

УДК 556.36:628.1:553.7

[https://doi.org/10.18524/2303-9914.2026.2\(47\).344778](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2026.2(47).344778)

Г. С. Педан¹, канд. геол. наук, доцент

В. М. Скрипниченко, магістрант

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

кафедра морської геології, гідрогеології, інженерної геології та палеонтології

Шампанський пров., 2, м. Одеса, 65058, Україна

¹ pedangalina3@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7361-5880>

ОЦІНКА СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ВОД У ТРІЩИНУВАТІЙ ЗОНІ КРИСТАЛІЧНИХ ПОРІД АРХЕЮ І ПРОТЕРОЗОЮ ТА ЇХНЬОЇ КОРИ ВИВІТРЮВАННЯ В ПІВНІЧНО-ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В роботі використовувалися дані, які включають результати гідродинамічних та гідрохімічних аналізів підземних вод із водопунктів (свердловин та колодязів), що знаходяться в північно-західній частині Миколаївської області і експлуатують водоносний горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід архею і протерозою та їхньої кори вивітрювання. Уточнені границі розповсюдження, умови залягання, характер водоносності, хімічний склад досліджуваного водоносного горизонту. Виявлені особливості просторово-часового розподілу макрокомпонентів рекомендовано враховувати у процесі їх господарсько-питного використання та моніторингу підземних вод.

Ключові слова: водозабезпечення, водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічних порід архею і протерозою та їхньої кори вивітрювання, мінеральні природні столові води, мінералізація, хімічний склад.

ВСТУП

Однією з основних проблем для нашої держави є забезпечення населення якісною питною водою. При цьому поверхневі води не завжди є придатними для використання у господарчо-питних потребах. Виникає необхідність мати альтернативне, надійно захищене джерело водопостачання. Саме таким джерелом і є підземні води, які мають достатню природну захищеність від поверхневого забруднення (Шестоपालов та ін., 2005; Саніна та Люта, 2024).

За обсягами річного поверхневого стоку місцеві водні ресурси Миколаївської області обмежені і залежать, головним чином, від притоку з інших регіонів. Обсяги поверхневих вод питної якості складають лише одну третину із загальної кількості водних об'єктів області. У маловодній місцевості перебуває 104 населених пункти, що складає 11,4% від загальної кількості населених пунктів області (Стратегії розвитку, 2019).

За обсягами розвіданих запасів підземних вод питної якості Миколаївська область є найменш забезпеченою в Україні. Прогнозні ресурси підземних вод основних водоносних горизонтів у межах Миколаївської області визначено і

апробовано у кількості 441,6 тис.м³/добу (Екологічний паспорт, 2024). В середньому експлуатаційні запаси підземних вод на одного мешканця становлять 0,09 м³/добу, що у 4 рази менше за середній показник по Україні (0,37 м³/добу) (Регіональна доповідь, 2024). Ступінь освоєння експлуатаційних запасів підземних вод – 11% (Регіональна доповідь, 2024). За станом на кінець 2023 року на території Миколаївської області експлуатувалося 915 свердловин комунальної власності (Національна доповідь, 2024). Більшість сільських населених пунктів та райцентрів області для питних потреб користуються підземними водами, але якість їх не завжди відповідає нормативним вимогам.

В умовах воєнної агресії в багатьох регіонах України, в тому числі і в Миколаївській області, питання забезпеченості експлуатаційними запасами питних підземних вод, які відповідають стандартам якості питної води, стало надзвичайно гострим.

Метою дослідження є аналіз особливостей змін гідродинамічного режиму та хімічного складу підземних вод у тріщинуватій зоні кристалічних порід докембрію та їх кори вивітрювання, освоєності запасів і перспектив збільшення видобутку підземних вод горизонту в північно-західній частині Миколаївської області. Об'єктом дослідження є підземні води у тріщинуватій зоні кристалічних порід архею і протерозою та їх кори вивітрювання, предметом дослідження є їх гідродинамічна та гідрохімічна характеристики.

Відповідно до основної мети необхідно виконати наступні завдання: зробити аналіз гідрогеологічних умов досліджуваної території; виконати просторово-часовий аналіз гідродинамічного режиму та змін хімічного складу, дати оцінку ступеню захищеності досліджуваного водоносного горизонту.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Питанням водопостачання населених пунктів України за рахунок підземних вод в останні десятиліття присвячено багато публікацій. В роботі (Камзіст та Шевченко, 2009) розглянуто закономірності поширення і умови формування підземних вод основних стратифікованих підрозділів гідрогеологічних структур; приведено ресурси підземних вод, обсяги їх використання та еколого-геологічний стан. Стаття (Шестопалов та ін., 2005) присвячена важливості підземних вод як стратегічного ресурсу. У роботі (Шестопалов та Люта, 2024) зроблений висновок, що частка підземних вод у водопостачанні населення в цілому по Україні становить лише близько 20%, причому в останні десятиліття видобуток підземних вод скоротився втричі. Питання щодо забезпеченості експлуатаційними запасами питних підземних вод Дніпропетровської, Запорізької, Миколаївської та Херсонської областей проаналізовано в роботі (Саніна та Люта, 2024). Автори роблять висновок, що близько половини територіальних громад чотирьох південних областей, в тому числі і Миколаївської області, не мають розвіданих експлуатаційних запасів підземних вод. Для цих областей, на думку авторів, найближчим часом гостро стоятиме питання переведення

господарсько-питного водопостачання населення на захищені підземні джерела. В роботі визначені можливості та перспективи забезпечення населення цих областей водопостачанням за рахунок підземних вод.

Проблема забезпечення міст з високою щільністю населення у межах житлової забудови України якісною питною водою є соціально значущою. Інформація про забезпечення підземними водами міст Вінниці, Миколаєва, Маріуполя представлена в роботах (Шестопалов та ін., 2018; Шестопалов та ін., 2019; Шестопалов та ін., 2020; Саніна та Люта, 2023). Забезпеченість потреб міста Миколаїв в питній воді підземними водами низька і становить всього 16,6% (Гурьєвських, 2013). Свердловини по території міста розташовані нерівномірно, а бювети або аварійні резервуари питної води відсутні. Враховуючи руйнування водогону Дніпро – Миколаїв внаслідок воєнних дій, склалася катастрофічна ситуація, що потребує пошуку альтернативних рішень та джерел водопостачання (Магась та ін., 2024).

В роботі (Руденко та ін., 2024) надані рекомендації, спрямовані на підвищення надійності водопостачання населення на базі створення локальних систем захищеного бюветного водозабезпечення підземною водою питної якості.

Аналізуючи існуючі засоби аварійного водопостачання та водопідготовки автори (Шевченко та ін., 2022) теж дійшли висновку, що в умовах воєнної агресії підземні води є найбільш захищеним та сталим джерелом постачання питної води.

