УДК 556.388:504.064
DOI https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.6-69.48

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ 2009–2019 РР. ЕКОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО СТАНУ АРТЕЗІАНСЬКОЇ СВЕРДЛОВИНИ № 468 РЕ (СМТ КРИВЕ ОЗЕРО) ТА ПРОГНОЗ ЇЇ СТАНУ НА СУЧАСНИЙ ПЕРІОД

Гнатюк Н.О. (orcid.org/0000–0002–4159–9924),
Уманський національний університет
вул. Інститутська, 1, 20301, м. Умань
nataliia.hnatiuk@unu.edu.ua

Виконано ретроспективний аналіз 2009–2019 рр. еколого-гідрогеологічного стану артезіанської свердловини № 468 РЕ в смт Криве Озеро Миколаївської області, яка експлуатує напірний водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічних порід Українського щита, та сформульовано сценарний прогноз її стану на сучасний період. Використано паспорт свердловини (2009 р.), результати дослідної відкачки та геофізичних досліджень, лабораторні протоколи 2017 р. і санітарно-мікробіологічні дослідження 2018–2019 рр. Встановлено, що горизонт перекритий глинами потужністю понад 40 м, дебіт становить 9,4 м³/год при зниженні рівня 4,5 м. За 2009–2017 рр. загальна жорсткість знизилася на 25 %, сухий залишок на 8 %, вміст заліза у 3,9 раза, а хлориди зросли на 12 %, нітрати – від менш ніж 0,1 до 1,49 мг/дм³. У 2017–2019 рр. мікробіологічні показники відповідали ДСанПіН 2.2.4-171-10. Оскільки останні вимірювання виконано у 2019 р., прогноз на сьогодні подано не у вигляді розрахункових значень, а як перелік сценаріїв, ймовірних напрямів змін показників та ризиків, які потребують перевірки новими аналізами. Показано, що найбільш чутливими до змін є залізо, жорсткість, хлориди та азотовмісні сполуки, а також мікробіологічні показники в мережі. Запропоновано програму повторних досліджень для верифікації прогнозу та оновлення зони санітарної охорони. Практичне значення роботи полягає в тому, що запропоновані показники та програма спостережень можуть використовуватися органами місцевого самоврядування, комунальними підприємствами та екологічними службами для планування водокористування, контролю якості питної води й ризик-орієнтованого управління водозабором. Методичний підхід, що поєднує паспортні дані з експлуатаційними спостереженнями, є придатним для аналізу інших водозаборів тріщинних вод у межах Українського щита. *Ключові слова:* ретроспективний аналіз, підземні води, артезіанська свердловина, кристалічний фундамент, прогноз, моніторинг.

Retrospective analysis for 2009–2019 of the ecological and hydrogeological condition of artesian well no. 468 re (Kryve Ozero) and a forecast of its present-day state. Hnatiuk N.

A retrospective analysis for 2009–2019 of the ecological and hydrogeological condition of artesian well No. 468 RE in the urban-type settlement of Kryve Ozero (Mykolaiv Oblast), which exploits a confined aquifer in the fissured zone of crystalline rocks of the Ukrainian Shield, is carried out, and a scenario forecast of its present-day state is formulated. The well passport (2009), pumping test and geophysical logging results, laboratory protocols of 2017 and sanitary-microbiological studies of 2018–2019 were used. The aquifer is overlain by clays more than 40 m thick; the well yield is 9.4 m³/h at a drawdown of 4.5 m. In 2009–2017, total hardness decreased by 25 %, dry residue by 8 % and iron content by a factor of 3.9, while chlorides increased by 12 % and nitrates from below 0.1 to 1.49 mg/dm³. In 2017–2019, microbiological indicators complied with DSanPiN 2.2.4-171-10. Since the latest measurements were made in 2019, the forecast for the present day is given not as calculated values but as a set of scenarios, probable directions of change and risks that require verification by new analyses. Iron, hardness, chlorides and nitrogen compounds, as well as microbiological indicators in the network, are shown to be the most sensitiv'e. A programme of repeated studies to verify the forecast and to update the sanitary protection zone is proposed. The practical significance of the work is that the proposed indicators and observation programme can be used by local authorities, municipal enterprises and environmental services for water-use planning, drinking water quality control and risk-based management of the water intake. The methodological approach combining passport data with operational observations is suitable for analysing other fissure-water intakes within the Ukrainian Shield. Limitations of the study related to differences between laboratories and analytical methods are discussed. *Key words:* retrospective analysis, groundwater, artesian well, crystalline basement, forecast, monitoring.

