

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра загальної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ЗОЗУЛЯ ВЛАДИСЛАВ МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 504:614.777:628.1.033(477.42)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ОЦІНКА ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ В УМОВАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ
ОБ'ЄДНАНОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ**

101 «Екологія»

Подається на здобуття освітнього ступеня магістра

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Науковий керівник:
Валерко Руслана Анатоліївна
доцент, к.с.-г.н.

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Зозуля В. М. Оцінка якості питної води в умовах Житомирської ОТГ.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 101 «Екологія». – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Кваліфікаційна робота містить результати досліджень, які стосуються якості питної води приватних джерел нецентралізованого водопостачання Житомирської громади та її впливу на стан здоров'я населення.

Зразки води із приватних колодязів відбирались на території міста Житомир та села Вереси, які досліджувались на вміст нітратів, заліза загального, твердості та показнику рН. Екологічну оцінку якості питної води здійснювали шляхом порівняння фактичного вмісту показника із стандартами, що діють на території України, а саме ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», який є обов'язковим для виконання та ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості», що носить переважно рекомендаційний характер. Встановлено, що перевищення нормативів зафіксовано для нітратів, нормативний вміст яких виявлено лише у питній воді колодязю по вул. Андріївська, 8 та перевищення вмісту твердості загальної у 1,2 рази - лише у питній воді с. Вереси. Вміст рН та заліза загального в жодному випадку не перевищував норматив.

Сумарний коефіцієнт забруднення підземної води коливався у межах від 1,5 по вул. Андріївська, 8 до 5,5 по вул. Короленка, 26. Для всіх зразків стан води був встановлений як сприятливий, а для вул. Короленка – задовільний.

Ризик для здоров'я дитячого та дорослого населення Житомирської громади від споживання питної води, розраховували на основі вмісту у ній нітратів та заліза загального. Встановлено, що величина ризику для дітей у 1,8 разів більша, ніж для дорослих; загалом же сумарний індекс ризику для

усього населення не перевищує середнього рівня ризику, а 99 % впливу на сумарний ризик чинять нітрати.

Ключові слова: питна вода, об'єднана територіальна громада, здоров'я населення, нітрати, залізо загальне, твердість, показник рН, індекс ризику.

SUMMARY

Zozulya V.M. Assessment of drinking water quality in the conditions of Zhytomyr UTC. Qualification work for a master's degree in specialty 101 "Ecology". - Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

The qualification work contains the results of research on the state of drinking water from private sources of decentralized water supply of the Zhytomyr community and its impact on public health.

Water samples from private wells were taken in the city of Zhytomyr and the village of Veresy, which were tested for nitrate content, total iron, hardness and pH. Ecological assessment of drinking water quality was carried out by comparing the actual content of drinking water indicators with the standards in force in Ukraine, namely DSanPiN 2.2.4-171-10 "Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption", which is mandatory and DSTU 7525: 2014 "Drinking water. Requirements and methods of quality control", which is mainly of a recommendatory nature. It is established that the excess of standards was recorded for nitrates, the normative content of which was detected only in drinking water by a well on the Andriyivska str., 8 and exceeding the content of total hardness by 1.2 times - only in drinking water of the village of Veresy. The pH and total iron content in no case exceeded the standard.

The total coefficient of groundwater pollution ranged from 1.5 on the Andriyivska str., 8 to 5.5 on the Korolenko str., 26. For all samples, the water condition was set as favorable, and for the Korolenko str. is satisfactory.

The health risk of children and adults in the Zhytomyr community from drinking water was calculated on the basis of its content of nitrates and total iron. It

was found that the risk for children is 1.8 times greater than for adults; in general, the total risk index for the whole population does not exceed the average level of risk, and 99% of the impact on the total risk is exerted by nitrates.

Key words: drinking water, united territorial community, public health, nitrates, total iron, hardness, pH, risk index.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ЯКІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ У МЕЖАХ МІСЬКИХ УРБООКОСИТЕМ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ	10
1.1. Якість питної води джерел нецентралізованого водопостачання міст	10
1.2. Вплив питної води на стан здоров'я населення	11
1.3. Висновки до розділу	13
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА І УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	14
2.1. Програма досліджень	14
2.2. Методика проведення досліджень	15
2.3. Характеристика об'єкту досліджень	17
РОЗДІЛ 3. ЯКІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ НА ТЕРИТОРІЇ ЖИТОМИРСЬКОЇ ГРОМАДИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я МІСЦЕВОГО НАСЕЛЕННЯ	19
3.1. Оцінка якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання на території Житомирської громади	19
3.2. Визначення рівня забруднення питної води у межах Житомирської ОТГ	23
3.3. Оцінка ризику розвитку неканцерогенних ефектів для здоров'я населення внаслідок споживання питної води	24
3.4. Висновки до розділу	27
ВИСНОВКИ	29
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ	32
ДОДАТКИ	37

ВСТУП

Актуальність досліджень. Проблема низької якості питної води та її глобальний дефіцит стає наразі однією із важливих та гострих проблем у світі. За прогнозами дослідників уже у 2025 році дві третини населення будуть відчувати постійний дефіцит якісної питної води. Не виключенням у цьому сенсі є й Україна, яка є однією з найменш забезпечених водою серед європейських країн. Виявлено, що наразі від низької якості питної води в Україні страждає кожен п'ятий мешканець, особливо гостро ця проблема виникає для сільських населених пунктів, основою водопостачання яких є джерела нецентралізованого водопостачання. А оскільки від якості питної води залежить безпосередньо захворюваність населення, оцінка екологічного стану води джерел нецентралізованого водопостачання урбанізованих територій завжди буди привертати увагу учених, які вивчають наслідки антропогенного впливу на якість питної води.

До джерел нецентралізованого водопостачання зазвичай відносять шахтні й трубчасті колодязі, які живляться ґрунтовими водами. Такі джерела призначені для забезпечення водою для питних та господарсько-побутових потреб окремих приватних будинків. Вважається, що питна вода, яка надходить з різних водоносних горизонтів та з різної глибини, є набагато чистішою за воду, яка надходить із системи централізованого водопостачання та не потребує додаткової очистки.

Проте, численними дослідженнями доведено невідповідність стандартам якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання не тільки сільських селітебних територій, а й міських урбосистем. Міські жителі, особливо ті, що мешкають на окраїнній частині міста, використовують колодязьну воду, якість якої, на жаль, не контролюється органами контролю, що може спричинити небезпеку для здоров'я людини.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що на території Житомирської ОТГ частина населення використовує для питних та господарсько-побутових потреб воду із джерел нецентралізованого водопостачання. Крім того, на території села Вереси колодязьну воду використовують у школі та дитячому садочку. Тому, здійснення контролю якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання є вкрай важливим та актуальним питанням.

Мета та завдання досліджень. Метою дослідження стала оцінка якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання у межах Житомирської об'єднаної громади та її вплив на стан здоров'я населення.

Для досягнення поставленої мети необхідним стало виконання таких завдань:

- відібрати зразки питної води із джерел нецентралізованого водопостачання на території міста Житомир і села Вереси та провести аналітичні дослідження щодо визначення показників якості;
- порівняти отримані результати із стандартами якості питної води;
- визначити рівень забруднення питної води та її екологічного стану;
- оцінити ризик виникнення шкідливих ефектів для населення громади від споживання води не належної якості.

Об'єкт дослідження – особливості якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання.