Стаття (Шестопалов, 2022) також присвячена огляду проблеми забезпечення населення України якісною водою з підземних родовищ, яка особливо актуалізувалася сьогодні, в умовах активних бойових дій. Зазначено, що в Україні є вагомі теоретичні і практичні напрацювання, спрямовані на використання альтернативних джерел водопостачання та забезпечення їх безперебійної роботи. Це буде сприяти мінімізації наслідків можливих техногенних катастроф, пов'язаних з руйнуванням об'єктів та комунікацій соціального значення. Станом на початок 2021 р. в Україні зареєстровано 719 розвіданих родовищ підземних вод із загальними експлуатаційними запасами 16 284,9 тис. м³ на добу, проте використовують їх усього лише на 9,3%. Ще менше використовують прогнозні ресурси підземних вод, які необхідно переоцінити і хоча б частково дорозвідати. Автор статті зауважив, що в середньостроковій перспективі під час післявоєнної відбудови зруйнованих міст доцільно створювати роздільні системи централізованого питного і санітарно-гігієнічного (технічного) водопостачання, як це вже почали робити в місцях нових забудов у розвинених країнах, а також облаштовувати локальні джерела питної води. Такий підхід дозволяє в десятки разів скоротити потреби саме в питній воді, що відкриває ширші можливості для забезпечення її найвищої якості, зокрема завдяки постачанню з підземних джерел.

Одним із джерел постачання підземної питної води в межах гідрогеологічної структури Український щит є підземні води, які містяться в тріщинуватій зоні кристалічних порід архею та протерозою. Закономірності у розподілі під-

земних вод тріщинуватої зони за мінералізацією і хімічним складом розглядаються в роботі (Люта, 2023). У статті (Шестоपालов та ін., 2018) розглянута можливість водопостачання м. Вінниця тріщинними підземними водами кристалічного фундаменту на випадок надзвичайної ситуації, до якої можуть бути прирівняні й воєнні дії. В роботі автором даються рекомендації, що джерелом питної води доцільно обирати підземні води, а технічної (побутово-господарської) – поверхневі або підземні води не найкращої якості. Таким чином, переоцінка експлуатаційних запасів підземних вод з метою переведення населення на водопостачання за рахунок більш захищених підземних вод є актуальною.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для підготовки даної статті розглядалися матеріали із літературних, картографічних, звітних ретроспективних і новітніх даних гідрогеологічних спостережень, гідродинамічного та гідрохімічного моніторингу підземних вод у тріщинуватій зоні кристалічних порід архею і протерозою та їх кори вивітрювання в північно-західній частині Миколаївської області. В тому числі використовувались фонди Причорноморського державного регіонального геологічного підприємства (Причорномор ДРГП, м. Одеса) (Дроженко та ін., 2007; Гурьевських та Лупаїна, 2013; Гузенко та Моностирна, 2014). Обробку даних було виконано в стандартному пакеті програми Statistika та Excel. Для побудови карт-схем розподілу статистичних характеристик використовувалась програма Golden Software Surfer.

Територіально об'єктом досліджень є північно-західна частина Миколаївської області, яка в адміністративному відношенні включає Вознесенський та Первомайський райони (рис. 1).

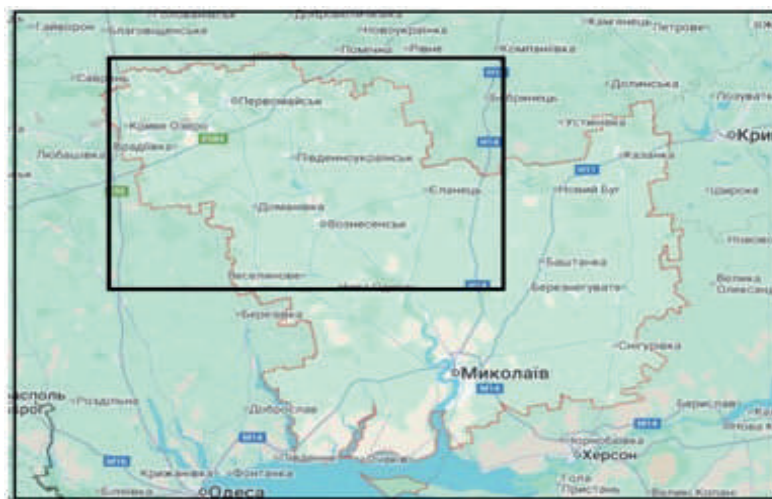


Рис. 1. Оглядова карта району досліджень.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Основними джерелами питного і технічного водопостачання населених пунктів Миколаївської області є водоносні горизонти у відкладах різного віку: від четвертинних до архей-протерозойських. Основна частина запасів приурочена до четвертинних алювіальних відкладів міоценових вапняків та еоценових і верхньокрейдових пісків. Водоносний горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід архею і протерозою та їх кори вивітрювання (AR-PR) має повсюдне поширення в північно-західній частині Миколаївської області, але вивчений більш детально лише в північній частині території дослідження, де залягає близько до денної поверхні і є основним у водопостачанні (Гузенко та Моностирна, 2014). Частка цього водоносного горизонту становить 5% від затверджених експлуатаційних запасів області. Щодо розробки підземних вод у зоні тріщинуватості кристалічних порід, то частка їхнього використання у Миколаївській області складає 11,83% (Саніна та Люта, 2024). В геоструктурному відношенні досліджувана територія відноситься до південного схилу Українського кристалічного щита на зчленуванні його з Причорноморською западиною. В геологічній будові території бере участь складний комплекс докембрійських порід, перекритий корою вивітрювання, крейдовими, палеогеновими, неогеновими і четвертинними відкладами.

Докембрійські утворення (AR-PR) в районі дослідження поширені повсюдно. Перекриваються вони осадовими породами і тільки в північній частині території, по долині р. Південний Буг, виходять на денну поверхню. Максимальні глибини залягання приурочені до вододільних просторів і досягають 100 – 186 м. У долині р. Кодима потужність вищезалягаючих відкладів скорочується до 36 – 66 м. Рельєф фундаменту ускладнений депресіями. Відмінною рисою даної території є різке занурення порід докембрію під осадову товщу в південному напрямку (орієнтовно від умовної лінії Доманівка – Вознесенськ – Сухий Єланець). Загальне падіння осадової товщі на південь визначило основний напрямок руху підземних вод (Дроженко та ін., 2007).

У гідрогеологічному відношенні район дослідження відноситься до гідрогеологічної області Українського щита (на півночі) та Причорноморського артезіанського басейну (на півдні). Водоносний горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід і їх кори вивітрювання характеризується складними гідрогеологічними умовами, що пояснюється характером тріщинуватості кристалічних порід (Саніна та Люта, 2024). Спільно з водами кори вивітрювання являють собою гідравлічно зв'язану систему і утворюють єдиний водоносний горизонт. Водомісткими породами являються тріщинуваті граніти, гнейси, кристалічні сланці та інші різновиди докембрійських порід. Ефективна тріщинуватість докембрійських порід розповсюджена в межах 30,0–60,0 м. Там, де відсутня кора вивітрювання, води тріщинуватих порід докембрію гідравлічно взаємозв'язані з вищезалягаючими водоносними горизонтами.

