жителям трьох районів міста з каналу Дніпро-Донбас перевищує рекомендовані значення у 1,2-1,4 рази в залежності від пори року) [7].

Таке становище справ цілком оправдує потребу міського населення у чистій питній воді.

Дуже поширена для користування джерельна вода обладнаних джерел міста. Її використовують, як виявило опитування, 30 % населення. Але як встановив аналіз якості питної води не всі з двадцяти джерел Харкова мають якісну питну воду табл. 1.1 [5].

Міські джерельні води мають мінералізацію до 2 г/л і відносяться до природних столових вод. Поза межами міста розташовані джерела з лікувально-столовими водами з мінералізацією від 2-8 г/дм³. Біля таких джерел розташовані санаторії.

За даними спеціалістів-гідрогеологів встановлено [9], що територія Харківської області тяжіє до південно-західної частини Дніпровсько-Донецької западини, з якою пов'язаний значний басейн підземних вод. На території Харкова нараховують 24 водоносних горизонтів. З поверхневих горизонтів вода потрапляє до свердловин та колодязів. Під алювіальними відкладами у західній та північно-західній частинах області залягає полтавський горизонт. Під центральною частиною міста розповсюджений водоносний комплекс харківсько-верхнекіївських відкладень. Дуже значний водоносний комплекс – сеноман-нижнемеловий знаходиться практично на всій території Харківської області. Ці горизонти характеризуються високою водообільністю та відмінною якістю води.

Таблиця 1.1 – Результати лабораторних досліджень води популярних джерел Харкова [5]

Адреса чи найменування джерела	рН	Жорсткість, мг-екв/дм ³	Аніони та катіони, мг/дм ³						Макро- та мікро елементи, мг/дм ³								
			HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Ni	Co	Cd	Cu	Pb	Mn	Cr	Zn	Fe ²⁺
Джерело на вул. А. Бучми	6,9	6,1	260,1	20,6		0,04	10,1	0,22		0	0	0,01	0		0,012	0,11	0,21
Глибокий Яр	7,0	7,04	5,24	23,3	311,6	0,04	13,0	0,04	0,025	0	0	0,01	0	0,06	0,020	0,01	0,25
Саржин Яр	7,1	7,2	5,6	60,4	110,2	0,08	16,3	0,04	0,01	0	0,01	0,01	0,001	0	0	0,01	0,2
Парк Юність	6,7	9,6	8,8	63,3	128,8	0,004	14,4	0,2	0,08	0,001	0,01	0,08	0	0,08	0,075	0,01	0,2
Олексіївське	6,9	6,8	6,2	38,4	96,6	0,011	24,4	0,06	0	0	0	0,018	0	0	0	0,14	0,2
Манжосов Яр	7,0	6,5	6,4	24,2	112,4	0,01	22,1	0,14	0,01	0	0,006	0,04	0,01	0	0	0,02	0,2
Китлярчин Яр	8,3	6,7		32,1	350,0	0,015	19,3	0,105	0	0	0	0,02	0	0		0,11	0,01
Тюринське	7,7	6,3	5,2	80,6	132,6	0,11	23,8	0,11	0	0	0	0,08	0	0,15	0	0,11	0,16
Джерело на вул. В. Зубенка, 46	6,9	7,6	7,1	36,8	315,8	0,012	12,0	0,09	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0	0,02
Немишлянське	7,1	6,1	6,2	62,4	300,2	0,11	48,5	0,21	0	0	0	0,08	0	0	0,014	0	0,11
Холодногірське	6,3	6,2	5,1	20,2	104,5	0,004	0,78	0,01	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0,08
Шатилівське	6,7	7,4	5,7	66,3	128,4	0,08	14,3	0,12	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0,12

За прогнозом запаси підземної води Харківської області складають 1412,6 млн. м³ на рік. У 2019 р. відбір води з надр землі Харківської області за всіма горизонтами в середньому складає біля 100 тис. м³ на добу.