Постановка проблеми. Питне водопостачання малих міст і селищ півдня України значною мірою спирається на підземні води, оскільки поверхневі джерела регіону маломінералізованими й стабільними за якістю не є. Для територій, де кристалічні породи фундаменту залягають неглибоко, важливим резервом стають тріщинні води зони екзогенної тріщинуватості та кори вивітрювання. Їх якість визначається літологією порід, умовами живлення та тривалістю експлуатації, а тому змінюється у часі. Тож для екологічно безпечного водокористування потрібні не лише одноразові аналізи при введенні свердловини в дію, а й порівняння даних, отриманих у різні періоди.

Актуальність дослідження. Підземні води забезпечують переважну частину питного водопо-

© Гнатюк Н.О., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

стачання в Україні, водночас воєнні дії, кліматичні зміни та зношеність інфраструктури підвищують значення децентралізованих і резервних джерел. Свердловина № 468 РЕ експлуатується для господарсько-питного водопостачання селища Криве Озеро, тому оцінка динаміки її хімічного та мікробіологічного складу має безпосереднє екологічне та санітарно-гігієнічне значення.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження відповідає завданням охорони та раціонального використання водних ресурсів, визначеним Водним кодексом України та Законом України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» [1, 2], а також завданню гармонізації системи моніторингу якості води з вимогами законодавства ЄС [4, 6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Закономірності формування підземних вод тріщинуватої зони Українського щита, зокрема в межах Інгульського мегаблоку, та проблеми їх пошуку й експертного оцінювання розглянуто в роботі [8]. Високий вміст заліза є типовою проблемою підземних водозаборів України: за оцінкою автора праці [9], підвищені концентрації заліза фіксуються приблизно на половині підземних водозаборів, причому ця частка має тенденцію до зростання. Гігієнічні вимоги до питної води в Україні регламентовано ДСанПіН 2.2.4-171-10 [3], міжнародні орієнтири викладено в настановах ВООЗ [5], а в ЄС діє директива 2020/2184 [4].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Для окремих експлуатаційних свердловин у зоні розвитку кристалічного фундаменту південного заходу Миколаївської області бракує узагальнень, що поєднують геолого-гідрогеологічні характеристики з багаторічною динамікою якості води. У статті така оцінка виконана для свердловини № 468 РЕ.

Новизна. Уперше зіставлено дані паспорта свердловини № 468 РЕ (2009 р.) з результатами лабораторних досліджень 2017–2019 рр. та кількісно оцінено зміни основних показників складу води за вісім років експлуатації.

Методологічне або загальнонаукове значення. Запропонований підхід – зіставлення початкового (паспортного) та експлуатаційного стану свердловини з перерахунком показників до єдиних одиниць і нормативів – може бути застосований для аналізу інших водозаборів тріщинних вод.

Виклад основного матеріалу.

Матеріали і методи. Вихідною інформацією слугували паспорт артезіанської свердловини № 468 РЕ (розділи про місцезнаходження, технічні дані, геологічний розріз і конструкцію, дослідну відкачку, лабораторні аналізи, геофізичні дані та гідрогеологічне заключення), протоколи фізико-хімічних і бактеріологічних досліджень води за 2017 р. та протоколи санітарно-мікробіологічних досліджень за 2018–2019 рр. Обробка включала: перерахунок концентрацій з мг-екв/дм³ у мг/дм³ і навпаки; розрахунок питомого дебіту; обчислення процентних змін показників між часовими зрізами; зіставлення з гігієнічними нормативами; розрахунок іонного складу в %-екв для визначення типу води. Обмеження дослідження пов'язані з тим, що аналізи виконували різні лабораторії за різними методиками, а набір показників у протоколах не збігається; тому висновки щодо динаміки мають якісно-кількісний, а не строго статистичний характер.