Водоносний горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід архею і протерозою та їх кори вивітрювання є основним водоносним горизонтом, на екс-

платуації якого базується водопостачання північної-західної частини досліджуваної території. В південній її частині важливим джерелом водопостачання наряду з неоплейстоценовими та середньо-еоценовими водами є середньосарматський водоносний горизонт. Таким чином, вирішення питання розширення і поліпшення водопостачання північної частини Миколаївської області можливо за рахунок пошуків підземних вод на перспективних ділянках: в південній частині досліджуваної території – в середньосарматських відкладах, в північній частині – у тріщинуватій зоні кристалічних порід архею і протерозою та їх кори вивітрювання.

В ерозійних врізах водоносний горизонт виходить на денну поверхню. На південь він занурюється під водоносні комплекси палеогенової і крейдової систем і досягає глибини більше 130 м на границі експлуатації. По схилах долин річок і балок спостерігаються багаточисельні природні виходи у вигляді джерел.

Основне живлення водоносний горизонт отримує за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і поверхневих вод, а також перетоку з водоносних горизонтів і комплексів, що залягають вище. Регіональна область живлення розташована на північному сході Українського щита за межами території досліджень. Локальні площі живлення приурочені до ерозійних врізів, де кристалічні породи відслонюються або перекриті малопотужними осадовими товщами. Крім природних джерел поповнення ресурсів горизонту існує і техногенні, до яких відносяться водосховища (Ташликське, Трикратське, Таборівське та ін.), зрошувальні системи, водоводи та ін. Розвантаження тріщинних вод відбувається в долини рік і балки, у відклади осадової товщі в південному напрямку до моря.

Каталог спостережних водопунктів на водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічних порід архею і протерозою та їх кори вивітрювання в північно-західній частині Миколаївської області представлений більш ніж 70 свердловинами та колодязями (рис. 2).

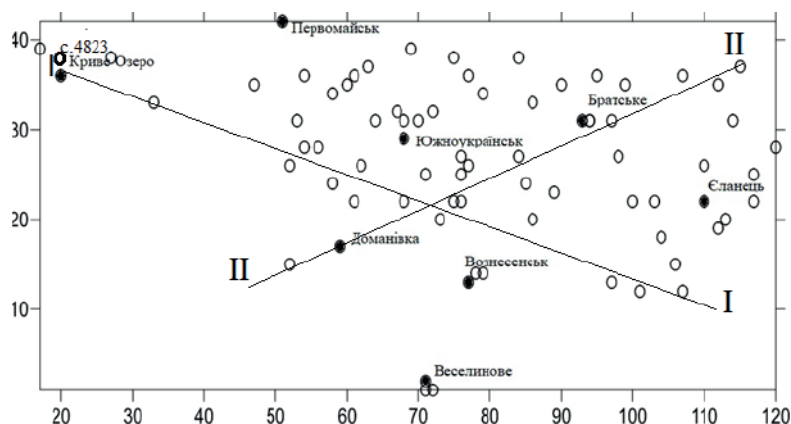


Рис. 2. Карта-схема місцезнаходження водопунктів (свердловин та колодязів), в яких використовуються підземні води тріщинуватої зони кристалічних порід архею і протерозою та їх кори вивітрювання. I–I; II–II – розрізи.

Підземні води у тріщинуватій зоні кристалічних порід архею і протерозою та їх кори вивітрювання характеризуються різним сольовим складом, що обумовлено їх відносно неглибоким заляганням від поверхні землі (в межах використання) і нерідко взаємозв'язком з ґрунтовими водами неоплейстоцен-голоценових відкладів, інколи з поверхневими водами. Мінералізація підземних вод горизонту коливається в межах від 0,5 до 5,0 г/дм³, іноді більше (до 11,2 г/дм³). Переважають води прісні і солонуваті з мінералізацією 0,6–2,3 г/дм³ (рис. 3).

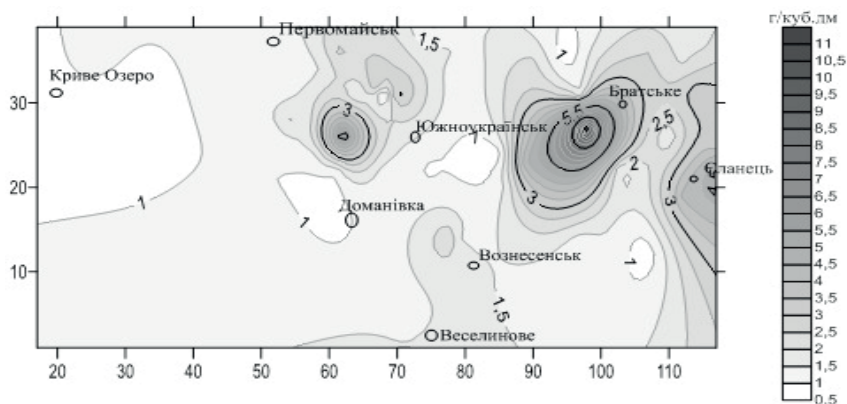


Рис. 3. Карта-схема мінералізації водоносного горизонту у тріщинуватій зоні кристалічних порід архею і протерозою та їх кори вивітрювання.

В розподілі мінералізації і хімічного складу спостерігається певна закономірність по площі. Мінералізація збільшується з заходу та схід. Води підвищеної мінералізації частіше зустрічаються на території вододілів, а також, в населених пунктах та різних господарських об'єктах, що обумовлено впливом техногенних факторів. Наприклад, спостерігається розповсюдження вод підвищеної мінералізації в зоні Ташликського водосховища, від 3 до 5 г/дм³. В цьому ж напрямку збільшується і жорсткість води в межах від 5 до 45,0 мг-екв/дм³, при цьому для прісних вод вона складає 5–9 мг-екв/дм³ (рис. 4).

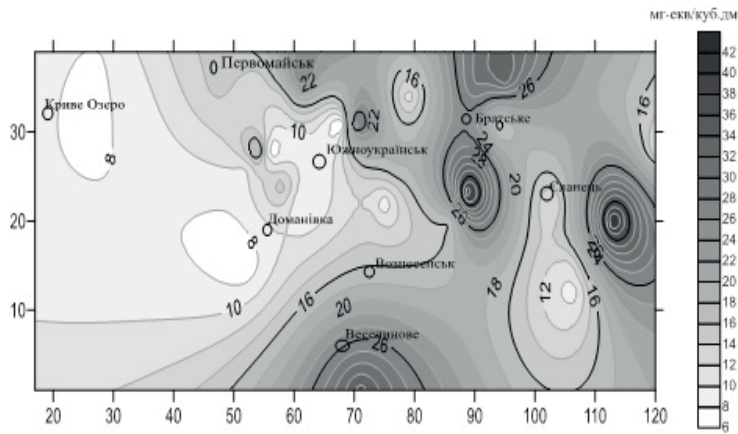


Рис. 4. Карта-схема жорсткості водоносного горизонту у тріщинуватій зоні кристалічних порід архею і протерозою та їх кори вивітрювання.