Місто Харків тільки з мелових відкладень може отримати води біля 180 тис. м³ на добу [10].

Дослідження джерельної води за фізико-хімічними показниками жорсткості та лужності у 1,5-3 рази нижча, ніж ці показники у воді міського водогону; органолептичні показники значно кращі, ніж у водопровідній воді; а за кількістю хімічних елементів корисних для здоров'я людини, джерельна вода значно краще водопровідної [10].

Джерела, використання води з яких заборонено санітарною службою, закриті для споживання. Вода в них має відхилення від нормативних показників за присмаком, жорсткістю та вмісту сульфатів [7]

Але автори роботи [9] в результаті 10-річних спостережень за гідрохімічним складом води джерел в м. Харкові виявили, що середні вмісти нітратів в ній значно перевищують природні, що свідчить про техногенне забруднення джерельної води. Використання води окремих джерел для питних цілей можливе тільки при відповідній її очистці.

Необхідно проведення комплексних досліджень джерельної води, яке повинне включати всебічне вивчення зон живлення (в першу чергу, їх екологічну захищеність), динаміку зміни екологічної і техногенної обстановки в містах та інших населених пунктах, наявність зон санітарної охорони, упорядкування і захищеність каптажів.

Якість джерельних вод м. Харків досліджено в багатьох наукових роботах [2, 5, 6, 7, 9, 10], але необхідно відзначити, що в недостатній мірі організовано санітарно-бактеріологічний контроль якості питної води, не досліджено їх вплив на здоров'я населення. Тому визначення рівня небезпеки споживання населенням питної води в місті Харків, які представлено в цій науковій роботі є дуже актуальними.

2 ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ СПОЖИВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ В МІСТІ ХАРКІВ

2.1 Вплив якості питної води на здоров'я населення

Питанню визначення рівня небезпеки використання питної води та його впливу на здоров'я населення присвячено чимало досліджень в усіх країнах світу [11-16].

Автори роботи [11] провели дослідження чинників небезпеки і просторові варіації вмісту важких металів у джерелах питної води провінції Хузистан на півдні Ірану. Оцінка індексу небезпеки (НІ) показала загрозу здоров'ю місцевих споживачів питної води у довгостроковій перспективі.

Вплив вмісту важких металів річки Тайпу у Китаї, яка використовується для питного водопостачання, на здоров'я населення досліджено в роботі [12]. Аналіз якісного стану річки за три сезони (сухий сезон, на початку сезону дощів, і наприкінці сезону дощів) показав низький і середній рівень ризиків, пов'язаних із вмістом важких металів. Метали, які накопичуються в навколишньому середовищі, є основними можливими джерелами небезпеки в сухий сезон, а викиди від промислових підприємств були основними джерелами небезпеки в сезон дощів.

Дослідження [13] доказали вплив вмісту фтору в питній воді на розвиток синдрому Дауна. Визначено небезпечний рівень вмісту фтору в питній воді.

Автори роботи [14] проаналізували рівень небезпеки нітратів у питній воді і доказали необхідність зміни стандартів для питної води й підземних водних ресурсів з урахуванням потенційних наслідків для здоров'я людини й з урахуванням можливої економії за рахунок зниження витрат для видалення нітратів і запобіганню нітратного забруднення.

Дослідження [15] спрямоване на вивчення факторів, пов'язаних з забрудненням в Гані кишковою паличкою, опирається на національно

репрезентативне опитування домогосподарств. В 2012-2013 рр. було проведено оцінку якості життя, а також якості води на основі обстеження 3096 ділянок споживання води за вмістом *E. coli*. Зв'язок між здоров'ям населенням і забрудненням питної води досліджували за допомогою поліноміальної регресії. Аналіз результатів дослідження показує необхідність використання фасованої питної води з метою забезпечення захисту здоров'я населення від споживання питної води, що містить кишкову паличку.