Фізико-географічні та геологічні умови. Територія розташована в межах Українського щита, у західній частині Миколаївської області, де кристалічні породи архей-протерозойського віку перекриті чохлом кайнозойських відкладів. Особливістю району є невелика глибина залягання фундаменту (за розрізом свердловини – 67,5 м). Верхня частина фундаменту зазнала вивітрювання й тектонічного роздроблення, у результаті чого сформувалася зона підвищеної тріщинуватості та кори вивітрювання, яка є гідравлічно єдиним водоносним горизонтом. Живлення горизонту відбувається за рахунок перетікання з вищезалеглих відкладів і інфільтрації в місцях виходу порід, а розвантаження – через відбір води свердловинами та, меншою мірою, дренування в долини річок. Такі умови типові для багатьох районів щита, де тріщинні води є надійним джерелом водопостачання, якщо потужність перекриваючих порід забезпечує їх захист [8].

Об'єкт дослідження. Свердловина № 468 РЕ розташована на північній околиці смт Криве Озеро Миколаївської області, приблизно за 200 м на північний схід від території районної лікарні (координати 47°57′12″ пн. ш., 30°21′08″ сх. д.), абсолютна відмітка гирла – 95,0 м. Відомча належність – Кривоозерська селищна рада, призначення – господарсько-питне водопостачання. Паспорт складено за результатами робіт Пошуково-зйомочної експедиції № 46 КП «Кіровгеологія» у грудні 2009 р. (первинні матеріали, не опубліковані).

Конструкція свердловини. Глибина свердловини за даними каротажу від 16.12.2009 р. становить 82,7 м. Інтервал 0–69,5 м пробурено діаметром 190 мм і закріплено обсадними трубами діаметром 168 мм; інтервал 69,5–82,7 м пройдено діаметром 151 мм без обсадження (безфільтрова конструкція). Геофізичний комплекс (ГК, КС, ПС, КВ) виконано до глибини 82,7 м; тріщинуваті кристалічні породи виділено в інтервалах 69,6–71,3 м (1,7 м) та 80,2–82,7 м (2,5 м).

Геологічна будова. Розріз свердловини (табл. 1) складений четвертинними суглинками та пісками, товщею неогенових глин (інтервал 12,8–55,0 м), корою вивітрювання та біотитовими гранітами архей-протерозойського віку. Глини загальною потужністю понад 40 м утворюють регіональний водотривкий екран, що перекриває водоносний горизонт і зменшує ризик надходження поверхневих забруднювачів.

Таблиця 1

Спрощений геологічний розріз свердловини № 468 РЕ

Інтервал, м	Порода	Вік	Потужність, м
0,0–10,0	Суглинки коричнево-бурі	Q	10,0
10,0–12,8	Піски дрібнозернисті	Q	2,8
12,8–55,0	Глини щільні та піщанисті з прошарком пісків (42,0–45,2 м)	N1-2	42,2
55,0–67,5	Кора вивітрювання, у т. ч. по гранітах	MZ-KZ	12,5
67,5–82,7	Граніти біотитові, рожеві, крупнозернисті	AR-PR1	15,2