Предмет дослідження – джерела нецентралізованого водопостачання, місто Житомир, село Вереси.

Методи дослідження. У процесі виконання роботи були використані загальнонаукові та спеціальні методи досліджень: аналітичний, порівняльно-розрахунковий і статистичний.

Наукова новизна одержаних результатів: здійснено оцінку питної води джерел нецентралізованого водопостачання в умовах Житомирської

міської громади та оцінено ризик для різних верств населення від постійного споживання неякісної води.

Практичне значення отриманих результатів. Результати дослідження можуть бути використані управлінням громади з метою інформування населення щодо якості питної води та ризику для здоров'я від споживання води, що не відповідає показникам якості, а також для прийняття управлінських рішень щодо покращення стану питного водопостачання на території громади.

Апробація досліджень. Результати досліджень були апробовані у фаховій науковій статті та представлені на одній конференції, зокрема:

1. Екологічні науки. 2021. № 3(36). С. 137-141 (Додаток А);
2. IV-й студентській конференції «Магістерські читання-2021», грудня 2021 р., Житомир (Додаток Б).

РОЗДІЛ 1

ЯКІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ У МЕЖАХ МІСЬКИХ УРБОЕКОСИТЕМ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

1.1. Якість питної води джерел нецентралізованого водопостачання міст

Стан нецентралізованого питного водопостачання міських урбоекосистем викликає значну зацікавленість зарубіжних та вітчизняних учених, оскільки від якості питної води та доступності до неї безпосередньо залежить якість міського населення.

У результаті досліджень, проведених у місті Чернівці встановлено, що майже 30 % місцевого населення користуються водою із джерел нецентралізованого водопостачання [26], а 61 % відібраних зразків містить надлишковий вміст нітратів, що є наслідком антропогенного навантаження [4].

На території міст Житомир та Пирятин у колодязній воді були виявлені бактерії групи кишкової палички, що свідченням наявності патогенної мікрофлори [3]. Невідповідність води за мікробіологічними показниками виявилась також у приватних джерелах міста Рівне [11].

У джерелах нецентралізованого водопостачання міста Біробіджана Автономної єврейської республіки виявлено перевищення вмісту заліза загального у 17 % відібраних зразків, проте середній його вміст не перевищував гранично допустимих значень [22].

Дослідження, проведені на території м. Кам'янець-Подільський, показали, що ґрунтові води дуже вразливі до дії антропогенного тиску, оскільки вода досліджуваних приватних колодязів не є придатною до використання за вмістом у ній нітратів та розчинених органічних сполук. Крім того, така вода є також непридатною для зрошування [8].

Результати досліджень питної бюветної води у м. Києві показали, що вода не є повністю безпечною, оскільки у ній були виявлені перевищення вмісту кадмію та свинцю, які є найбільш небезпечними серед важких металів [2].

У межах міста Херсона у питній воді приватних колодязів зареєстровано невідповідність нормативам за санітарно-хімічними показниками у 28 % відібраних зразків та у 7 % - за бактеріологічними показниками [19].

1.2. Оцінка впливу питної води на стан здоров'я населення

Одним із суттєвих чинників впливу на стан здоров'я людини є якісний стан питної води, особливо якщо вона надходить із джерел нецентралізованого водопостачання.

За оцінками експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я 58 % діарейних захворювань або 842 000 летальних випадків на рік, можуть бути пов'язані із небезпечним водопостачанням, санітарією та гігієною [40].

У дослідженні учених Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича [27] виділено три основні групи захворювань, що зумовлені хімічним складом води (рис. 1.1).



**Рис. 1.1. Групи захворювань, що зумовлені хімічним складом води
(складено автором на основі [27])**

Стосовно підвищеної жорсткості у питній воді, доведено високі кореляційні зв'язки між високою жорсткістю та сечокам'яною жовчокам'яною хворобами [григоренко]. Проте вода із низькою твердістю може спричиняти серцево-судинні захворювання та остеопороз кісткової системи [27].

Перевищення вмісту нітратів у питній воді може викликати таке негативне явище для здоров'я людини, як метгемоглобінемія, що призводить до гіпоксії тканин і органів живого організму [28, 35]. Особливо небезпечним це явище є для немовлят та дітей до 3-х років, у яких ще не повністю розвинена ферментативна система. Доведено, що підвищений вміст нітратів може виступати фактором виникнення і росту дитячої захворюваності на злоякісні новоутворення [1]. Встановлено також високий кореляційний зв'язок ($R^2 = 0,7-0,9$) між рівнем смертності дітей до 1-го року та вмістом нітратів у воді приватних джерел нецентралізованого водопостачання [18]. Через перетворення нітратів у канцерогенні N-нітрозосполуки може збільшитись ризик розвитку раку прямої кишки [37]. Встановлено, що при вмісті нітратів у питній воді на рівні до 2 ГДК коефіцієнт небезпеки стає більше 1, що може призвести до розвитку шкідливих ефектів в особливо чутливих групах дорослого та дитячого населення [36].

До числа біогеохімічних ендемій відносять захворювання, що із водою, яка містить надлишкові кількості мікроелементів, сюди відносяться: флюороз – перевищення фтору, карієс – нестача фтору, ендемічна подагра – перевищення молібдену тощо [27].

Крім того, виявлено, що перевищення вмісту заліза і марганцю у питній воді може бути пов'язано із такими небезпечними явищами як хвороби Паркінсона, Хантінгтона, Альцгеймера, серцево-судинні захворювання, гіперкератоз, цукровий діабет, зміни пігментації, захворювання нирок, печінки, респіраторних та неврологічних розладів [29,

33]. Вміст марганцю у питній воді може викликати нейротоксичність [34], а розлади шлунково-кишкового тракту і дисфункції багатьох органів можуть виникати через споживання води з підвищеними кількостями заліза [32]. Неканцерогенні ризики для здоров'я людини через надходження заліза і марганцю значно зростають серед дорослих, ніж серед дітей [31]. Іншими дослідженнями доведено, що найбільш коефіцієнт небезпеки отримано при оцінці постійного споживання дітьми віком до 6 років води, у якій концентрація заліза загального становила 2,43 мг/дм³ [22].

1.3. Висновки до розділу

Провівши аналітичний огляд літературних джерел що стосується оцінки якості питної води з джерел нецентралізованого водопостачання у містах та її впливу на стан здоров'я населення, нами були зроблені такі висновки:

- якість питної води джерел нецентралізованого водопостачання є актуальним питанням не лише для сільських населених пунктів, а й для міських урбосистем, оскільки на їх територіях питна вода також містить наднормативні кількості нітратів, заліза, важких металів тощо та має місце мікробіологічне забруднення;

- негативні наслідки для здоров'я людини можуть виникати при постійному споживанні води із перевищенням вмісту твердості, азотних сполук, заліза і марганцю тощо.

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма проведення досліджень

Дослідження якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання Житомирської міської громади проходили під керівництвом кафедри загальної екології Поліського національного університету та на базі Державної екологічної інспекції Поліського округу. Для досягнення поставленої мети необхідним стало складання програми проведення досліджень, яка включає у себе всі етапи дослідження:

- разом із науковим керівником визначити тему дослідження;
- встановити актуальність дослідження, визначити його мету, завдання, об'єкт та предмет, сформулювати практичну значимість та наукову новизну;
- опрацювати науково-технічну літературу та інформаційні джерела для більш повного сприйняття досліджуваних питань;
- визначити методики, за якими буде проходити дослідження;
- дати загальну характеристику об'єкту дослідження;
- відібрати зразки питної води із колодязів приватного сектору та громадських джерел нецентралізованого водопостачання на території міста Житомир та села Вереси;
- здійснити аналітичні дослідження відібраних зразків води;
- отримані результати порівняти із стандартами якості питної води;
- визначити класи якості підземних вод на території Житомирської ОТГ;
- оцінити ризик виникнення шкідливих ефектів для різних верст населення громади від постійного споживання води із вмістом забруднюючих речовин;

- на підставі отриманих результатів зробити відповідні висновки та розробити практичні рекомендації для зниження негативного впливу питної води для здоров'я населення громади.