Аналіз причин виникнення спалахів захворювань, пов'язаних із забрудненням питної води в Сполучених Штатах, допомогли в зусиллях щодо запобігання виникнення інфекційних хвороб на національному, державному й місцевому рівнях. У статті [16] описується зміна характеру спалахів хвороб у суспільних системах водопостачання в 1971-2008 рр. і обговорюється важливість удосконалення системи моніторингу з метою створення ефективної дослідницької програми й галузевих заходів щодо поліпшення якості питної води. Останні статистичні дані спостереження свідчать, що зусилля з профілактики на основі цих досліджень виявилися ефективними в зниженні ризику спалаху, особливо для поверхневих водних систем.

Проблемі оцінювання якості питної води присвячено чимало досліджень українських вчених [17-19].

2.2 Удосконалення методики оцінки ризику для здоров'я населення споживання питної води

В багатьох країнах світу з метою визначення рівня екологічної небезпеки застосовують методи оцінки ризику для здоров'я населення [20-22]. Але в нашій країні існує лише одна офіційно затверджена методика обчислювання величини ризику для здоров'я населення при забрудненні атмосферного повітря [23]. В Росії використовують методику оцінки ризику для здоров'я населення при забрудненні атмосферного повітря, поверхневих

вод, ґрунтів, питної води і харчових продуктів [24], яка заснована на концепції ризику для здоров'я населення Агентства з охорони навколишнього середовища США (EPA USA). Адаптація американського наукового підходу до визначення ризику для здоров'я населення є дуже актуальною задачею. В роботах [25-27] удосконалено методику оцінки ризику для здоров'я населення при рекреаційному водокористуванні, а в даній науковій роботі вперше адаптовано методику оцінювання ризику для здоров'я населення при вживанні питної води, що представляє наукову новизну роботи.

Метод оцінки ризику для здоров'я населення передбачає окремо визначення канцерогенного ризику та індексу небезпеки.

Оцінювання канцерогенного ризику здійснюється поетапно:

- узагальнення й аналіз усієї наявної інформації про шкідливі фактори, особливості їх дії на організм людини, рівнях експозиції.
- розрахунки індивідуального канцерогенного ризику для кожної речовини, що надходить в організм людини аналізованими шляхами;
- розрахунки індивідуального канцерогенного ризику для кожного канцерогенного компонента досліджуваної суміші хімічних речовин, а також сумарного канцерогенного ризику для всієї суміші.
- розрахунки сумарних канцерогенних ризиків для кожного з аналізованих шляхів потрапляння, а також загального сумарного канцерогенного ризику для всіх речовин і всіх аналізованих шляхів їх потрапляння в організм.

Для оцінки канцерогенного ризику для кожної забруднюючої речовини розраховуються показники ризику [24-26]:

$$CR = SF \cdot LADI, \quad (2.1)$$

де CR – ймовірність занедужати раком, безвимірна (звичайно виражається в одиницях 1:1000000);

SF – ймовірність одержання ракового захворювання у випадку прийому одиничної дози LADI, 1/мг/кг·доба.

Середньодобова доза потрапляння забруднюючих речовин з питною водою розраховується за формулою [24-26]:

$$LADI = \frac{C_w \times V \times EF \times ED}{BW \times AT \times 365}, \quad (2.2)$$

де C_w – концентрація речовини у питній воді, мг/л;

V – величина водоспоживання, л/доб; для дорослих – 2 л/доб; для дітей – 1 л/доб.

EF – частота впливу, діб/рік; 350 діб/рік;

ED – тривалість впливу, років; для дорослих – 30 років; для дітей – 6 років.

BW – маса тіла, мг/кг; для дорослих – 70 кг; для дітей – 15 кг.

AT – період експозиції, роки; для дорослих – 30 років; для дітей – 6 років; канцерогенний ризик – 70 років.

При оцінці канцерогенного ризику доцільно орієнтуватися на класифікацію рівнів небезпеки, представлену в табл. 2.1 [24-26].