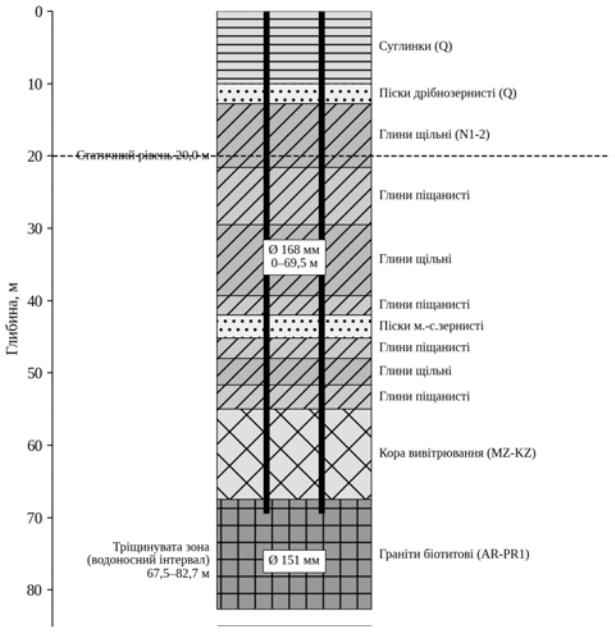

Рис. 1. Геологічний розріз і конструкція свердловини № 468 РЕ

Гідрогеологічні умови та експлуатаційні показники. Свердловина розкрила водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічних порід фундаменту в інтервалі 67,5–82,7 м. Статичний рівень встановився на глибині 20,0 м, що відповідає абсолютній відмітці 75,0 м, напір над покрівлею горизонту – 47,5 м, тобто води напірні. Дослідну відкачку проведено 18.12.2009 р. протягом 6,5 год насосом ЕЦВ 6-10-80. За цей час динамічний рівень стабілізувався на глибині 24,5 м (зниження 4,5 м), а дебіт становив 9,4 м³/год (близько 226 м³/добу). Питомий дебіт, розрахований як відношення дебіту до зниження, дорівнює 2,1 м³/(год·м). На початку відкачування вода була каламутною з виносом піску, після 1,5 год відкачки вона освітлилася, а винос піску припинився. Паспортом рекомендовано встановлювати насос на глибині 75,0 м, не перевищувати експлуатаційний дебіт, проводити профілактичний ремонт не рідше одного разу на 6 місяців та вести журнал експлуатації.

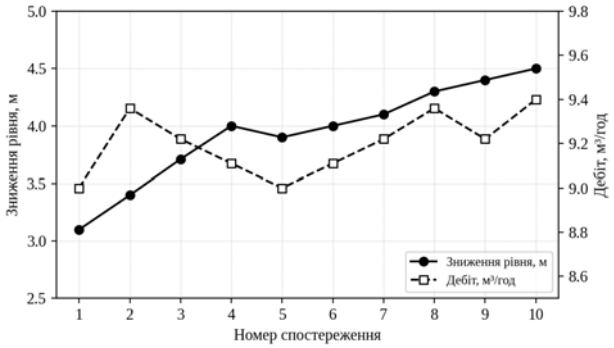

Рис. 2. Динаміка зниження рівня та дебіту під час дослідної відкачки 18.12.2009 р.

Рис. 2 показує, що зниження рівня зростало від 3,10 до 4,50 м і наприкінці відкачки практично стабілізувалося, а дебіт коливався в межах 9,00–9,40 м³/год без тенденції до спаду. Таку поведінку можна розглядати як ознаку достатніх запасів у тріщинуватій зоні для заявленого відбору, хоча тривалість відкачки (6,5 год) відносно невелика, і для надійного обґрунтування експлуатаційних запасів потрібні тривалі режимні спостереження.

Хімічний склад води. Дані лабораторних протоколів 2009 та 2017 рр. подано в табл. 2. Вміст кальцію та магнію у протоколі 2017 р. наведено в мг-екв/дм³; для порівняння їх перераховано в мг/дм³ (коефіцієнти 20,04 та 12,15). Гігієнічні нормативи подано за ДСанПіН 2.2.4-171-10 [3]. Оскільки аналізи виконували різні лабораторії, а набір показників не збігається, порівняння має орієнтовний характер.

Для 2009 р. додатково визначено: лужність 5,3 мг-екв/дм³, гідрокарбонати 323,4 мг/дм³, мідь 0,16 мг/дм³, марганець 0,011 мг/дм³, фтор 0,5 мг/дм³, окиснюваність 1,4 мг O_2/дм³, радон 7 емані; запах 0 балів. За складом вода віднесена до сульфатно-гідрокарбонатної магнієво-натрієвої. Згідно з паспортом, у 2009 р. вода не відповідала тогочасним нормативам питної води за вмістом заліза (0,43 мг/дм³ при допустимих 0,3 мг/дм³).