2.2. Методика проведення досліджень

Дослідження проходили у межах Житомирської міської об'єднаної територіальної громади. Зразки питної води із джерел нецентралізованого водопостачання відбирались на території міста Житомир та села Вереси. Зокрема у місті дослідження проходили за такими адресами: вул. Андріївська, 8; вул. Бориса Тена, 140; вул. Барашівська, 8; вул. Дмитрівська, 10; вул. Івана Гонти, 88; вул. Короленка, 26 та вул. Вільський шлях, 86, що охоплює центральну та окраїнні частини міста (рис. 2.1).

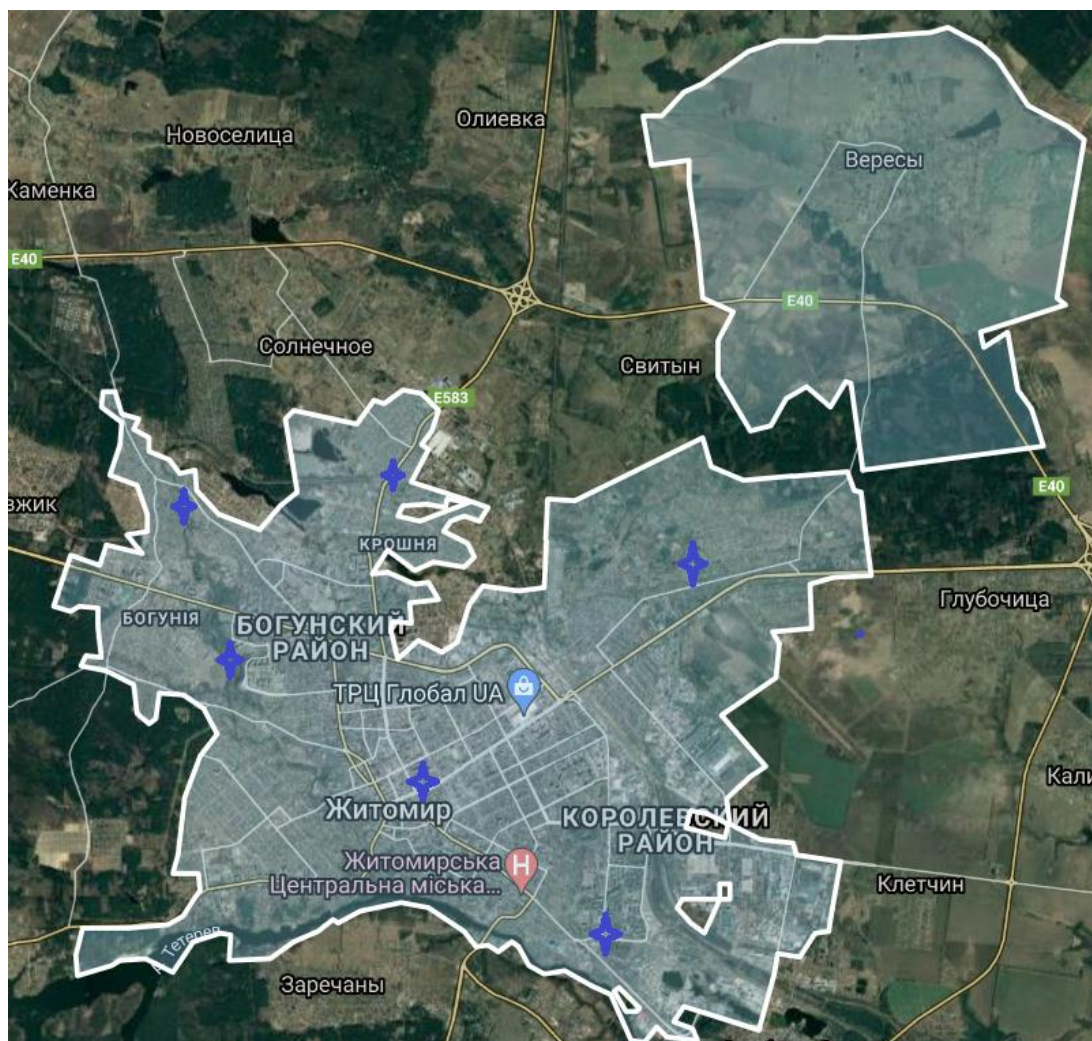


Рис. 2.1. Викопіювання із супутникової карти місць відбору зразків

Аналітичні дослідження проходили на базі Вимірювальної лабораторії Поліського національного університету за загальноприйнятими методиками, що не суперечать нормативам України (рис. 2.2).

рН	• потенціометричний метод
нітрати	• іонометричний метод
залізо загальне	• фотоколориметричний метод
твердість загальна	• титрометричний метод

Рис. 2.2. Методи визначення показників якості питної води

Для визначення рівня забруднення питної води та її екологічного стану використовували сумарний коефіцієнт комплексного забруднення K_z , який відповідно розраховується за формулою:

$$K_z = \sum_1^n \left(\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \right), \quad (2.1)$$

де C_1, C_2, \dots, C_n – середній вміст забруднюючих речовин у воді, мг/дм³;

$ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$ – гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин у воді, мг/дм³ [25].

Для оцінки небезпеки здоров'ю населення різних вікових груп використовували методику оцінки ризику [23]. Значення факторів експозиції, що рекомендовано як стандартні, приймалися відповідно даної методики (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Стандартні фактори експозиції [23]

Фактори експозиції	Верстви населення	
	Дорослі	Діти віком 6-18 років
Споживання питної води, дм ³ /добу	2,0	1,5
Маса тіла, кг	70	42

Середньодобову дозу надходження хімічної речовини протягом життя людини разом з питною водою розраховували за формулою 2.2:

$$ADD = \frac{C \times IR \times ED \times EF}{BW \times AT \times DPY}, \quad (2.2)$$

де ADD – середньодобова доза надходження хімічної речовини протягом життя, мг/кг × доба;

C – концентрація речовини у питній воді, мг/дм³;

IR – величина споживання води, л;

ED – тривалість впливу, 30 років, діти – 6 років;

EF – частота впливу, 350 днів/рік;

BW – маса тіла людини, кг;

AT – період усереднення експозиції, 30 років, діти – 6 років;

DPY – кількість днів в одному році, 365 днів/рік [23].

Ризик можливого розвитку неканцерогенних ефектів оцінювали за показником коефіцієнту небезпеки (HQ), який є відношенням середньодобової дози хімічної речовини до її безпечного (референтного) рівня впливу, та розраховується за формулою 2.3 (рис. 2.3):

$HQ = ADD / RfD, (2.3)$	
	ADD – середньодобова доза надходження хімічної речовини протягом життя, мг/кг x доба
	RfD – порогова (референтна) доза, мг/кг x доба

Рис. 2.3. Алгоритм розрахунку коефіцієнту небезпеки (складено автором за даними [23])

2.3. Характеристика умов проведення досліджень

Житомирська територіальна громада, до складу якої входить м. Житомир та с. Вереси, знаходиться у Житомирському районі. Площа громади становить 91,5 км², а її чисельність наразі налічує 265126 осіб. Головою громади є Сухомлин Сергій Іванович [15].