Оцінка ризику розвитку неканцерогенних ефектів для окремих речовин проводиться на основі розрахунку коефіцієнта небезпеки за формулою:

$$HQ = \frac{LADDI}{RfD}, \quad (2.3)$$

де HQ – коефіцієнт небезпеки;

RfD – референтна (безпечна) доза, мг/кг.

Американська система моніторингу якості поверхневих і підземних вод дуже відрізняється від української, тому для деяких забруднюючих речовин відсутня інформація щодо референтних доз.

Таблиця 2.1 – Класифікація рівнів ризику

Рівень ризику	Ризик протягом життя
Високий: не прийнятний для виробничих умов і населення. Необхідне здійснення заходів з усунення або зниження ризику	$> 10^{-3}$
Середній: припустимий для виробничих умов; за впливу на все населення необхідний динамічний контроль і поглиблене вивчення джерел і можливих наслідків шкідливих впливів для вирішення питання про заходи з управління ризиком	$10^{-3}-10^{-4}$
Низький: припустимий ризик (рівень, на якому, як правило, встановлюються гігієнічні нормативи для населення	$10^{-4}-10^{-6}$
Мінімальний: бажана (цільова) величина ризику при проведенні оздоровчих і природоохоронних заходів	$< 10^{-6}$

Таким чином, американська методика оцінювання ризику для здоров'я населення при вживанні питної води потребує адаптації для застосування її при сучасній системі державного моніторингу навколишнього природного середовища.

В роботах [26-28] запропоновано адаптувати американську методику оцінювання ризику для здоров'я населення при рекреаційному водокористуванні. В цій статті пропонуємо для забруднюючих речовин, для яких відсутня інформація щодо референтних доз, визначати індекс небезпеки за наступною формулою:

$$HQ = \frac{C_w}{ГДК}, \quad (2.4)$$

де ГДК – гранично допустима концентрація для питних вод, мг/л.

Характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів за умов комбінованого й комплексного впливу хімічних сполук проводиться на основі розрахунку індексу небезпеки (ІН).

Індекс небезпеки для умов одночасного надходження декількох речовин тим самим шляхом (наприклад, інгаляційним або пероральним) розраховується за формулою [24-26]:

$$HI = \sum HQ_i, \quad (2.5)$$

де HQ_i – коефіцієнти небезпеки для окремих забруднюючих речовин.

В роботах [26, 28] запропонована класифікація рівнів небезпеки залежно від значення індексу небезпеки (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Класифікація рівнів небезпеки

Рівень небезпеки	Коефіцієнт / індекс небезпеки (HQ/HI)	Характеристика ризику
Мінімальний	$\leq 0,1$	Ризик виникнення шкідливих ефектів відсутній
Низький	0,1-1	Ризик виникнення шкідливих ефектів є зневажливо малим
Середній	1-5	Ризик розвитку шкідливих ефектів в особливо чутливих групах населення
Високий	5-10	Ризик розвитку несприятливих ефектів у більшій частини населення
Надзвичайно високий	≥ 10	Масові скарги, виникнення хронічних захворювань

Розрахунок індексів небезпеки проводять з урахуванням критичних органів та систем, які зазнають негативного впливу досліджуваних речовин. Для забруднюючих речовин, які не спостерігаються американською системою моніторингу, пропонуємо на основі аналізу літературних джерел

визначати критичні органи і системи людини, на які має вплив вживання питної води (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Вплив вживання неякісної питної води (за окремими забруднюючими речовинами) на здоров'я людини

Назва речовини	Органи та системи організму людини
Сухий залишок	ендокринна система
БСК ₅	ендокринна система, органи травлення
ХСК	ендокринна система, органи травлення
Хлориди	центральна нервова система, печінка, шлунок
Сульфати	кров, ендокринна система, кісткова система
Магній	ендокринна система, органи травлення
Кальцій	нирки
Азот амонійний	анемія, різні дерматити
Азот нітритний	кров
Азот нітратний	кров, серцево-судинна система
Фосфати	кісткова система
Залізо загальне	слизуваті, шкіра, імунітет
Мідь	шлунково-кишковий тракт, печінка
Марганець	центральна нервова система, кров
Цинк	кров, ендокринна система
Хром загальний	печінка, нірки, слизуваті, шлунково-кишковий тракт
Нафтопродукти	нирки
СПАР	органи дихання, шкіра
Фториди	карієс або флюороз зубів, кісткова система