Іонний склад. Для 2009 р. розраховано еквівалентні концентрації основних іонів: Ca^{2+} – 2,89, Mg^{2+} – 6,95, HCO_3^- – 5,30, SO_4^{2-} – 2,70, Cl^- – 2,78 мг-екв/дм³. Сума аніонів становить 10,78 мг-екв/дм³; за різницею вміст Na^++K^+ оцінюється в 0,94 мг-екв/дм³ (близько 22 мг/дм³). У відсотках-еквівалентах аніони розподіляються так: HCO_3^- – 49 %, Cl^- – 26 %, SO_4^{2-} – 25 %; катіони: Mg^{2+} – 64 %, Ca^{2+} – 27 %, Na^++K^+ – 9 %. Формула Курлова має вигляд $M_{0,66}\frac{HCO_3\ 49\ Cl\ 26\ SO_4\ 25}{Mg\ 64\ Ca\ 27\ (Na+K)\ 9}$. Отже,

ISSN: 2306-9716 (Print), ISSN: 2664-6110 (Online)

Таблиця 2

Показники хімічного складу води свердловини № 468 РЕ та мережі водопостачання

Показник, мг/дм³ (якщо не вказано інше)	2009 р. (гирло)	02.10.2017 (гирло)	Зміна 2009→2017	08.11.2017 (мережа)	Норматив [3]
Сухий залишок	656	601	−8 %	–	1000
Загальна жорсткість, мг-екв/дм³	9,85	7,4	−25 %	7,85	7,0 (до 10,0)
Кальцій	58,0	60,1	+4 %	–	–
Магній	84,5	53,5	−37 %	–	–
Сульфати	129,6	131,4	+1 %	–	250
Хлориди	98,5	110	+12 %	123	250
Залізо загальне	0,43	0,11	−74 %	0,29	0,2
Нітрати	< 0,1	1,49	зростання	< 0,1	50
Нітрити	< 0,003	0,009	зростання	< 0,003	0,5
Аміак	< 0,05	0,101	зростання	0,13	0,5
pH	–	7,83	–	7,82	6,5–8,5
Кольоровість, град.	3,9	9,45	+142 %	6,3	20
Каламутність, мг/дм³	1,29	0,24	−81 %	0,55	–

за розрахунком із наведених у протоколі даних вода є гідрокарбонатною магнієвою зі співмірним вмістом хлоридів і сульфатів, що відрізняється від класифікації «сульфатно-гідрокарбонатна магнієво-натрієва» в паспорті; різниця пояснюється тим, що вміст натрію в паспорті не наведено, і його значення в нашому розрахунку є балансовим. Домінування магнію над кальцієм є характерним для вод, що взаємодіють із біотитовими гранітами та їх корою вивітрювання, збагаченими магнієм у складі темнокольорових мінералів.

Аналіз табл. 2 показує три тенденції. По-перше, знизилися показники, пов'язані з природним розчиненням порід і кори вивітрювання: жорсткість (−25 %), вміст магнію (−37 %) та заліза (у 3,9 раза). Зниження заліза і каламутності можна пояснити як вимиванням привнесених при бурінні та першому відкачуванні дрібних фракцій, так і впливом різних методик аналізу; остаточне пояснення потребує паралельних вимірювань. По-друге, помірно зросли хлориди (+12 %) та азотовмісні сполуки (нітрати від < 0,1 до 1,49 мг/дм³). Вони далекі від нормативів, проте у поєднанні з розташуванням свердловини на території населеного пункту є сигналом, який слід відстежувати як можливий прояв антропогенного впливу. По-третє, жорсткість води в 2017 р. (7,4 та 7,85 мг-екв/дм³) залишається близькою до верхньої межі нормативу 7,0 мг-екв/дм³ і перебуває в діапазоні, допустимому для окремих систем водопостачання (до 10,0). Концентрація заліза в мережі (0,29 мг/дм³) перевищує значення 0,2 мг/дм³, яке наведено вище, хоча протокол дослідження констатує відповідність води вимогам; ця розбіжність потребує уточнення за чинною редакцією нормативу.

Мікробіологічна безпека. У пробі води з гирла свердловини 02.10.2017 р. загальне мікробне число становило 2 КУО/см³, загальні коліформи, E. coli та ентерококи не виявлені. У дослідженнях води з розподільної мережі, що обслуговується КП «Добробут», у 2018 р. (проби від 25.05.2018) та 2019 р. патогенних індикаторів також не виявлено (табл. 3). Загальне мікробне число в 2019 р. становило 45–63 КУО/см³, що не перевищує нормативу 100 КУО/см³. Зростання числа мікроорганізмів від гирла до мережі природне й свідчить про необхідність підтримання санітарного стану розподільних мереж.