Водозабезпечення міста для потреб населення та галузей промисловості здійснюється із поверхневих (централізоване водопостачання) та підземних джерел водопостачання (нецентралізоване водопостачання). За відсутності у с. Вереси централізованого водопостачання забезпечення питною водою сільського населення здійснюється лише за рахунок підземних нецентралізованих джерел.

РОЗДІЛ 3

ЯКІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ НА ТЕРИТОРІЇ ЖИТОМИРСЬКОЇ ГРОМАДИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я МІСЦЕВОГО НАСЕЛЕННЯ

3.1. Оцінка якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання Житомирської територіальної громади

Оцінка якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання на території Житомирської громади встановлювали за такими основними показниками: рН, вміст нітратів, вміст заліза загального і твердість загальна.

Показник рН характеризує властивість води, зумовлену наявністю у них вільних іонів водню. В залежності від значення рН воду класифікують від сильно кислої до сильно лужної (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Класифікація питної води за показником рН

В Україні цей показник нормується «Гігієнічними вимогами до якості води, призначеної до споживання людиною» [12], де визначені його безпечні норми, які варіюють у межах від 6,5 до 8,5, що відповідає нейтральній та слабо лужній реакції води. Невідповідність показнику рН нормативу, особливо у сторону його зниження, може мати негативні наслідки для здоров'я людини, оскільки при підкисленні водного середовища збільшується токсичність забруднюючих речовин, які присутні у воді.

У результаті власних досліджень доведено, що на території міста Житомира та села Вереси у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання вміст рН варіює у межах від 6,5 до 7,05, що повністю відповідає нормативним вимогам та відповідає нейтральній реакції води (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Якість питної води із колодязів Житомирської ОТГ за показником рН та загальною твердістю

Адреса	рН	Твердість загальна, ммоль/дм ³
Андріївська, 8	6,95	6
Бориса Тена, 140	7,05	6,35
Барашівська, 8	6,55	5,15
Дмитрівська, 10	7,05	7,6
Івана Гонти, 88	6,5	7,95
Короленка, 26	6,65	6,2
Вільський шлях, 86	6,8	7,5
с. Вереси	6,9	12,04

Нітрати – це солі азотної кислоти, які надходять до питної води шляхом поверхневого змиву із сільськогосподарських угідь, які можуть містити залишки органічних і мінеральних добрив. Крім того, недотримання правил облаштування джерел водопостачання, а також санітарних відстаней між господарськими будівлями (місця утримання худоби, туалети, вигрібні ями) та джерелами призводить до змивання побутових стоків з присадибних ділянок та дворів, що також може збільшувати концентрацію нітратів у питній воді. Небезпека забруднення води нітратами, у першу чергу, пов'язана із метгемоглобінемією, при якій гемоглобін крові втрачає здатність переносити кисень. Особливо небезпечним це захворювання є для немовлят. Для дорослого населення постійне споживання води з підвищеним вмістом нітратів може призвести до: збільшення кількості загальної захворюваності, серцево-судинних захворювань, онкозахворювань, порушень репродуктивної функції тощо. Допустимий вміст нітратів в Україні регламентується ДСанПІН та встановлений на рівні 50 мг/дм³. Ця норма також визначена

Всесвітньої організацією здоров'я, проте не враховує вимоги Директиви ради ЄС № 98/83 про якість води, призначеної для споживання людиною, у якій вміст нітратів встановлено на рівні 5 мг/дм³, що відображено у ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості» [13].

Вміст нітратів у колодязній воді перевищує діючі санітарні норми і правила у всіх досліджуваних пробах води, крім води, відібраної по вулиці Андріївська. Проте, якщо порівнювати вміст із ДСТУ 7525:2014, то перевищення нітратів є характерним для усіх проб води. Найбільш критичною ситуація зафіксовано у питній воді криниці по вулиці Короленка, де фактичний вміст нітратів перевищує норматив у 4,62 рази (рис. 3.2).

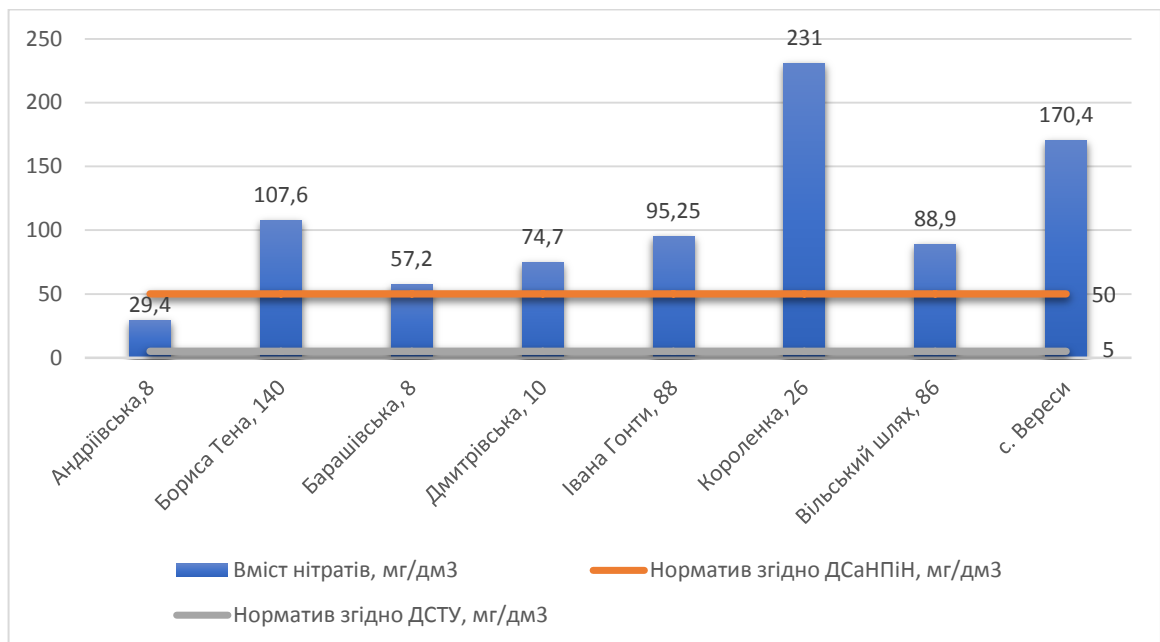


Рис. 3.2. Концентрація нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання Житомирської громади, мг/дм³

Залізо, є необхідним елементом в організмі людини, оскільки бере участь у окисно-відновних процесах та імунобіологічних реакціях та входить до складу деяких ферментів. Крім того, у гемоглобіні крові людини міститься до 70 % заліза. Проте, надлишок вмісту заліза в питній воді сприяє розвитку захворювань серцево-судинної системи, викликати алергічні реакції, захворювання шлунково-кишкового тракту. Постійне споживання води з підвищеним вмістом заліза спричиняє накопичення його у печінці, що з

часом може викликати руйнування її клітин. Негативним також є вплив підвищеного вмісту заліза на такі органолептичні властивості води, як смак і колір. Перевищення вмісту заліза призводить до пошкодження водопровідної мережі та побутової техніки [17, 28]. Граничний вміст заліза для джерел нецентралізованого водопостачання згідно стандарту в Україні встановлено на рівні 1 мг/дм^3 , проте за Європейським законодавством його рівень знижено у 5 разів та становить $0,2 \text{ мг/дм}^3$ [13].