Підземні води тріщинної зони в основному напірні. Величина напору від 1–5 до 150 м і більше. В долинах річок, де водоносні породи залягають близько від поверхні - безнапірні. Абсолютні відмітки рівня змінюються в напрямку з півночі на південь від 140 – 40 м до 10 – /-20/ м у міру занурення кристалічного фундаменту.

Глибина залягання підземних вод горизонту залежить від потужності покривних відкладів, розчленованості рельєфу, наявності тріщинної зони, ступеню її дренажності та ін. Тому на території одного межиріччя глибина залягання може варіювати в широких межах. В долинах річок Південний Буг, Мертвовод, Арбузинка, Гнилий Єланець залягають першими від поверхні. Глибина статичного рівня змінюється в межах від 0,0 – 15,0 м в ерозійних врізах до 100 і більше метрів на вододільних площах (рис. 5).

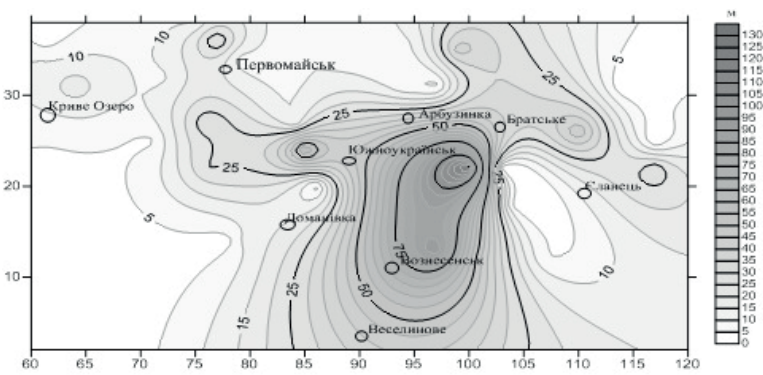


Рис. 5. Карта-схема глибини статичного рівня підземних вод у тріщинуватій зоні кристалічних порід архею і протерозою та їх кори вивітрювання.

Дебіти свердловин і колодязів складають від 0,5 – 35 м³/добу до 104–233 м³/добу при зниженнях від 2 до 72м, в окремих випадках дебіти свердловин досягають 435 – 690 м³/добу (Гузенко та Моностирна, 2014).

Вивчення хімічного складу підземних вод показало, що спостерігається певна закономірність по площі. На північному заході серед прісних вод за хімічним складом переважають сульфатно-гідрокарбонатні кальцієві, а вода з підвищеною солоністю – гідрокарбонатно-сульфатна змішана за катіонами. На південному сході води в основному хлоридно-сульфатні, гідрокарбонатно-сульфатні натрієво-кальцієві (рис. 6а).

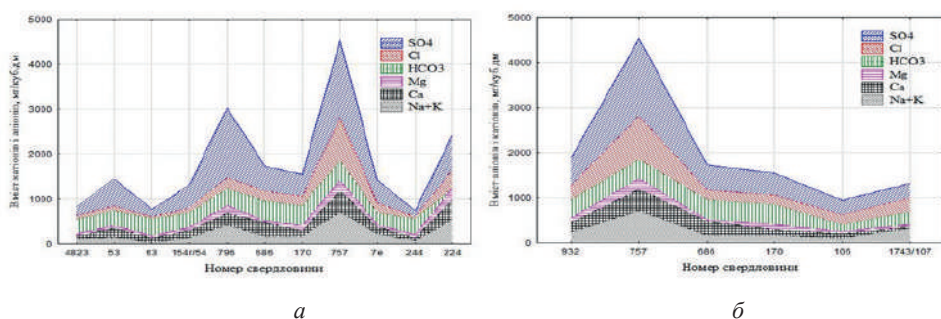


Рис. 6. Графік розподілу макрокомпонентного складу: а – з північного заходу на південний схід (розріз I–I на рис. 2); б – з північного сходу на південний захід (розріз II–II на рис. 2).

На північному сході досліджуваної території серед солонуватих вод переважають хлоридно-сульфатні, гідрокарбонатно-сульфатні кальцієво-натрієві води, мінералізація яких зменшується в напрямку на південний захід (рис. 6б). Таке різноманіття в хімічному складі та мінералізації пов'язане з тим, що підземні води у тріщинуватій зоні кристалічних порід архею і протерозою та їх кори вивітрювання на більшій частині території їх використання є першими від поверхні, тому одним з основних факторів режиму їх формування є атмосферні опади і поверхневі води. Велике значення мають також зони тектонічних розломів. Підземні води, які розкриваються в ерозійних урізах, мають підвищений вміст хлоридів. В їх формуванні велике значення мають техногенні фактори, серед яких особливої уваги заслуговує Південноукраїнський енергетичний комплекс.

На території України знаходяться значні запаси мінеральних вод, різноманітних за хімічним складом та бальнеологічною дією, які теж можуть розглядатися як додаткове джерело питного водопостачання. Проте сьогодні використовується лише близько 7% їх затверджених експлуатаційних запасів. У південному регіоні (Одеська, Миколаївська, Херсонська області) розвинута мережа заводів розливу різноманітних бутильованих вод, на які великий попит через кліматичні умови та воєнні дії (Шестопапов та ін., 2019).

Одним із таких родовищ є родовище мінеральних природних столових вод, яке адміністративно знаходиться на території Кривоозерської селищної громади Первомайського району Миколаївської області. В межах Кривого Озера крім шахтних криниць місцевих жителів є три родовища, які працюють на затверджених запасах: водозабір смт. Криве Озеро, Кривоозерське родовище мінеральних природних столових вод (свердловина № 2297 та 2297а), яка експлуатує водоносний комплекс середньосарматських відкладів та тріщинуватих кристалічних порід докембрію та Кривоозерське-2 родовище мінеральних природних столових вод.

Кривоозерське-2 родовище експлуатує водоносний горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід архею і протерозою та їх кори вивітрювання і представлене експлуатаційною свердловиною № 4823, яка функціонує з 1977 року (рис. 2). Вода використовується для виробничих потреб (розлив мінеральної природної столової води).

Ділянка розвідки родовища мінеральних природних столових вод знаходиться в зоні транзиту підземних вод зони тріщинуватості порід докембрію (рух потоку підземних вод з північного заходу на південний схід) від зони живлення, що знаходиться в межах Українського щита в бік заглиблення кристалічного фундаменту – Причорноморського артезіанського басейну. Часткове розвантаження вод відбувається в природних дренах, якими є річки Кодима та Південний Буг, частково – за рахунок водовідбору для господарсько-побутових та технічних потреб населення.