2.3 Оцінка ризику для здоров'я населення споживання водопровідної питної води і відомих джерел міста Харків

В роботі [5] наведено інформацію щодо результатів лабораторних досліджень якості води популярних джерел м. Харків. На основі удосконаленої методики оцінки ризику для здоров'я населення визначено рівень небезпеки вживання питної води з джерел м. Харків. Оцінка канцерогенного ризику показала, що він є прийнятним (рис. 2.1).

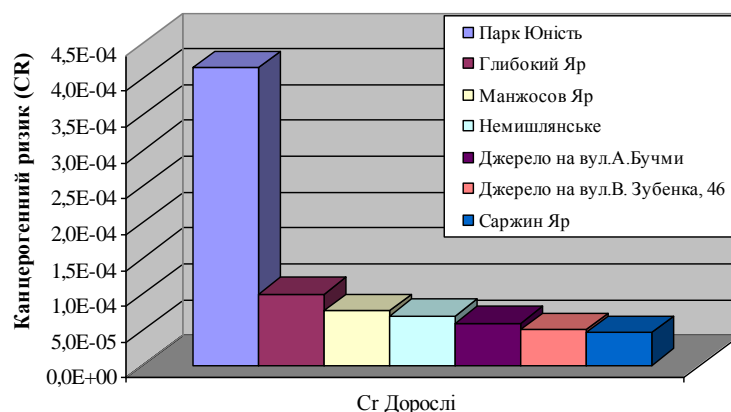


Рисунок 2.1 - Ранжування джерел питної води в м. Харків за величиною канцерогенного ризику

Ранжування джерел питної води в м. Харків за величиною індексу небезпеки для дітей і дорослих показало, що в найгіршому стані є джерело, що знаходиться в парку Юність (табл. 2.4, рис. 2.2). Ймовірність збільшення захворюваності населення при вживанні питної води з джерела, що знаходиться в парку Юність, представлено на рис. 2.3.

Таблиця 2.4 - Ранжування джерел питної води в м. Харків за величиною індексу небезпеки

Адреса чи найменування джерела	Індекс небезпеки (НІ) для дітей	Індекс небезпеки (НІ) для дорослих
Парк Юність	3,28	1,91
Немишлянське	3,15	1,85
Саржин Яр	2,50	1,30
Манжосов Яр	2,33	1,18
Тюринське	1,84	1,10
Глибокий Яр	1,69	1,12
Китлярчин Яр	1,65	1,17
Джерело на вул. В. Зубенка, 46	1,45	1,04
Олексіївське	1,38	0,78
Шатилівське	1,19	0,77
Джерело на вул. А. Бучми	0,75	0,36
Холодногірське	0,38	0,32

Відповідно до класифікації рівнів небезпеки (табл. 2.2) до джерел з незначним ризиком для здоров'я населення можна віднести лише два: джерело на вул. А. Бучми і Холодногірське джерело. Найбільший ризик збільшення захворюваності населення існує при вживанні питної води з джерела, що знаходиться в парку Юність.