Порівняно із ДСанПіН 2.2.4-171-10 вміст заліза загальному в жодному випадку не перевищує встановлений норматив, проте порівнюючи його фактичний вміст із нормативами, зазначеними у ДСТУ 7525:2014, та маємо перевищення у 6-ти із 8-ми відібраних зразків води. Мінімальний вміст заліза виявлено у питній воді колодязів міста Житомир по вулицях Івана Гонти, 88 та Вільський шлях, 86 (рис. 3.3).

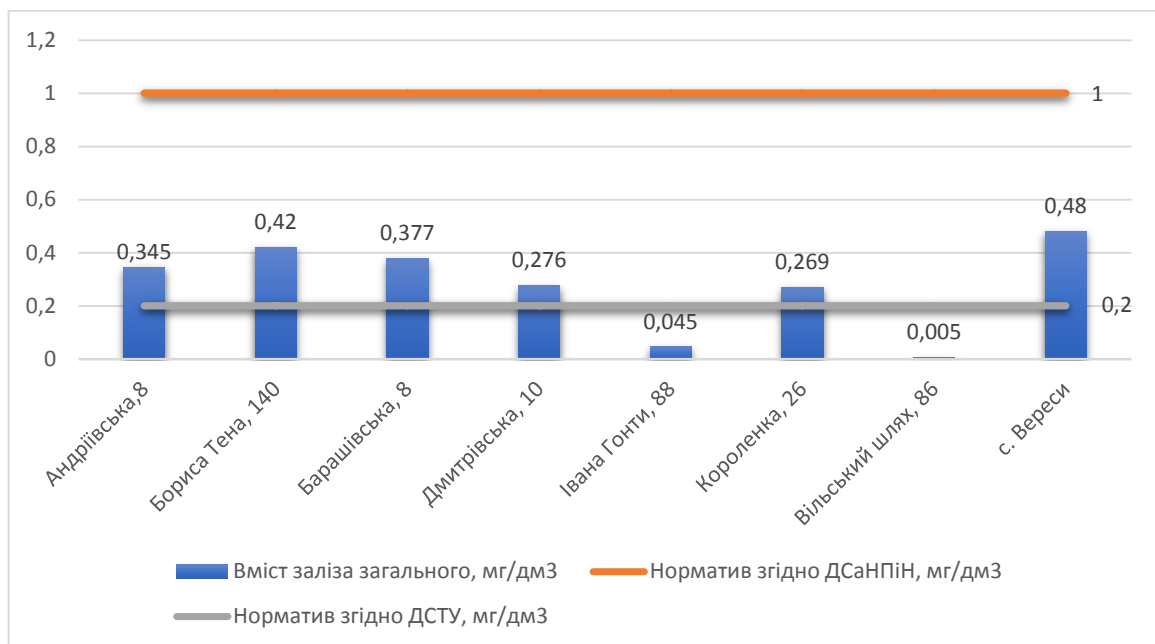


Рис. 3.3. Вміст заліза загального у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання Житомирської громади, мг/дм³

Загальна твердість води характеризує вміст у воді розчинених солей кальцію та магнію (сульфатів, хлоридів, карбонатів, гідрокарбонатів тощо) [14]. За твердістю воду класифікують від дуже м'якої до дуже твердої (рис. 3.4).

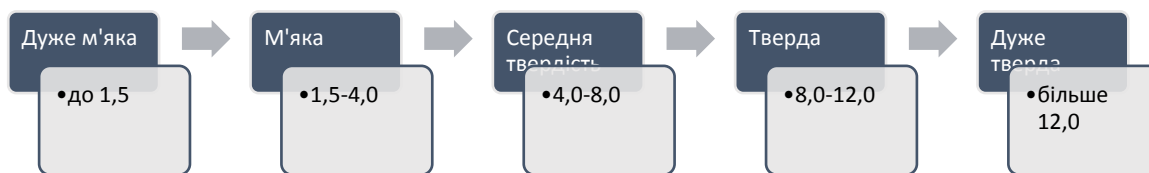


Рис. 3.4. Класифікація води за твердістю, ммоль/дм³

Ученими доведено високий кореляційний зв'язок між підвищеною твердістю і сечокам'яною хворобою та захворюванням нирок у населення [38]. В Україні для джерел нецентралізованого водопостачання встановлено норматив твердості на рівні 10 ммоль/дм³, а за ДСТУ 7525:2014 його оптимальний рівень визначено у межах від 1,5 до 7 ммоль/дм³ [13].

Доведено, що національний стандарт щодо загальної твердості перевищено лише у питній воді села Вереси, де її величина зафіксована на рівні 12,04 ммоль/дм³. Межу на рівні 7 ммоль/дм³ перевищено лише у питній воді колодязів, розташованих по вулицям Дмитрівська та Івана Гонти, проте це перевищення є незначним (табл. 3.1).

3.2. Визначення рівня забруднення питної води джерел нецентралізованого водопостачання Житомирської громади

Для визначення рівня забруднення питної води та її екологічного стану використовували дані щодо фактичного вмісту у колодязній воді нітратів, заліза та твердості, які порівнювали із діючим нормативом "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10).

Відповідно методики коефіцієнт сумарного забруднення підземних вод класифікується таким чином: $K_z < 1$ – чисті води, $1 < K_z < 5$ – досить чисті, а екологічний стан для цих категорій визначається як сприятливий; $5 < K_z < 10$ – слабо забруднені, $10 < K_z < 15$ – помірно забруднені, екологічний стан: задовільний; $15 < K_z < 20$ – забруднені, $20 < K_z < 25$ – брудні, екологічний стан:

напружений та $25 < Kz < 30$ – дуже брудні води, а екологічний стан класифікують як складний [25].

Розрахований сумарний коефіцієнт показує, що питна вода у колодязях по вулицях Андріївська, Бориса Тена, Барашівська, Дмитрівська, Івана Гонти та Вільський шлях є досить чистою та має сприятливий екологічний стан. Питна вода із криниці по вулиці Короленка та у с. Вереси є слабо забрудненою та має задовільний екологічний стан (рис. 3.5).