На ділянці розвідки родовища водоносний горизонт зони тріщинуватості кристалічних порід докембрію (AR+PR) є практично єдиним і таким, що залягає першим від поверхні на глибині 53,1 м. Приурочений водоносний горизонт до зони тріщинуватості гнейсів. Розкритий свердловиною № 4823 до глибини 100,3 м. Розкрита потужність дорівнює 47,3 м. З поверхні водоносний горизонт перекритий шаром глин середнього сармату, який служить його верхнім водотривом. Води напірні, п'єзометричні рівні встановлюються на глибинах від 4,0–22,0 м в долині р. Кодими і до 92,0 м на водорозділах. Абсолютні відмітки п'єзометричної поверхні вод знижуються з півночі на південь від + 113,0 м до + 81,0 м (*Повторна геолого-економічна оцінка, 2024*).

Для простеження зміни якості води та прогнозу на 25-річний період експлуатації водоносного горизонту тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію на Кривоозерському-2 родовищі мінеральних природних столових вод були проаналізовані хімічні аналізи проб, які відібрані у 2016–2024 рр. В результаті проведених гідрохімічних досліджень встановлено, що за співвідношенням основних аніонів і катіонів підземні води водоносного горизонту тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію відносяться до слабкомінералізованих сульфатно-гідрокарбонатних, хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатних магнієво-натрієвих, кальцієво-магнієво-натрієвих (або різного катіонного складу), без запаху та прісні на смак. Води відповідають встановленим параметрам

кондиції для мінеральної природної столової води. Хімічний склад підземних вод є прогнозовано стабільним від моменту затвердження, у т.ч. щодо пір року (рис. 7, табл.1).

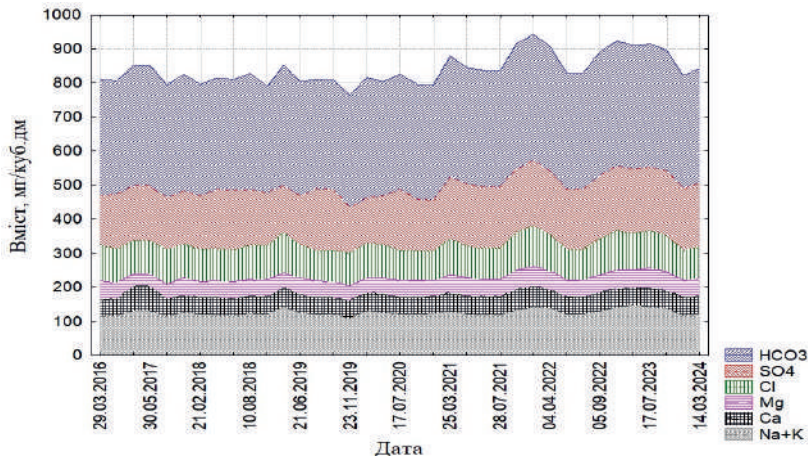


Рис. 7. Графік зміни макрокомпонентного складу у часі (2016–2024 рр.).

Таблиця 1

Коливання вмісту масової концентрації основних макрокомпонентів у воді свердловини № 4823

Компоненти	Na ⁺ +K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ¹⁻	Мінералізація, мг/дм ³
Максимум	147,0	72,0	58,0	120,0	192,0	370,0	942,0
Мінімум	108,0	48,0	37,0	87,2	133,0	312,0	763,0
Середнє	124,2	53,9	49,2	98,8	169,4	342,6	839,6

Води прісні з мінералізацією від 0,3 до 1,0 г/дм³ (рис. 8).

В останні роки спостерігається збільшення мінералізації води, але не перевищує норми, встановленої для питних вод, тобто 1 г/дм³. За тривалий термін експлуатації родовища відмічається незначне змінення якості – сухий залишок в підземних водах збільшився від 698 мг/дм³ до 806 мг/дм³. Загальна жорсткість 2,5 – 10,2 мг-екв./дм³. Вміст шкідливих компонентів не перевищує норму.

Поповнення запасів підземних вод відбувається в місцях виходів кристалічних порід на денну поверхню в долині річки Південний Бугу, а також за рахунок перетоків із вищезалігаючих водоносних горизонтів, які мають гідравлічний зв’язок з породами кристалічного фундаменту. Розвантаження відбувається через «вікна» в корі вивітрювання, а також при водовідборі свердловинами. Рівневий режим підземних вод постійний. Середній водовідбір з 2017 р. не перевищує 111 м³/д та коливається в межах 0–110 м³/д (середнє

значення 19,1 м³/д). В залежності від водовідбору за сезонами року амплітуда коливання рівня може становити 0,7–2,0 м.

Станом на 2018 р. запаси затверджено у кількості 111 м³/д за категорією В. У зв'язку із збільшенням потужностей виробництва у 2023-2024 рр. була проведена повторна геолого-економічна оцінка Кривоозерського-2 родовища (свердловина № 4823) мінеральних природних столових вод з метою збільшення експлуатаційних запасів до 165 м³/д і використання води для промислового розливу.

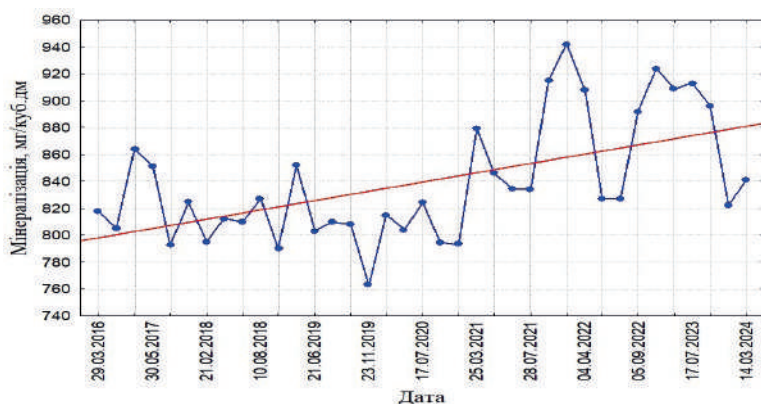


Рис. 8. Графік зміни мінералізації у часі (2016–2024 рр.).

Таким чином, вирішення питання розширення водопостачання можливо за рахунок пошуків підземних вод на перспективних ділянках водоносного горизонту тріщинуватої зони кристалічних порід докембрію і продуктів їхнього вивітрювання. Приведена характеристика прогностичних ресурсів, ступеня їх розвіданості та використання свідчить про наявність значного потенціалу для подальшого поліпшення господарсько-питного водопостачання населення в північно-західній частині Миколаївської області.