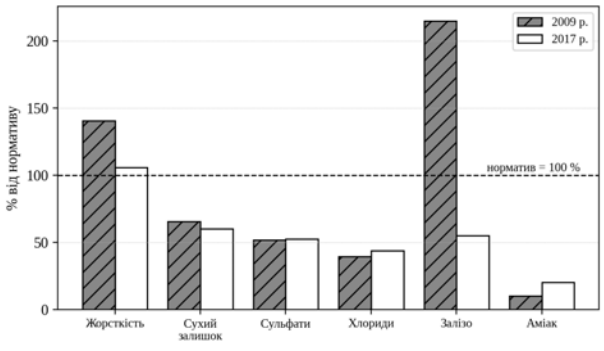

Рис. 3. Показники складу води свердловини № 468 РЕ у відсотках від гігієнічного нормативу (для аміаку 2009 р. взято верхню межу «< 0,05»)

Оцінка екологічних ризиків. Для свердловини, що працює на захищеному напірному горизонті, основні ризики пов'язані не з прямим надходженням забруднювачів через товщу глин, а з технічним станом самої свердловини та поверхневих споруд. По-перше, це можливість перетікання між горизонтами по затрубному простору, якщо цементація верхньої частини колони виконана недостатньо якісно (у паспорті дані про цементацію відсутні). По-друге, це точкове забруднення в приустьовій зоні при порушенні герметичності оголовка. По-третє, довготривале надмірне відкачування, яке може викликати зниження п'єзометричного рівня й підтягування вод з інших частин

розрізу. Додатковим чинником є розташування свердловини поблизу лікарні та житлової забудови, що підвищує вимоги до санітарного контролю.

Радіологічний аспект. Для вод кристалічного щита характерна підвищена природна радіоактивність, пов'язана з ураном, радієм і радоном у гранітах. У паспорті для проби 2009 р. зазначено вміст радону 7 емані, а вміст урану й радію не наведено. Тому для повної екологічної оцінки доцільно доповнити програму спостережень визначенням сумарної альфа- та бета-активності, радону, урану й радію.

Запропонована програма (табл. 4) враховує, що найбільш мінливими показниками є залізо, жорсткість та азотовмісні сполуки, а тому саме вони мають контролюватися найчастіше. Результати такого моніторингу дозволять побудувати ряди спостережень, придатні для статистичної оцінки трендів, чого неможливо досягти за одиничними аналізами 2009 та 2017 рр.

Прогноз стану на сучасний період. Останні наявні вимірювання виконано у 2019 р., тобто до сьогодення минуло понад шість років. Екстраполяція за двома хімічними зрізами (2009 та 2017 рр.) була б статистично непереконливою, тому прогноз сформульовано як сценарії зі спрямованістю змін і переліком того, що потрібно перевірити (табл. 5). Значення в таблиці є гіпотезами для верифікації, а не результатами вимірювань.

Основою такого прогнозу є три чинники: стабільність природних умов у захищеному напірному горизонті, відсутність даних про зміну режиму експлуатації та потенційний вплив забудови навколо свердловини. Тому найбільш імовірним є збереження загальних рис складу води, а основною невизначеністю лишається технічний стан свердловини за 17 років експлуатації. Верифікація прогнозу потребує нових вимірювань за програмою, поданою в табл. 4.

Екологічні аспекти експлуатації. Паспортом свердловини встановлено, що в межах зони санітарної охорони забороняється влаштування житла й будівель, не пов'язаних з експлуатацією свердловини. Свердловина розташована в забудованій частині селища, тому доцільно перевірити фактичне дотримання зони санітарної охорони, технічний стан оголовка та цементації верхньої частини колони. Оскільки конструкція свердловини безфільтрова, а нижній інтервал працює відкритим стовбуром

Таблиця 3

Мікробіологічні показники води розподільної мережі (КП «Добробут»), 2019 р.