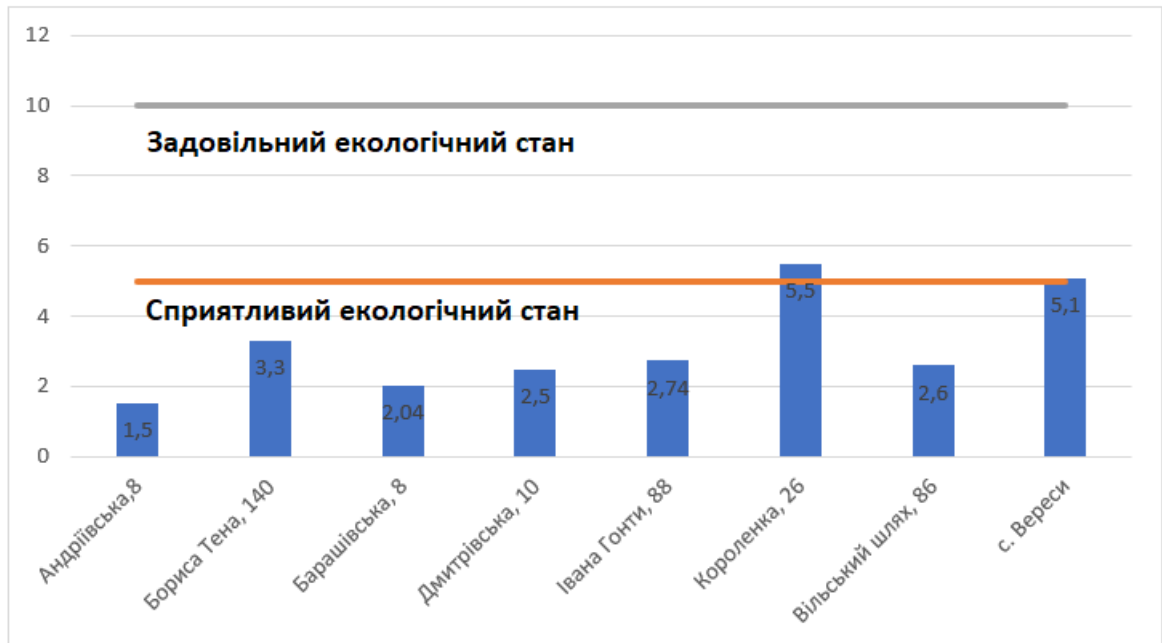


Рис. 3.5. Сумарний коефіцієнт комплексного забруднення питної води джерел нецентралізованого водопостачання Житомирської громади та її екологічний стан

Крім того, необхідно зазначити, що найбільший внесок у сумарний коефіцієнт комплексного забруднення робить вміст нітратів.

3.3. Оцінка ризику розвитку неканцерогенних ефектів для населення внаслідок споживання питної води

Оцінка ризику для здоров'я населення від споживання питної води здійснюється на основі коефіцієнту небезпеки. Граничне значення неканцерогенного ризику, що рекомендоване Агентством з охорони

навколишнього середовища США, становить 1. Якщо $HQ < 1$, то неканцерогенний ризик для здоров'я людини, викликаний забруднювачем, знаходиться у межах допустимого діапазону, а виникнення побічних ефектів є маловірогідним. Якщо розрахована величина $HQ > 1$, то це свідчить про те, що неканцерогенний ризик для здоров'я людини, викликаний забруднювачем є неприйнятним, та із збільшенням HQ неканцерогенний ризик для здоров'я також має тенденцію до зростання [39].

Індекс ризику виникнення негативних ефектів для людей внаслідок постійного споживання питної води, що містить надлишкові кількості забруднюючих речовин, класифікується таким чином: до 0,1 – дуже низький ризик; 0,1-1 – низький ризик; 1-5 – середній ризик; 5-10 – високий ризик і більше 10 – це критичний ризик. Таким чином, установлено, що індекс ризику внаслідок споживання питної води із перевищенням вмісту нітратів як для дорослих так і дітей не перевищував середнього рівня, а для населення, що мешкає за адресою вул. Андріївська, 8 рівень ризику визначається як низький (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Величини середньодобових доз та неканцерогенного для дорослого та дитячого населення внаслідок споживання нітратно забрудненої питної води

№ з/п	Місце знаходження джерела	ADD, мг/кг/добу		HQ	
		Дорослі	Діти	Дорослі	Діти
1	Андріївська, 8	0,8	1	0,5	0,63
2	Бориса Тена, 140	2,9	3,7	1,8	2,3
3	Барашівська, 8	1,6	1,96	1	1,2
4	Дмитрівська, 10	2,03	2,6	1,3	1,6
5	Івана Гонти, 88	2,6	3,3	1,6	2,1
6	Короленка, 26	6,3	7,9	3,9	4,9
7	Вільський шлях, 86	2,4	3,04	1,5	1,9
8	с. Вереси	4,7	5,8	2,9	3,6

Стосовно вмісту заліза загального, то встановлено, що в усіх випадках індекс розвитку шкідливих ефектів від споживання питної води був дуже

низьким, оскільки величина коефіцієнту небезпеки не перевищувала 0,1 (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Величини середньодобових доз та неканцерогенного для дорослого і дитячого населення внаслідок надходження заліза із питною водою

№ з/п	Місце знаходження джерела	ADD, мг/кг/добу		HQ	
		Дорослі	Діти	Дорослі	Діти
1	Андріївська, 8	0,009	0,03	0,012	0,04
2	Бориса Тена, 140	0,12	0,04	0,014	0,05
3	Барашівська, 8	0,01	0,03	0,013	0,04
4	Дмитрівська, 10	0,008	0,03	0,002	0,003
5	Івана Гонти, 88	0,001	0,003	0,003	0,007
6	Короленка, 26	0,007	0,009	0,02	0,03
7	Вільський шлях, 86	0	0	0	0
8	с. Вереси	0,01	0,02	0,03	0,07

Визначення сумарного індексу ризику показало нам, що величина ризику безпосередньо залежить від концентрації забруднюючої речовини у воді, оскільки із збільшенням вмісту речовини збільшується й індекс ризику. Зокрема, встановлено, що найбільший індекс ризику був зафіксований для дітей мешканців за адресою Короленка, 26, де його величина становила 4,93, що визначається як середній рівень ризику (рис. 3.6).

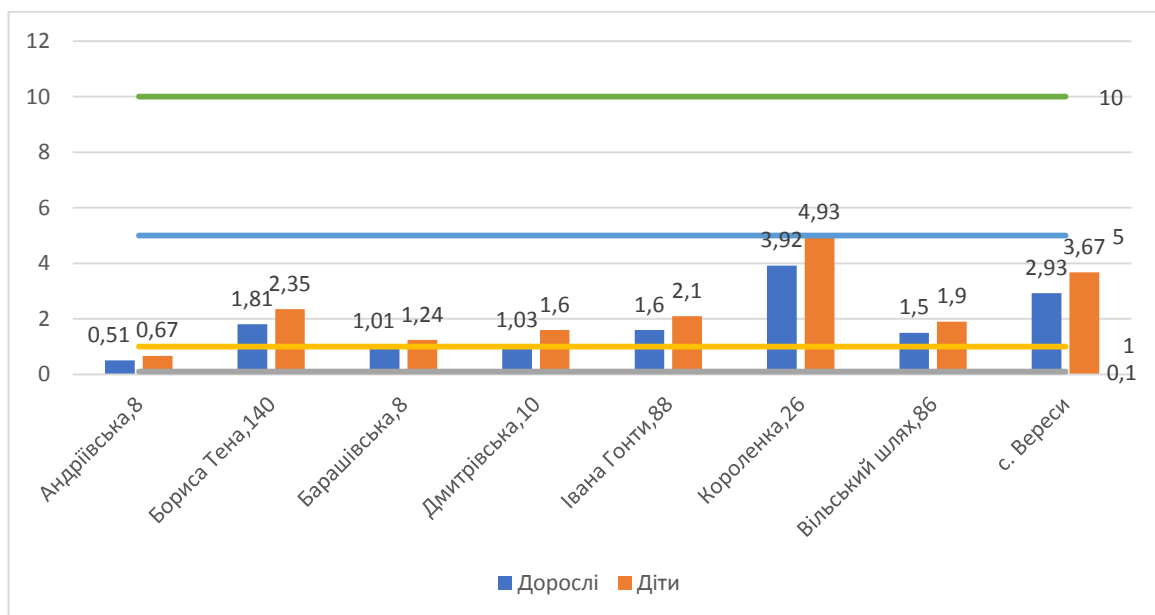


Рис. 3.6. Сумарний індекс розвитку шкідливих ефектів для здоров'я населення Житомирської громади

Виявлено, також, що індекс ризику для дітей у середньому більший у 1,8 рази ніж для дорослих. Доведено, що найбільш внесок у сумарний індекс ризику розвитку шкідливих ефектів вносять нітрати, яким належить 99 % (рис. 3.7).