ВИСНОВКИ

Для маловодної Миколаївської області виникає необхідність мати альтернативне джерело водопостачання. Одним із шляхів забезпечення населення екологічно безпечною питною водою є збільшення частки підземних вод у питному водопостачанні. Миколаївська область має значний резерв експлуатаційних запасів питних підземних вод, в тому числі і водоносного горизонту у тріщинуватій зоні кристалічних порід архею і протерозою та їх кори вивітрювання. Переоцінка експлуатаційних запасів питних підземних вод є актуальною в умовах погіршення водопостачання питної води з поверхневих джерел у зв'язку з воєнними загрозами. Для вирішення проблеми водопостачання населених пунктів області за рахунок підземних вод необхідно проводити пошу-

ково-розвідувальні роботи та впроваджувати сучасні методи водопідготовки. Актуальною є розробка державних і регіональних програм з переоцінки експлуатаційних запасів підземних вод з урахуванням максимально можливого переведення населення на водопостачання за рахунок захищених від впливу техногенезу підземних вод. Виявлені особливості просторово-часового розподілу макрокомпонентів необхідно враховувати у процесі їхнього господарсько-питного використання та моніторингу підземних вод.

В останні 10–15 років збільшилась кількість експлуатаційних свердловин і, звичайно, водовідбір підземних вод, які не мають обліку. Тому актуальним залишається питання обстеження усіх експлуатаційних свердловин з визначенням їх санітарно-технічного стану та фактичного водовідбору. Це дозволить реально оцінити можливості розширення водопостачання.

Результати дослідження можуть бути використані при розробці науково обґрунтованих рекомендацій для визначення найбільш прийнятних рішень для забезпечення якісною водою, розробці водоохоронних заходів та стратегії управління водними ресурсами у регіоні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Гузенко З., Моностирна Т. Складання та підготовка до видання комплексу гідрогеологічних карт масштабу 1 : 200 000 території аркушу L – 36 – II (Вознесенськ). *Звіт про гідрогеологічні роботи. Причорномор ДРГП*. Одеса, 2014. 216 с.
- Гурьевських Л. С., Лупаіна Н. Г. Звіт з моніторингу підземних вод в Миколаївській та Херсонській областях. Фонди Причорномор ДРГП (№ 3460). Одеса, 2013.
- Деякі питання локального питного водопостачання населення під час воєнного стану (на прикладі міст України з населенням понад 100 тис. осіб). Частина 1 / Ю. Ф. Руденко, Н. А. Юркова, О. В. Гураль, В. Ю. Саприкін. *Мінеральні ресурси України*. 2024. № 4. С. 64–70.
- Звіт про гідрогеологічне довивчення масштабу 1 : 200 000 аркуша L-36-I («Любашівка») виконано в 2004–2007 рр. / О. Дроженко, А. Бруяко, Н. Шавловська, Г. Гапонова Г. 2007. 206 с.
- Екологічний паспорт Миколаївської області (2024 р.). Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. 2024. 150 с. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/ekologichni-pasporty/>
- Камзіст Ж. С., Шевченко О. Л. Гідрогеологія України. Київ : ІНКОС, 2009. 614 с.
- Люта Н. Сучасний стан і перспективи використання підземних вод водоносного горизонту тріщинуватої зони кристалічних порід (гідрогеологічна область Українського щита). *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка Геологія*. 2023. Т. 2, вип. 101. С. 111–116. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.101.16>
- Магась Н. І., Жадан Н. М., Туз Р. В. Визначення екологічно стійких та прийнятних рішень для забезпечення якісного водопостачання м. Миколаїв. *Екологічні науки*. 2024. № 2(53). С. 254–265. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.2-53.35>
- Мінеральні води південного регіону України / В. М. Шестопалов, Г. М. Негода, А. Ю. Моїсєєв, Н. П. Моїсєєва. *Геологічний журнал*. 2019. № 1(366). С. 78–87.
- Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання та водовідведення в Україні у 2023 р. Київ. Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2024. 438 с. URL: <https://mindev.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/nacionalna-dopovid-pro-iakest-pitnoyi-vodi-ta-stan-pitnogo-vodopostacannia-ta-vodovidvedennia-v-ukrayini-u-2023-r.pdf> (дата звернення 07.10.2025 р.)
- Повторна геолого-економічна оцінка Кривоозерського-2 родовища (свердловина № 4823) мінеральних природних столових вод у Первомайському (Кривоозерському) районі Миколаївської області [Текст, карти] : звіт про розвідку родовища мінеральних підземних вод. Київ : Геопроф, 2024. 140 с.
- Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища в Миколаївській області за 2023 рік. Управління екології та природних ресурсів Миколаївської обласної державної адміністрації. Миколаїв, 2024. 232 с. URL: <https://ecolog.mk.gov.ua/store/files/1697106633.pdf>

Саніна І. В., Люта Н. Г. Екологічні наслідки підризу греблі Каховської ГЕС і шляхи вдосконалення водопостачання населення. *Мінеральні ресурси України*. 2023. № 2. С. 50–55.

Саніна І. В., Люта Н. Г. Щодо забезпеченості експлуатаційними запасами питних підземних вод Дніпропетровської, Запорізької, Миколаївської та Херсонської областей. *Мінеральні ресурси України*. 2024. № 3. С. 61–68.

Стратегія розвитку Миколаївської області на період до 2027 року. Миколаївська обласна державна адміністрація, 2019 р. 126 с. URL: <https://www.mk-oblrada.gov.ua/>

Шевченко О. Л., Кондратюк С. І., Чарний Д. В. Автономні системи водопостачання підземними водами – необхідний запобіжник гуманітарних катастроф в умовах воєнної агресії. *Геологічний журнал*. 2022. № 3(380). С. 3–17. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2022.3.255733>

Шестопапов В. М., Лялько В. І., Гудзенко В. В. Підземні води як стратегічний ресурс. *Вісник НАН України*. 2005. Т. 5. С. 32–39.

Шестопапов В. М., Стеценко Б. Д., Руденко Ю. Ф. Підземні води тріщинуватих кристалічних порід як резервне джерело питного водозабезпечення Вінниці (Україна). *Геологічний журнал*. 2018. № 1(362). С. 5–16. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2018.1.126414>

Шестопапов В. М., Стеценко Б. Д., Руденко Ю. Ф. Підземні води верхньосарматського водоносного горизонту як резервне джерело питного водозабезпечення Миколаєва (Україна). *Геологічний журнал*. 2019. № 2(367). С. 5–17. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2019.2.169930>

Шестопапов В. М., Стеценко Б. Д., Руденко Ю. Ф. Проблеми питного водозабезпечення Маріуполя і пропозиції щодо їх вирішення за рахунок підземних вод (Україна). *Геологічний журнал*. 2020. № 1. С. 3–16. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.1.196974>

Шестопапов В. М. Проблеми збереження та ефективного використання якісних підземних вод у контексті водної безпеки України. *Вісн. НАН України*. 2022. № 7. С. 69–74. <https://doi.org/10.15407/vsn2022.07.069>

Шестопапов В. М., Люта Н. Г. Щодо оптимального співвідношення поверхневих і підземних вод у водопостачанні населення України. *Мінеральні ресурси України*. 2024. № 1. С. 41–49. <https://doi.org/10.31996/mru.2024.1.41-49>

REFERENCES

Huzenko, Z., & Monostyrna, T. (2014). Skladannia ta pidhotovka do vydannia kompletu hidroheolohichnykh kart mashtabu 1:200 000 terytorii arkushu L – 36 – II (Voznesensk) [Compilation and preparation for publication of a set of hydrogeological maps at a scale of 1:200,000 for the territory of sheet L – 36 – II (Voznesensk)]. *Zvit pro hidroheolohichni roboty. Prychornomor DRHP* (216 p.). Odesa. [in Ukrainian].

