

УДК 556.38:628.1

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.10>

ПРИРОДНІ ТА АНТРОПОГЕННІ ЗМІНИ ҐРУНТОВИХ ВОД У ЗВ'ЯЗКУ З ПРОБЛЕМОЮ ВОДОПОСТАЧАННЯ НА ПРИКЛАДІ С. КИЩЕНЦІ УМАНСЬКОГО РАЙОНУ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Яковлев В.В., Дмитренко Т.В.

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
вул. Маршала Бажанова, 17, 61002, м. Харків
yakovlev030157@gmail.com, tetyana.dmytrenko@kname.edu.ua

Показано, що поверхневі й підземні елементи гідросфери у с. Кишценці техногенно тісно пов'язані між собою, і водний баланс цих елементів гідросфери техногенно змінений. Ґрунтові води отримують додаткове живлення з джерел, відмінних від атмосферних, і підпираються ставками. Тому, аридизація клімату, відповідне збільшення евапотранспірації та зниження рівня води у ставках, а також використання електричних насосів для відкачування води з колодязів безпосередньо відбивається на зменшенні запасів ґрунтових вод, і це є причиною зниження рівнів води у колодязях. Особливістю гідрогеологічних умов є низька водовіддача водовмісних суглинків, що обумовлює підвищену чутливість рівня води до відбору води з криниць. За відсутності системи водовідведення і природного захисту з поверхні від стоків ґрунтові води в селі мають високий рівень нітратного забруднення, тому використання колодязної води для питних цілей не має перспективи, в сучасних умовах колодязні води в с. Кишценці можуть бути тільки резервним джерелом водопостачання. Перспектива питного та господарсько-питного водопостачання села пов'язана з другим від поверхні, захищеним від поверхневого забруднення, водоносним горизонтом тріщинуватих гранітів, площа живлення якого знаходиться, в основному, за межами села. Хімічний склад води з цього горизонту сприятливий для використання в питних цілях. Загальною причиною кризи з колодязним водопостачанням у сільських поселеннях України є низька культура водокористування, що проявляється у відставанні розуміння проблеми усіма верствами населення й управління. Відсутність систем водовідведення й аридизація клімату вимагають застосування екологічних і ресурсощадних підходів у сфері водопостачання за технологіями, які вже реалізовані у країнах південної Європи та Близького Сходу. *Ключові слова:* Кишценці, ґрунтові води, децентралізоване водопостачання, зміна клімату, зневоднення колодязів, якість води, підземні води, безпечне питне водопостачання.

Natural and man-induced shifts in stream flow and chemistry of groundwater in view of household water supply: the case study of Kyshchentsi village (Uman district, Cherkasy region). Yakovlev V., Dmytrenko T.

It is shown that the surface and underground elements of the hydrosphere in the village of Kyshchentsi are technogenically closely interconnected, and the water balance of these elements is technogenically changed. Groundwater receives additional recharge from the sources other than atmospheric one and is backed up by ponds. Therefore, aridization of the climate, a corresponding increase in evapotranspiration and a decrease in the water level in ponds, as well as the use of electric pumps to extract water from wells, directly affect the decrease in groundwater reserves, and this is the reason for the decline in water levels in wells. A feature of hydrogeological conditions is the low water yield of water-bearing loams, which causes increased sensitivity of water levels to water withdrawal from wells. In the absence of a drainage system and natural protection from surface runoff, groundwater in the village is highly contaminated by nitrates, so the use of well water for drinking is prospectless; in current conditions, well water in Kyshchentsi can only be an emergency source of water supply. The future-oriented household water supply in the village is associated with the second from the surface, protected from surface pollution, aquifer of fractured granites, which recharge area is mainly located outside the village. Water chemistry in this horizon is favorable for drinking. The general reason for the crisis with well water supply in rural settlements of Ukraine is the low culture of water use, which is manifested in the lagging understanding of the problem by all social groups and local administrations. The lack of sewage disposal systems and climate aridization require the use of integrated and resource-saving approaches to water supply based on technologies that have already been implemented in Southern Europe and the Middle East. *Key words:* Kyshchentsi, groundwater, decentralized water supply, climate change, dewatering of wells, water quality, groundwater, safe drinking water supply.