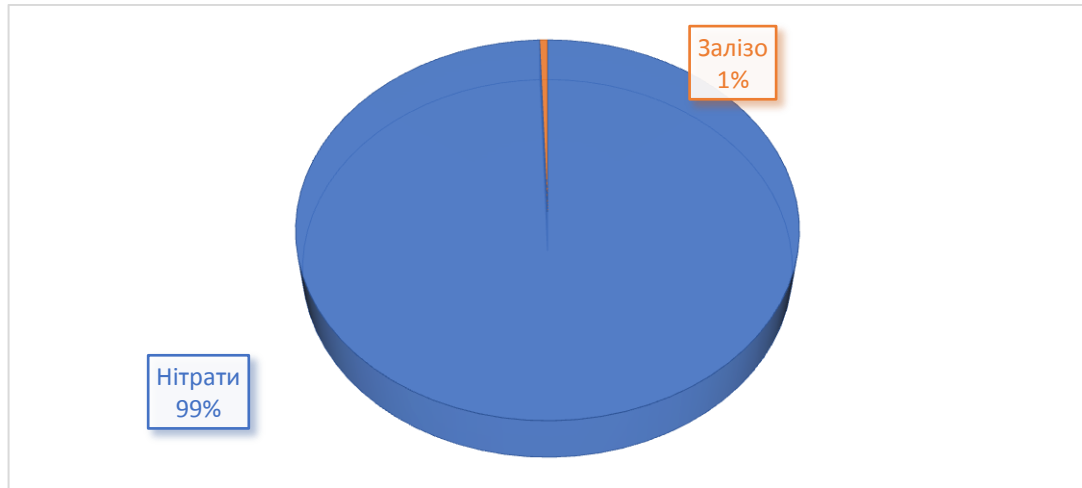


Рис. 3.7. Внесок забруднюючих речовин у сумарний індекс ризику

Таким чином, затверджені нормативи показників якості питної води, що діють в Україні є адекватними, оскільки при нормативному вмісті забруднюючої речовини не спостерігається шкідливих ефектів для здоров'я населення.

3.4. Висновки до розділу

- проведені аналітичні дослідження показників якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання Житомирської громади показали такі результати: вміст рН варіює у межах від 6,5 до 7,05, що повністю відповідає нормативним вимогам та відповідає нейтральній реакції води; вміст нітратів у колодязній воді перевищує діючі санітарні норми і правила у всіх досліджуваних пробах води у 1,1-4,62 рази, крім води, відібраної по вулиці Андріївська; вміст заліза загальному в жодному випадку не перевищує норматив, що установлений на рівні 1,0 мг/дм³; норматив

загальної твердості перевищено лише у питній воді села Вереси, де її величина зафіксована на рівні 12,04 ммоль/дм³;

- сумарний коефіцієнт комплексного забруднення показує, що питна вода у колодязях по вулицях Андріївська, Бориса Тена, Барашівська, Дмитрівська, Івана Гонти та Вільський шлях є досить чистою та має сприятливий екологічний стан, питна вода із криниці по вулиці Короленка та у с. Вереси є слабо забрудненою та має задовільний екологічний стан;

- найбільший індекс ризику був зафіксований для дітей мешканців за адресою Короленка, 26, де його величина становила 4,93, що визначається як середній рівень ризику, а найбільший внесок у сумарний індекс роблять нітрати.

ВИСНОВКИ

Таким чином, проведення досліджень щодо якості питної води джерел нецентралізованого водопостачання Житомирської ОТГ та її вплив на здоров'я місцевого населення, спонукало нас до наведення таких висновків:

- зразки питної води були відібрані із джерел нецентралізованого водопостачання центральної та окраїнної частин м. Житомир та с. Вереси, загальною кількістю 17 шт., у яких були досліджені показник рН, вміст нітратів, заліза загального та твердості;
- отримані результати аналітичних досліджень показників якості питної води були порівняні із стандартами, що діють на території України, зокрема ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною", який є основним документом, обов'язковим для виконання та ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості», який носить переважно рекомендаційний характер; зокрема, було встановлено, що вміст рН повністю відповідає нормативним вимогам, вміст нітратів перевищує діючі санітарні норми і правила у всіх досліджуваних пробах води, крім води, відібраної по вулиці Андріївська, однак, якщо порівнювати їх вміст із ДСТУ 7525:2014, то перевищення нітратів є характерним для усіх проб води, порівняно із ДСанПіН вміст заліза загальному в жодному випадку не перевищував норматив, проте порівняння його вмісту із ДСТУ 7525:2014 вказує на перевищення у 6-ти із 8-ми відібраних зразків;
- рівень забруднення підземної води відзначали за сумарним коефіцієнтом забруднення, максимальне значення якого розраховане для питної води із криниці, що знаходиться по вулиці Короленка, 26 та має задовільну якість, а найбільший внесок у його величину здійснюють нітрати;

- оцінюючи ризик для здоров'я дитячого та дорослого населення Житомирської громади від споживання питної води, встановлено, що величина ризику для дітей у 1,8 разів більша, ніж для дорослих; загалом же сумарний індекс ризику для усього населення не перевищує середнього рівня ризику, а 99 % впливу на сумарний ризик чинять нітрати.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

З метою підвищення екологічної безпеки питної води нецентралізованого водопостачання необхідним є:

- проводити дослідження води щоквартально з метою вивчення динаміки вмісту забруднюючих речовин, особливо нітратів;
- обмежити та мінімізувати застосування мінеральних, особливо азотних, а також дозувати внесення органічних добрив у населених пунктах та поблизу джерел водопостачання;
- утримувати у чистоті територію навколо джерела, запобігати надходженню у воду стічних господарсько-побутових і талих та дощових вод;
- дотримуватись мінімальних санітарно-захисних розривів між господарськими спорудами та джерелом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абдурахманов Г. М., Гасангаджиева А. Г., Даудова М. Г., Гаджиев А. А. Эколого-географическая оценка заболеваемости злокачественными новообразованиями детского населения республики Дагестан. *Экология человека*. 2015. № 08. С. 16-25.
2. Барабаш О. В. Оцінка рівня екологічної безпеки водних об'єктів м. Києва. *Вісник Національного транспортного університету*. 2014. № 30 (1). С. 31-38.
3. Бордюг Н. С., Патика В. П. Оцінка стану якості питної води децентралізованого водопостачання за епідеміологічним показником. *Наукові доповіді НУБіП*. 2010-1 (17). URL: <http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/Nd/2010-1/10bnsqei.pdf>.
4. Бостан Г. М., Масікевич Ю. Г., Герещун Г. М. Особливості нецентралізованого водопостачання м. Чернівці. *Вісник НУВГП. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2016. Вип. 2(74). С. 22-28.
5. Валерко Р. А. Оцінка нітратного забруднення води джерел нецентралізованого водопостачання міста Житомира. *Сучасні проблеми збалансованого природокористування: зб. наук. праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2011. С. 94-97.
6. Валерко Р. А., Герасимчук Л. О., Зозуля В. М. Оцінка ризику споживання питної води з підвищеним вмістом нітратів на здоров'я населення Житомирської об'єднаної територіальної громади. *Екологічні науки*. 2021. № 3 (36). С. 137-141. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.3-36.22>.
7. Валерко Р. А., Герасимчук Л. О., Приходько А. П. Оцінка перорального надходження заліза і марганцю з питною водою для дитячого населення Житомирської області. International scientific and practical conference «Challenges, threats and developments in biology, agriculture,

ecology, geography, geology and chemistry». Lublin, the Republic of Poland, July 2–3, 2021. С. 53-57. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-111-4-12>.