Hurievskykh, L. S., & Lupaina, N. H. (2023). *Zvit z monitorynhu pidzemnykh vod v Mykolaivskii ta Khersonskii oblastiakh* [Groundwater monitoring report in Mykolaiv and Kherson regions]. Fondy Prychornomor DRHP (No. 3460). Odesa. [in Ukrainian].

Rudenko, Yu. F., Yurkova, N. A., Hural, O. V., & Saprykin, V. Yu. (2024). Deiaki pytannia lokalnoho pytnoho vodopostachannia naseleння pid chas voiennoho stanu (na pryklady mist Ukrainy z naseleнням ponad 100 tys. osib). Chastyna 1 [Some issues of local drinking water supply of the population during martial law (using the example of Ukrainian cities with a population of over 100 thousand people. Part 1)]. *Mineralni Resursy Ukrainy*; (4), 64–70. [in Ukrainian].

Drozhenko, O., Bruiako, A., Shavlovska, N., & Haponova, H. (2007). *Zvit pro hidroheolohichne dovvyvchennia masshtabu 1 : 200 000 arkusha L-36-I (“Liubashivka”) vykonano v 2004–2007 rr.* [Report on hydrogeological additional study of the 1:200,000 scale sheet L-36-I (“Lyubashivka”) carried out in 2004–2007] (206 p.). [in Ukrainian].

Ministerstvo zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy. (2024). *Ekolohichniy pasport Mykolaivskoi oblasti (2024 r.)* [Ecological passport of Mykolaiv region (2024)] (150 p.). <https://ecolog.mk.gov.ua/store/files/1719483437.pdf> [in Ukrainian]

Kamzist, Zh. S., & Shevchenko, O. L. (2009). *Hidroheolohiia Ukrainy* [Hydrogeology of Ukraine] (614 p.). Kyiv: INKOS. [in Ukrainian].

Liuta, N. (2023). Suchasnyi stan i perspektyvy vykorystannia pidzemnykh vod vodonosnoho horizontu trishchynuvatoi zony krystalichnykh porid (hidroheolohichna oblast Ukrainskoho shchytia) [Current status and prospects for the use of groundwater in the aquifer of the fractured zone of crystalline rocks (hydrogeological region of the Ukrainian Shield)]. *Visnyk Kyivskoho Natsionalnoho Universytetu Imeni Tarasa Shevchenka. Heolohiia*, 2(101), 111–116. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.101.16> [in Ukrainian].

Mahas, N. I., Zhadan, N. M., & Tuz, R. V. (2024). Vyznachennia ekolohichno stiikykh ta pryiniatnykh rishen dlia zabezpechennia yakisnoho vodopostachannia m. Mykolaiv [Identification of environmentally sustainable and

acceptable solutions to ensure high-quality water supply in the city of Mykolaiv]. *Ekolohichni Nauky*, (2(53)), 254–265. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.2-53.35> [in Ukrainian].

Shestopalov, V. M., Nehoda, H. M., Moiseiev, A. Yu., & Moiseieva, N. P. (2019). Mineralni vody pivdennoho rehionu Ukrainy [Mineral waters of the southern region of Ukraine]. *Heol. Zhurn.*, (1(366)), 78–87. [in Ukrainian].

Ministerstvo rozvytku hromad, terytorii ta infrastruktury Ukrainy. (2024). *Natsionalna dopovid pro yakist pitnoi vody ta stan pytnoho vodopostachannia ta vodovidvedennia v Ukraini u 2023 r.* [National report on the quality of drinking water and the state of drinking water supply and wastewater disposal in Ukraine in 2023] (438 p.). Kyiv. Retrieved October 07, 2025, from <https://mindev.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/nacionalna-dopovid-pro-iakest-pitnoyi-vodi-ta-stan-pitnogo-vodopostachannia-ta-vodovidvedennia-v-ukrayini-u-2023-r.pdf> [in Ukrainian].

Povtorna heoloho-ekonomichna otsinka Kryvozerskoho-2 rodovyscha (sverdlovyna No. 4823) mineralnykh pryrodnykh stolovykh vod u Pervomaiskomu (Kryvozerskomu) raioni Mykolaivskoi oblasti: zvit pro rozvidku rodovyscha mineralnykh pidzemnykh vod [Repeated geological and economic assessment of the Kryvozerske-2 deposit (well No. 4823) of mineral natural table waters in the Pervomaysky (Kryvozerske) district of the Mykolaiv region]. (2024). (140 p.). Kyiv: Heoprof. [in Ukrainian].

Upravlinnia ekolohii ta pryrodnykh resursiv Mykolaivskoi oblasnoi derzhavnoi administratsii. (2024). *Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho sere dovyscha v Mykolaivskii oblasti za 2023 rik* [Regional report on the state of the environment in the Mykolaiv region for 2023] (232 p.). Mykolaiv. <https://ecolog.mk.gov.ua/store/files/1697106633.pdf> [in Ukrainian].

Sanina, I. V., & Liuta, N. H. (2023). Ekolohichni naslidky pidryvu hrebli Kakhovskoi HES i shliakhy vdoskonalennia vodopostachannia naselennia [Environmental consequences of the Kakhovka hydroelectric power plant dam explosion and ways to improve water supply to the population mineral resources of Ukraine]. *Mineralni Resursy Ukrainy*, (2), 50–55. [in Ukrainian].

Sanina, I. V., & Liuta, N. H. (2024). Shchodo zabezpechenosti ekspluatatsiinykh zapasamy pytnykh pidzemnykh vod Dnipropetrovskoi, Zaporizkoi, Mykolaivskoi ta Khersonskoi oblasti [On the availability of operational reserves of drinking groundwater in Dnipropetrovka, Zaporizka, Mykolaivska and Khersonska regions]. *Mineralni Resursy Ukrainy*, (3), 61–68. [in Ukrainian].