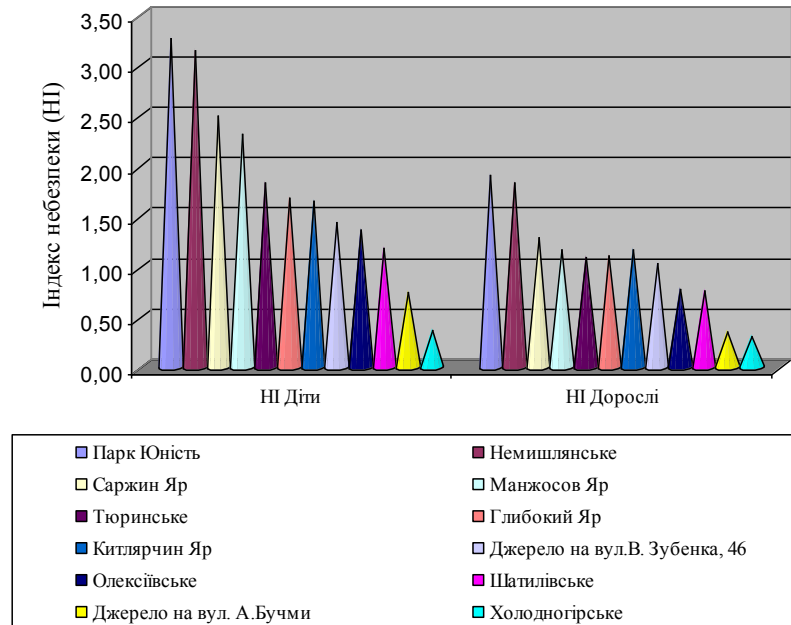


Рисунок 2.2 - Ранжування джерел питної води в місті Харків за величиною індексу небезпеки

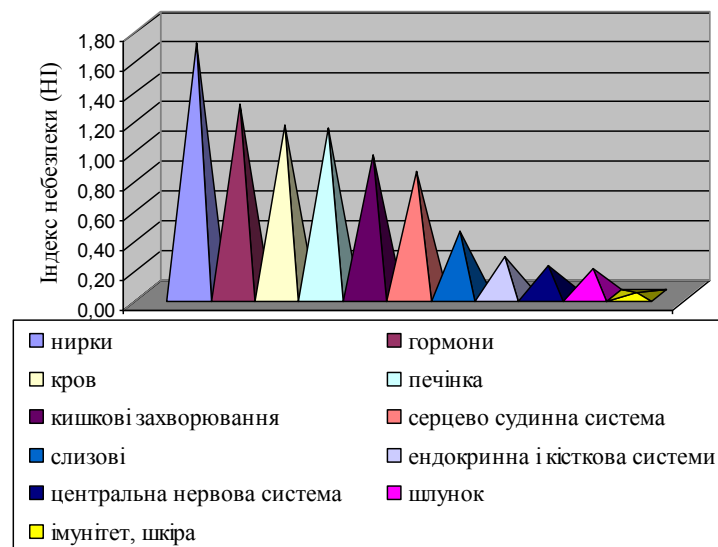


Рисунок 2.3 - Ймовірність збільшення захворюваності населення при вживанні питної води з джерел парку Юність м. Харків

Розрахунок індексу небезпеки показав, що при вживанні питної води з джерела, що знаходиться в парку Юність, найбільше ймовірність виникнення хвороб нирок, крові та печінки.

За даними регулярного контролю якості питної води КП «Харківводоканал» дана оцінка ризику для здоров'я населення споживання водопровідної води (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 - Ризик для здоров'я населення споживання водопровідної води в місті Харків

Показники	C, мг/дм ³	LADI	RFD/ГДК	HQ
Аміак	1,04	0,028	0,98	0,029
Нітрити	0,005	0,000	0,1	0,001
Залізо	0,08	0,002	0,3	0,007
Алюміній	0,25	0,007	1	0,007
Магній	55	1,507	11	0,137
Кальцій	80,2	2,197	41,4	0,053
Нітрати	0,64	0,018	1,6	0,011
Фтор	0,12	0,003	0,06	0,055
Мідь	0,042	0,001	0,019	0,061
Сульфати	418		250	1,672
Хлориди	89		250	0,356
Кремній	1,37		10	0,137
Сухий залишок	940		1000	0,940
СПАР	0,018		0,5	0,036
HI				3,50

Значення індексу небезпеки споживання водопровідної води в місті Харків показує, що існує ризик розвитку шкідливих ефектів в особливо чутливих групах населення (табл. 2.2).