Постановка проблеми. Протягом останніх двох десятиліть зневоднення колодязів спостерігається в Україні повсюдно. Причинами цього явища можуть бути природні та антропогенні чинники, пов'язані із земле- і водокористуванням. Автори спробували розібратися з причинами зневоднення колодязів на прикладі конкретного населеного пункту – села Кишценці, розташованого в Центральній Україні.

Актуальність дослідження. Попри повсюдне зниження якості води у першому від поверхні водоносному горизонті, значна частина населення

України продовжує використовувати колодязі як джерела води для господарських і питних цілей. Причиною цього є, у тому числі деградація централізованих систем водопостачання. Водночас в умовах воєнних дій колодязі, як розосереджені й повсюдно доступні джерела води, набувають більшого значення. Вони мають конкретні переваги – розосередженість, незалежність від електропостачання, простоту будівництва. Тому, дослідження причин повсюдного зневоднення колодязів є наразі актуальним.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Тема роботи відповідає основним принципам і напрямкам державної політики щодо охорони, раціонального використання та відновлення водних ресурсів України, зокрема, Водному Кодексу України (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1995, № 24, ст. 189) [1], Концепції Загальнодержавної цільової соціальної програми «Питна вода України» на 2022–2026 роки (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 28 квітня 2021 р. № 388-р.) [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У ґрунтовій праці [3] авторами Камзіст Ж.С. і Шевченко О.Л. надана схема гідрогеологічного районування, згідно з якою розглянута територія, віднесена до гідрогеологічної області Українського кристалічного щита. В межах цієї області виділено водоносні горизонти тріщинуватих гранітоїдів і осадового чохла. Цей поділ цілком відповідає умовам розглянутого у даній статті району.

Підходи авторів до оцінки якості води базуються на встановлених нормах Міністерства охорони здоров'я України, затверджених у 2010 р. [4].

Всебічному аналізу екологічної ситуації в об'єктах гідросфери України присвячений широкий ряд робіт [5–11]. Розглянуті аспекти забруднення водних систем у різних сферах діяльності людини, зокрема нові дані про вплив нафтогазових промислів, емісії фармацевтичних препаратів. Загалом ці роботи дають уявлення про повсюдну деградацію якості неглибоких підземних вод під впливом антропогенних чинників.

Аналізу ресурсної бази децентралізованого водопостачання присвячені роботи Яковлева В. В., Яковлева Є. О., Дмитренко Т. В., Дядіна Д. В., Примушко С. І. зі співавторами [8–10,12,13] та ін. Зокрема, охарактеризовані кількісно і якісно перспективні ресурси ґрунтових вод піщаних річкових терас Центральної та Східної України, ресурси і якісний стан джерельних вод Східних областей України. Загальним висновком щодо цих досліджень є те, що поза межами міст для децентралізованого водопостачання ресурсна база є ширшою і представлена підземними водами практично всіх водоносних горизонтів, а в межах міст поверхневі й неглибокі підземні води непридатні до питного використання.

В останні десятиліття для вивчення шляхів міграції забруднень в об'єктах гідросфери почав застосовуватися ізотопний метод. Зокрема, Виставною Ю.Ю. і Дядіним Д.В. виконано дослідження атмосферних, поверхневих і ґрунтових вод міста Харків і української частини басейну р. Сіверський Донець [14].

Можливість інженерного удосконалення конструкцій каптажів, покращення якості й захисту ґрунтових вод у місцях розташування каптажів без використання хімічних речовин розкрита у роботах Яковлева В.В. зі співавторами [10–12, 15–17].

Головні положення даної статті анонсовані авторами у тезах [18].