Mykolaivska oblasna derzhavna administratsiia. (2019). *Strategii rozvytku Mykolaivskoi oblasti na period do 2027 roku* (126 p.). <https://www.mk-oblrada.gov.ua/>

Shevchenko, O. L., Kondratiuk, Ye. I., & Charnyi, D. V. (2022). Avtonomni systemy vodopostachannia pidzemnykh vodamy – neobkhidnyi zapobizhnykh humanitarnykh katastrof v umovakh voiennoi ahresii [Autonomous groundwater water supply systems are a necessary safeguard against humanitarian disasters in conditions of military aggression]. *Heolohichni Zhurnal*, (3(380)), 3–17. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2022.3.255733> [in Ukrainian].

Shestopalov, V. M., Lialko, V. I., & Hudzenko, V. V. (2005). Pidzemni vody yak stratehichniy resurs [Underground waters as a strategic resource]. *Visnyk NAN Ukrainy*, 5, 32–39. [in Ukrainian].

Shestopalov, V. M., Stetsenko, B. D., & Rudenko, Yu. F. (2018). Pidzemni vody trishchynuvatykh krystalichnykh porid yak rezervne dzhherelo pytnoho vodozabezpechennia Vinnytsi (Ukraina) [Groundwater of fractured crystalline rock as reserve source for potable water supply to Vinnitsa (Ukraine)]. *Heol. Zhurn.*, (1(362)), 5–16. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2018.1.126414> [in Ukrainian].

Shestopalov, V. M., Stetsenko, B. D., & Rudenko, Yu. F. (2019). Pidzemni vody verkhnosarmatskoho vodonosnoho horyzontu yak rezervne dzhherelo pytnoho vodozabezpechennia Mykolaieva (Ukraina) [Groundwater of the Upper Sarmatian aquifer as a reserve source of drinking water supply of Mykolaiev (Ukraine)]. *Heol. Zhurn.*, (2(367)), 5–17. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2019.2.169930> [in Ukrainian].

Shestopalov, V. M., Stetsenko, B. D., & Rudenko Yu. F. (2020). Problemy pytnoho vodozabezpechennia Mariupolia i propozyitsii shchodo yikh vyrishennia za rakhunok pidzemnykh vod (Ukraina) [Problems of drinking water supply of Mariupol and proposals for their solution at the expense of groundwater]. *Heol. Zhurn.*, (1), 3–16. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.1.196974> [in Ukrainian].

Shestopalov, V. M. (2022). Problemy zberezhennta ta efektyvnoho vykorystannia yakisnykh pidzemnykh vod u konteksti vodnoi bezpeky Ukrainy [Problems of preservation and effective use of high-quality groundwater in the context of water security of Ukraine]. *Visn. NAN Ukrainy*, (7), 69–74. <https://doi.org/10.15407/visn2022.07.069> [in Ukrainian].

Shestopalov, V. M., & Liuta, N. H. (2024). Shchodo optimalnoho spivvidnoshennia poverkhnevyykh i pidzemnykh vod u vodopostachanni naselennia Ukrainy [On the optimal ratio of surface and groundwater in water supply of the population in Ukraine]. *Mineralni Resursy Ukrainy*, (1), 41–49. <https://doi.org/10.31996/mru.2024.1.41-49> [in Ukrainian].

Стаття надійшла 09.11.2025 р.

G. S. Pedan

V. M. Skrypnychenko

Odesa I. I. Mechnikov National University,

Department of Marine Geology, Hydrogeology, Engineering Geology and

Paleontology

2 Shampanskyi Ln, Odesa, 65015, Ukraine

pedangalina3@gmail.com

ASSESSMENT OF THE STATE OF GROUNDWATER IN THE FRACTIONAL ZONE OF ARCHEAN AND PROTEROZOIC CRYSTALLINE ROCKS AND THEIR WEATHERING CRUSTS IN THE NORTHWESTERN PART OF MYKOLAIV REGION

Abstract

Problem Statement and Purpose. Providing the population with high-quality drinking water is one of the main problems for Ukraine. Surface water is not always suitable for drinking purposes. Groundwater has natural protection from surface pollution and is an alternative source of water supply. Mykolaiv region is the least endowed with explored reserves of drinking-quality groundwater in Ukraine. The issue of ensuring operational reserves of drinking groundwater is extremely acute in conditions of military aggression.

The purpose of the study is to analyze the features of changes in the hydrodynamic regime and chemical composition of groundwater in the fractured zone of Precambrian crystalline rocks and their weathering crust, and the possibilities of increasing their production in the northwestern part of the Mykolaiv region. The object of research is groundwater in the fractured zone of crystalline rocks of the Archean and Proterozoic and their weathering crust. The subject of the study is their hydrodynamic and hydrochemical characteristics.

Data & Methods. Materials from literary, cartographic, reporting retrospective and recent data of hydrogeological observations, hydrodynamic and hydrochemical monitoring of groundwater in the fractured zone of Precambrian crystalline rocks and their weathering crust in the northwestern part of the Mykolaiv region were considered.

Results. The aquifer in the fractured zone of Archean and Proterozoic crystalline rocks and their weathering crust (AR-PR) is common in the northwestern part of the Mykolaiv region, but has been studied in detail only in the northern part of the study area, where it lies close to the surface and is the main source of water supply. The share of this aquifer is 5% of the approved operational reserves of the region. The share of groundwater use in the aquifer in the region is 11.83%. The catalog of observation points for the aquifer of the fractured zone of Precambrian crystalline rocks includes more than 70 wells. Groundwater has a different salt composition. The mineralization of groundwater varies from west to east from 0.5–5.0 g/dm³ to 11.2 g/dm³. Water hardness increases in the same direction from 5 to 45.0 mg-eq/dm³. The value of the piezometric head is from 1–5 to 150 m and more. Hydrocarbonate-calcium waters, and sulfate waters in some wells prevail in the northwest. Sulfate and chloride sodium-calcium are predominant in the southeast. Mineral waters are diverse in chemical composition and balneological effect and can be considered as an additional source of drinking water supply. Kryvozerske-2 (well No. 4823) is a mineral natural table water deposit that exploits an aquifer in

a fractured zone of Precambrian crystalline rocks. The water meets the established condition parameters for mineral natural table water. The chemical composition of groundwater is predicted to be stable. The waters are fresh with mineralization from 0.3 to 1.0 g/dm³. Category B reserves were approved at 111 m³/day in 2018. A repeated geological assessment of the Kryvoozerske-2 field was carried out with the aim of increasing operating reserves to 165 m³/day in 2023–2024. Thus, the expansion of water supply is possible through the search for groundwater in promising areas of the aquifer of the fractured zone of Precambrian crystalline rocks. The characteristics of the forecast resources, the degree of their exploration and use indicate the presence of significant potential for further improvement of drinking water supply in the northwestern part of the Mykolaiv region.

Keywords: water supply, aquifer of the fractured zone of crystalline rocks of the Archean and Proterozoic and their weathering crust, mineral natural table waters, mineralization, chemical composition.