Точка відбору	Дата відбору	ЗМЧ, КУО/см³	Коліформи, E. coli, ентерококи в 100 см³	Висновок
вул. А. Корольова	21.03.2019	54	не виявлено	відповідає
вул. Шевченка, 54	21.03.2019	61	не виявлено	відповідає
вул. Маяковського, 36	21.03.2019	45	не виявлено	відповідає
Результати проб № 66 і № 67	06.09.2019	60 і 63	не виявлено	відповідає

Таблиця 4

Пропонована програма режимного моніторингу свердловини № 468 РЕ

Група показників	Показники	Періодичність	Місце відбору
Режимні спостереження	Статичний і динамічний рівні, дебіт	щомісяця	оголовок
Органолептичні	Запах, смак, кольоровість, каламутність	щокварталу	гирло, мережа
Загальносанітарні	Залізо, жорсткість, хлориди, сульфати, нітрати, нітрити, аміак, pH	щокварталу	гирло, мережа
Повний хімічний аналіз	Основні іони, мікроелементи, фтор, мідь, марганець	щороку	гирло
Мікробіологічні	ЗМЧ, коліформи, E. coli, ентерококи	щокварталу	гирло, мережа
Радіологічні	Радон, уран, радій, сумарна α- та β-активність	раз на 2–3 роки	гирло

Таблиця 5

Сценарний прогноз стану свердловини № 468 РЕ на сучасний період

Показник	Останнє вимірювання	Очікувана спрямованість	Що перевірити
Залізо	0,11 (2017); 0,29 в мережі	коливання навколо 0,1–0,3 мг/дм³; зростання можливе при зносі оголовка й колони	квартальний аналіз
Загальна жорсткість	7,4 (2017)	близько верхньої межі нормативу	щорічний повний аналіз
Хлориди, нітрати	110 і 1,49 мг/дм³ (2017)	повільне зростання за умов забудови навколо	щорічний аналіз
Мікробіологічні	ЗМЧ 45–63 КУО/см³ (2019)	стабільні при дотриманні знезараження	щоквартально в мережі
Дебіт, зниження рівня	9,4 м³/год; 4,5 м (2009)	можливе зменшення питомого дебіту при кольматажі тріщин	повторна відкачка
Радіологічні	радон 7 емані (2009)	без змін, дані неповні	радон, уран, радій

ISSN: 2306-9716 (Print), ISSN: 2664-6110 (Online)

у твердих породах, при експлуатації слід контролювати зниження рівня, щоб не перевищувати розрахункового дебіту 9,4–9,5 м³/год.

Обговорення результатів. Отримані результати узгоджуються із загальними уявленнями про формування якості вод тріщинуватої зони кристалічного фундаменту. Мінералізація 600–650 мг/дм³ є помірною й типовою для вод, що перебувають у тривалому контакті з породою; перевищення нормативу за жорсткістю незначне та зумовлене магнієм. Вміст заліза в 2009 р. (0,43 мг/дм³) відображає відновні умови напірного горизонту, за яких залізо перебуває в розчиненій формі й окиснюється при контакті з повітрям. Подальше зниження його концентрації до 0,11–0,29 мг/дм³ є позитивним, проте не гарантує стабільності: надійне судження можливе лише за регулярними спостереженнями. Те саме стосується зростання нітратів і хлоридів, яке за наявними даними не можна однозначно віднести до антропогенного чи методичного чинника, але яке слугує підставою для підвищеної уваги.

Практичні наслідки. Якщо в подальших спостереженнях вміст заліза в мережі зростатиме, його можна знизити за допомогою відомих методів: аерації з наступним фільтруванням на зернистому завантаженні, каталітичного окиснення або реагентних способів. Для жорсткості при потребі застосовують пом'якшення на іонообмінних фільтрах або мембранні технології, однак для господарсько-питного використання в діапазоні 7–10 мг-екв/дм³ такі заходи, як правило, не є обов'язковими. Важливішим є забезпечення безперервного хлорування або іншого знезараження в мережі з огляду на зростання мікробного числа від гирла до споживача, а також промивання тупикових ділянок.