Матеріали та методика дослідження. Зібрана інформація щодо історії змін середньорічних сум атмосферних опадів і середньорічних температур, геологічної будови, гідрогеологічних умов території. Побудовані геолого-гідрогеологічний розріз, визначені контури місцевої зони живлення підземних вод. Виконаний аналіз змін кількісних і якісних показників підземних вод першого від поверхні водоносного горизонту, який використовуються населенням через колодязі. Зроблені висновки щодо причин зневоднення колодязів і перспектив водозабезпечення населення с. Кишенці.

Викладення основного матеріалу.

Село Кишенці розташоване в межах Українського кристалічного щита, де гранітоїди архею і протерозою перекриті шаром кайнозойських континентальних відкладів. Граніти й плагіограніти залягають на глибині 45–60 м і мають тріщинуватість у верхній своїй частині й по лініях глибоких прямолінійних розломів. Перекриваються мезозойсько-кайнозойською корою вивітрювання, що представлена каоліновою глиною з кварцевою жорсткою, яка має потужність 15–19 м. Вище залягають міоценові строкато забарвлені глини потужністю 15–20 м, а ще вище – четвертинні лесовидні суглинки, які, залежно від положення у рельєфі, мають потужність від 0 м (у балках) до 28 м (на вододілах).

Район належить до гідрогеологічної області Українського кристалічного щита, для якої характерні два гідрогеологічні поверхні – в осадових відкладах, що вміщують порово-пластові води, та у породах кристалічного фундаменту, де розповсюджені тріщинні води [3, 19]. Конкретно у селі Кишенці виділяються два водоносні горизонти: ґрунтові води покривних суглинків і поміжплатові води тріщинуватих гранітних порід. Ці горизонти розділені водотривким шаром строкатих глин і каолінової кори вивітрювання. Карта гідроізопс водоносного горизонту покривних суглинків і гідроізоп'єз водоносного горизонту тріщинуватих гранітів наведена на рис. 1, гідрогеологічний розріз по лінії I-I – на рис. 2.

Водоносний горизонт покривних суглинків залягає першим від поверхні та приурочений до суглинків четвертинного віку. Потужність водоносного горизонту становить 0–13 м – найбільша під вододільними ділянками, а найменша – у балках. Живлення відбувається внаслідок інфільтрації атмосферних опадів, а також з техногенних джерел. Оскільки в селі на приватних садибах, у тому числі для зрошення, використовується вода з іншого джерела – другого від поверхні водоносного горизонту, має місце певне додаткове живлення ґрунтових вод у порівнянні з природним станом.

Живлення ґрунтових вод найбільше в межах вирівняних вододільних ділянок. Розвантаження в межах цих же ділянок здійснюється низхідним перетіканням крізь водотрив, боковим відтоком до балок, де



Умовні позначення

Колодязі:	зверху - номер колодязя; зліва у чисельнику - загальна жорсткість води, мг-екв/дм ³ , у знаменнику - вміст нітратів, мг/дм ³ справа у чисельнику - абсолютна відмітка поверхні землі, м, у знаменнику - абсолютна відмітка рівня води (станом на 11.05.2021 р.) знизу - показник сухого залишку у воді, мг/дм ³	Свердловина:	зверху - номер свердловини; зліва у чисельнику - загальна жорсткість води, мг-екв/дм ³ , у знаменнику - вміст нітратів, мг/дм ³ справа у чисельнику - абсолютна відмітка поверхні землі, м, у знаменнику - абсолютна відмітка рівня води (станом на 11.05.2021 р.) знизу - величина сухого залишку у воді, мг/дм ³
Кольорове забарвлення відповідає вмісту нітратів у воді:	<ul style="list-style-type: none"> ■ до 5 мг/дм³, природний вміст ■ 5-50 мг/дм³, дозранічне забруднення ■ 50-100 мг/дм³, сильне забруднення ■ 100-240 мг/дм³, дуже сильне забруднення 	Урізі поверхневих вод:	<ul style="list-style-type: none"> ■ зліва у чисельнику - загальна жорсткість води, мг-екв/дм³, у знаменнику - вміст нітратів, мг/дм³ ■ справа у чисельнику - абсолютна відмітка уріза води, м
		— 220 —	- гідроізопієси ґрунтового водоносного горизонту достовірні і вірогідні (станом на 11.05.2021 р.)
		- 210 -	- гідроізоп'єзи другого від поверхні водоносного горизонту у трицинуватій зоні кристалічних порід докембрію (станом на 11.05.2021 р.)
		I — I	- лінія геолого-гідрологічного розрізу району робіт