В роботі [2] показано, що вода харківського водопроводу за вмістом хлорорганічних сполук в періоди різкого погіршення її якості у поверхневих водних об'єктах (паводок, «цвітіння» води тощо) не відповідає гігієнічним вимогам і є суттєвим фактором канцерогенного та мутагенного ризиків для здоров'я мешканців Харківського регіону. Цей факт свідчить про нагальну потребу в удосконаленні технологій знезараження водопровідної води.

Дослідження цієї наукової роботи також свідчать про необхідність впровадження природоохоронних заходів щодо зменшення ризику для здоров'я населення при вживанні питної води з водопровідної мережі і джерел м. Харкова.

Програмою розвитку КП «Харківводоканал на 2015-2026 рр.» [4] передбачено виконання першочергових робіт щодо санації, перекладки водогонів, водопровідних мереж та мереж водовідведення з метою поліпшення якості питної води в Харківській області. Програма розрахована на 11 років і буде виконуватися в 2 етапи.

ВИСНОВКИ

Погіршення якості питної води спричиняє збільшення захворюваності населення. Тому оцінка ризику для здоров'я населення споживання питної води в місті Харків є дуже актуальними.

В роботі вперше представлено удосконалену методику оцінки ризику для здоров'я населення при вживанні питної води, яка дозволяє визначити рівень небезпеки і пріоритетність заходів з управління факторами ризику.

Визначення ризику для здоров'я від вживання забруднених питних вод дозволяє прогнозувати ймовірність збільшення захворюваності, а також встановлювати першочерговість впровадження необхідних природоохоронних заходів.

Оцінка ризику для здоров'я людини при вживанні питної води з популярних джерел міста Харків показала, що більшість з них потребують впровадження профілактичних заходів.

В роботі вперше наведено кількісну характеристику залежностей шкідливих ефектів від рівнів впливу конкретних забруднюючих речовин, що дозволяє оцінити ймовірну загрозу здоров'ю населення, що представляє наукову новизну роботи.

Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення показала, що він є прийнятним. Але оцінка індексу небезпеки споживання питної води в місті Харків показала загрозу збільшення загальної захворюваності, особливо для чутливих груп населення.

Наступним етапом після оцінювання ризику для здоров'я населення є управління ризиком, тобто прийняття необхідних управлінських рішень щодо досягнення рівня прийнятності ризику з урахуванням технологічних та економічних можливостей найбільш небезпечних підприємств – природокористувачів по реалізації природоохоронних заходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2019 році / Харківська обласна державна адміністрація. Департамент екології та природних ресурсів. Х.,: 2020. 171 с.
2. Забезпечення рівного права на воду та санітарію в Харківській області: місцевий рівень. Харків, ООО «Цифра Принт», 2016. 107 с.
3. Офіційний сайт КП «Харківводоканал». URL: <https://vodokanal.kharkov.ua/content/watersupply>
4. Програма розвитку КП «Харківводоканал на 2015-2026 рр.». 24.12.2014. 69 с.
5. Гарбуз А.Г. Водопостачання у місті Харків / Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна серія «Екологія», 2016. Вип. 15. С. 99-105
6. Дмитренко Т.В., Костенко Н.В., Яковлев В.В. Экологические аспекты использования родниковых вод урбанизированных территорий для питьевого водоснабжения (на примере г. Харькова) / Науковий вісник будівництва. Харків: Вип. 21. 2003. С. 209-224.
7. Ричак Н.Л., Чепурна А.О. Склад та якість питної води різних джерел водопостачання (на прикладі Дзержинського району міста Харкова) // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського, 2012. Вип. 6 (77). С. 112-116
8. ДСанПіН2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Наказ МОЗ України від 12.05.2010 р. № 400.
9. Яковлев В. В., Дмитренко Т. В., Шараевская Л. А. Результаты исследования родников г. Харькова и перспективы их использования населением / Вісник Національного технічного університету «ХПІ». 2002. Вип. 3. С. 211-221
10. Прибилова В.М. Оцінка якісного складу питних підземних вод водоносного горизонту мергельно-крейдяних відкладів на території Харківської області / Вісник Харківського національного університету, 2013. Вип. 1049. С. 48-52.