8. Войтенко Л. В., Строкаль В. П., Миронюк О. О. Екологічна оцінка локальних водних ресурсів на прикладі міста Кам'янця-Подільського. *Таврійський науковий вісник*. № 100. Т. 1. С. 287-292.

9. Герасимчук Л. О., Валерко Р. А. Якість води джерел нецентралізованого водопостачання на території сільських населених пунктів Житомирської області. *Екологічні науки*. 2021. № 1 (34). С. 145-150. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.7-34.24>.

10. Григоренко Л. В. Вплив якості питної води на стан здоров'я сільського населення. *Гігієна населених місць*. 2014. Вип. 64. С. 80 – 86.

11. Гущук І. В., Брезецька О. І., Драб Р. Р. Моніторинг та еколого-гігієнічна оцінка якості питної води із джерел децентралізованого водопостачання Рівненської області за 2004-2015 роки. *Environment & Health*. 2018. № 1. С. 41-46.

12. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»: ДСанПіН 2.2.4-171-10. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>.

13. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. Київ, 2014. 30 с.

14. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. Київ, 2007. 40 с.\

15. Житомирська територіальна громада. URL: <https://decentralization.gov.ua/newgromada/3792>.

16. Егорова Н. А., Канатникова Н. В. Влияние железа в питьевой воде на заболеваемость населения г. Орла. *Гигиена и санитария*. 2017. 96(11). С. 1049-1053. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-11-1049-1053>.

17. Ліхо О. А., Гакало О. І. Вплив вмісту у воді заліза на рівень захворюваності населення Рівненської області. *«Управління водними*

ресурсами в умовах змін клімату»: мат-ли міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої Всесвітньому дню води 21 березня 2017 року, м. Київ. С. 138-139.

18. Ліхо О. А., Гакало О. І. Особливості водозабезпечення населення Поліських районів Рівненської області. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2015. Вип. 1(69). С. 122-132.

19. Малєєв В. О., Безпальченко В. М. Аналіз водопостачання й якості питної води в Херсонській області. *Вісник ХНТУ*. 2019. № 4 (71). С. 28-37.

20. Мелешенко А. О. Оцінка якості питної води з різних джерел водопостачання (на прикладі міста Житомира). URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/05/61-1.pdf>.

21. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2019 році. URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2020/11/proekt-nacz.-dop.-za-2019.pdf>.

22. Поляков В. Ю., Ревуцкая И. Л., Крохалева С. И. Оценка перорального поступления железа с питьевой водой города Биробиджана для различных возрастных групп населения. *Экология человека*. 2018. № 1. С. 20-25.

23. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/46/46715/index.php.

24. Стрілець І., Петровська М. Оцінка якості питної води міста Львова. *Наукові записки*. 2016. № 1. С. 212-222.

25. Трапезнікова Л. В., Чундак С. Ю., Монич І. І., Ламбрух Л. М., Маркович В. П., Рішко Я. В. Екологічний стан ґрунтових питних вод с. Драгово Хустського району Закарпатської області. *Науковий вісник Ужгородського університету. Сер. Хімія*. 2015. Вип. 1. С. 66-71.

26. Шевчук Ю. Ф., Николаєв А., Шевчук А. Якість питної води нецентралізованого водопостачання в м. Чернівці. *Наукові записки*. 2014. № 1. С. 182–187.

27. Шевчук Ю. Ф., Ющенко Ю. С., Сівак В. К., Шевчук А. Ю. Водопостачання та водовідведення міста Чернівці: монографія. Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2020. 156 с.
28. Bayanova A. A. Monitoring the quality of drinking water of the regional decentralized water supply. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ.* 2019. Sci. 315 052014. doi:10.1088/1755-1315/315/5/052014.
29. Farina M., Avila D. S., Teixeira da Rocha J. B., Aschner M. Metals, oxidative stress and neurodegeneration: A focus on iron, manganese and mercury, *Neurochemistry International*, Volume 62, Issue 5, 2013, Pages 575-594, <https://doi.org/10.1016/j.neuint.2012.12.006>.
30. Giri S., Singh A. K. Human health risk assessment via drinking water pathway due to metal contamination in the groundwater of Subarnarekha River Basin, India. *Environ Monit Assess.* 2015 Mar;187(3):63. doi: 10.1007/s10661-015-4265-4.
31. Ghosh, G.C., Khan, M.J.H., Chakraborty, T.K. *et al.* Human health risk assessment of elevated and variable iron and manganese intake with arsenic-safe groundwater in Jashore, Bangladesh. *Sci Rep.* **10**, 5206 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62187-5>.
32. Heming, N.; Montravers, P.; Lasocki, S. Iron deficiency in critically ill patients: highlighting the role of hepcidin. *Crit. Care.* 2011, 15, 210.
33. Kell, D.B. Towards a unifying, systems biology understanding of large-scale cellular death and destruction caused by poorly liganded iron: Parkinson's, Huntington's, Alzheimer's, prions, bactericides, chemical toxicology and others as examples. *Arch Toxicol.* 2010. 84. 825–889. <https://doi.org/10.1007/s00204-010-0577-x>.
34. Merrill, R.D.; Shamim, A.A.; Ali, H.; Jahan, N.; Labrique, A.B.; Schulze, K.; Christian, P.; West Jr, K.P. Iron status of women is associated with the iron concentration of potable groundwater in rural Bangladesh. *J. Nutr.* 2011. 141. 944–9.

35. Parvizishad M., Dalvand A., Mahvi A. H., Goodarzi F. A Review of Adverse Effects and Benefits of Nitrate and Nitrite in Drinking Water and Food on Human Health. *Health Scope*. 2017. 6(3):e14164. doi: [10.5812/jhealthscope.14164](https://doi.org/10.5812/jhealthscope.14164).
36. Romanchuk L. D., Valerko R. A., Herasymchuk L. O., Kravchuk M. M. Assessment of impact of organic Agriculture on Nitrate Content in Drinking Water in Rural Settlements of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11(2). 17-26. doi: 10.15421/2021_71.
37. Schullehner J., Hansen B., Thygesen M., Pedersen C.B., Sigsgaard T. Nitrate in drinking water and colorectal cancer risk: A nationwide population-based cohort study: Nitrate in drinking water and CRC. *International Journal of Cancer*. 2018. Vol. 143 (1). P. 73-79. doi: 10.1002/ijc.31306.
38. Turbinsky V. B., Maslyuk A. A. Health risks for the population of chemical composition drinking water. *Hygiene and Sanitation*. 2011. № 2. C. 23-27.
39. US Environmental Protection Agency . Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories. US EPA; Washington, DC, USA: 2012. pp. 2–6.
40. WHO: Diseases and risks. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases-risks/en.