Порівняння з міжнародними орієнтирами. Настанови ВООЗ [5] не встановлюють здоров'я-орієнтованих величин для жорсткості та заліза, оскільки вони впливають передусім на органолептичні властивості води: смак, кольоровість, утворення осаду та накип. Це означає, що виявлені перевищення або наближення до гранично допустимих значень мають переважно споживчий та експлуатаційний характер, а не прямо токсикологічний. Водночас директива ЄС 2020/2184 [4] посилює вимоги до ризик-орієнтованого підходу, за якого постачальник води оцінює ризики на всьому шляху від джерела до споживача. Для свердловини № 468 РЕ це означає необхідність формалізувати оцінку небезпек: стан зони санітарної охорони, герметичність оголовка, надійність знезараження та стан розподільної мережі.

Водогосподарський аспект. Експлуатація свердловини з дебітом, близьким до 9,4 м³/год, відповідає добовому відбору до 225 м³ за безперервної роботи. Реальний режим роботи залежить від потреб споживачів та графіка насоса й у паспорті не наведений, тому оцінити частку використання розрахункового дебіту за наявними матеріалами неможливо. Паспорт прямо забороняє відбирати воду понад експлуатаційний дебіт і встановлювати насос більшої продуктивності. Перевищення дебіту призводить до збільшення депресійної воронки, зростання швидкості фільтрації в тріщинах і можливого виносу дрібних частинок, який у 2009 р. спостерігався на початку відкачки.

Головні висновки.

1. Свердловина № 468 РЕ експлуатує напірний водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічних порід (інтервал 67,5–82,7 м); його перекриває товща неогенових глин потужністю понад 40 м, що забезпечує природну захищеність горизонту.

2. Продуктивність свердловини становить 9,4 м³/год при зниженні 4,5 м (питомий дебіт 2,1 м³/(год·м)); води сульфатно-гідрокарбонатні магнієво-натрієві з мінералізацією 600–650 мг/дм³.

3. За 2009–2017 рр. жорсткість води знизилася на 25 %, вміст заліза – у 3,9 раза, тоді як хлориди зросли на 12 %, а азотовмісні компоненти – з порогів визначення до сотих і десятих часток мг/дм³; усі вони значно нижчі за нормативи.

4. Мікробіологічні показники у 2017–2019 рр. відповідали вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10, патогенних індикаторів не виявлено.

5. Для підвищення надійності оцінки необхідні регулярний моніторинг за запропонованою програмою (табл. 4), радіологічні дослідження та перевірка технічного стану свердловини.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати можуть бути основою для створення програми режимних спостережень (щорічний повний хімічний аналіз, щоквартальний контроль заліза, жорсткості, хлоридів і нітратів), перегляду меж зони санітарної охорони та обґрунтування необхідності знезалізнення. Доцільним є повторне відбирання проб у поточному році та включення в програму радіологічних показників (радон, уран, радій), що є характерними для кристалічного фундаменту.

Література

1. Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення : Закон України від 10 січ. 2002 р. № 2918-III / Верховна Рада України. Відомості Верховної Ради України. 2002. № 16. Ст. 112.
2. Водний кодекс України : Закон України від 6 черв. 1995 р. № 213/95-ВР / Верховна Рада України. Відомості Верховної Ради України. 1995. № 24. Ст. 189.
3. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) : затв. наказом МОЗ України від 12 трав. 2010 р. № 400, зареєстр. в Мін'юсті України 1 лип. 2010 р. за № 452/17747.

4. Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption (recast). Official Journal of the European Union. 2020. L 435. P. 1–62.
5. Guidelines for drinking-water quality : fourth edition incorporating the first addendum. Geneva : World Health Organization, 2017. 631 p.
6. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities. 2000. L 327. P. 1–73.
7. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року : Закон України від 21 грудня 2010 р. № 2818-VI / Верховна Рада України. Відомості Верховної Ради України. 2011. № 26. Ст. 218.
8. Svistun V. K., Lazebnyk O. P., Pigulevsky P. G. On the issue of expert evaluation of groundwater exploration in the Kirovograd oblast. Geofizychnyi Zhurnal. 2025. Vol. 47, No. 2. P. 317–322. DOI: https://doi.org/10.24028/gj.v47i2.322570.
9. Kunytskyi S. O. Water quality assessment of underground sources of water supply of the Rivne region. Вісник НУВГП. Технічні науки. 2019. DOI: https://doi.org/10.31713/vt3201914.

Дата першого надходження статті до видання: 20.10.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 04.11.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 23.11.2026