11. Mohamad Sakizadeh, Rouhollah Mirzaei. (2016). Health Risk Assessment of Fe, Mn, Cu, Cr in Drinking Water in some Wells and Springs of Shush and Andimeshk, Khuzestan Province, Southern Iran. *Iranian Journal of Toxicology*. 2016;10(2):29-35
12. Hong Yao, Xin Qian, Hailong Gao, Yulei Wang, Bisheng Xia. (2014) Seasonal and Spatial Variations of Heavy Metals in Two Typical Chinese Rivers: Concentrations, Environmental Risks, and Possible Sources. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2014, 11(11). P. 11860-11878.
13. Marian Mcdonagh, Jos Kleijnen. (2001). Association of Down's syndrome and water fluoride level: a systematic review of the evidence. *BMC Public Health*20011:6 <https://doi.org/10.1186/1471-2458-1-6>© Whiting et al; licensee Biomed Central Ltd. 2001
14. Hans JM van Grinsvenemail, Mary H Ward, Nigel Benjamin, Theo M de Kok. (2006). Does the evidence about health risks associated with nitrate ingestion warrant an increase of the nitrate standard for drinking water? *Environmental Health*20065:26 <https://doi.org/10.1186/1476-069X-5-26>© van Grinsven et al; licensee Biomed Central Ltd. 2006
15. Jim Wright, Mawuli Dzodzomenyo, Nicola A. Wardrop, Richard Johnston, Allan Hill, Genevieve Aryeetey, Richard Adanu. (2016). Effects of Sachet Water Consumption on Exposure to Microbe-Contaminated Drinking Water: Household Survey Evidence from Ghana. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2016, 13(3), 303; doi:10.3390/ijerph13030303
16. Gunther Franz Craun. (2012). The importance of waterborne disease outbreak surveillance in the United States. *Ann. Ist. Super. Sanità* vol.48 n.4 Roma Oct./Dec. 2012
17. Бригадир М. І. Стан якості питної води в Україні / Матеріали конгресса «ЭКВАТЕК-2005». М., 2005. С. 116-119.
18. Дмитренко Т. В. Родники в городской черте. Экология города: Уч. пособие. К.: Либра, 2000. С. 65-68.

19. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води К.: Вища школа. 2005. 671с
20. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Integrated Risk Information System (IRIS). URL: <http://www.epa.gov/iris>
21. California Environmental Protection Agency (EPA). Toxicity Criteria Database/ URL: <http://www.oehha.org/risk/chemicalDB/index.asp>
22. Киселев А.Ф., Фридман К.Б. Оценка риска здоров'ю. СПб.: Питер, 1997. 100 с.
23. Методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. Затв. Наказом МОЗ України від 13.04.07 № 184. Київ, 2007. 40 с.
24. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920-04. М. Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России. 2004. 143с.
25. Рибалова О.В. Белан. С.В., Варивода Є.О. Оцінка небезпеки рекреаційного використання водотоків Харківської області як важливого показника якості життя // Восточно-Европейский журнал передовых технологий – Харьков, 2011. № 3/11 (51). С. 30-33.
26. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія / О.Г. Васенко, О.В. Рибалова, С.Р. Артем'єв і др. – Х.: НУГЗУ, 2015. 419 с
27. Васенко О.Г., Рибалова О.В., Коробкова Г.В. Методичні засади визначення екологічної небезпеки рекреаційного водокористування // Научн. – произв. журнал «Экология и промышленность» Харьков, №4- 2013. С.42-49
28. Рибалова О.В., Белан С.В. Новий підхід до комплексної оцінки ризику для здоров'я населення при забрудненні навколишнього природного середовища // Актуальные достижения европейской науки: тези між. наук.-практ. конф. (17-25.06.2014). Болгарія, 2014. С.76-82