Рис. 1. Карта фактичного матеріалу з гідроізопієсами підземних вод першого і другого від поверхні горизонтів в районі с. Кишцені

підживлюються ставки й у підніжжі схилів відбувається випаровування з рівня ґрунтових вод і транспірація рослинністю. Певним чином на рівневий режим

ґрунтових вод впливає положення базису дренажу, яким частково є дзеркала ставків Фітів, Поповий, Млиновий, Малий Скарбовий і Скарбовий (рис. 1).

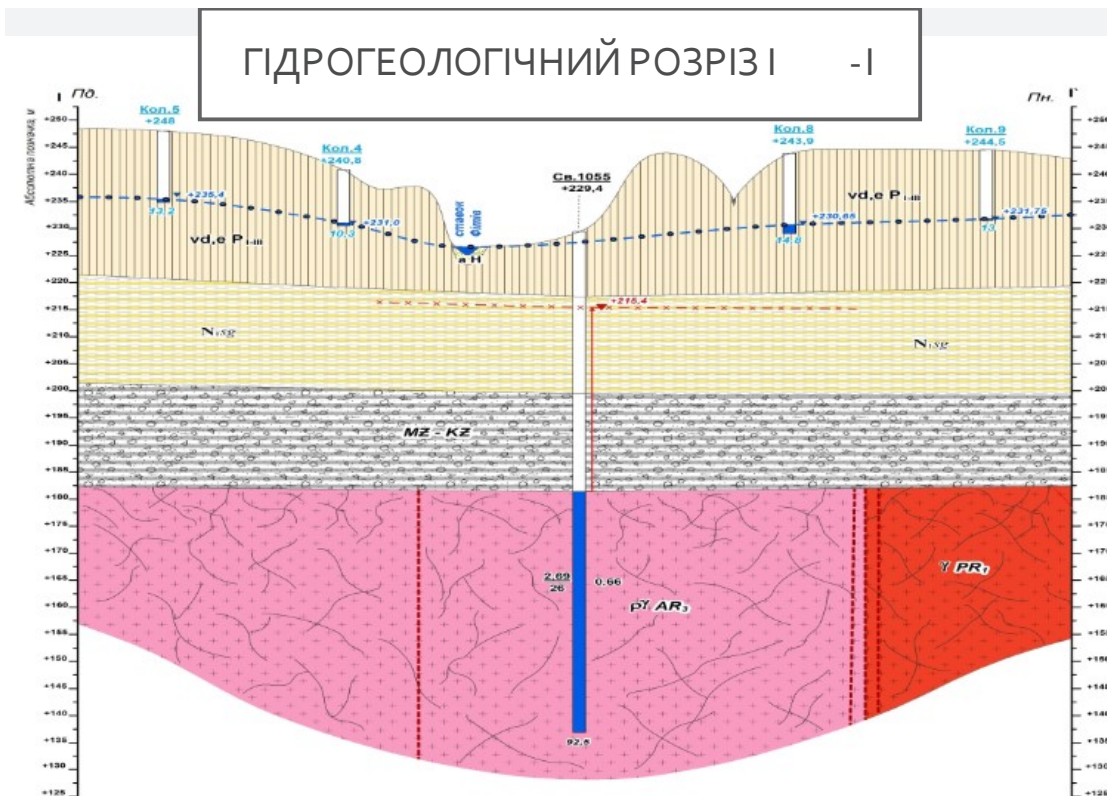


Рис. 2. Гідрогеологічний розріз в районі с. Кищенці

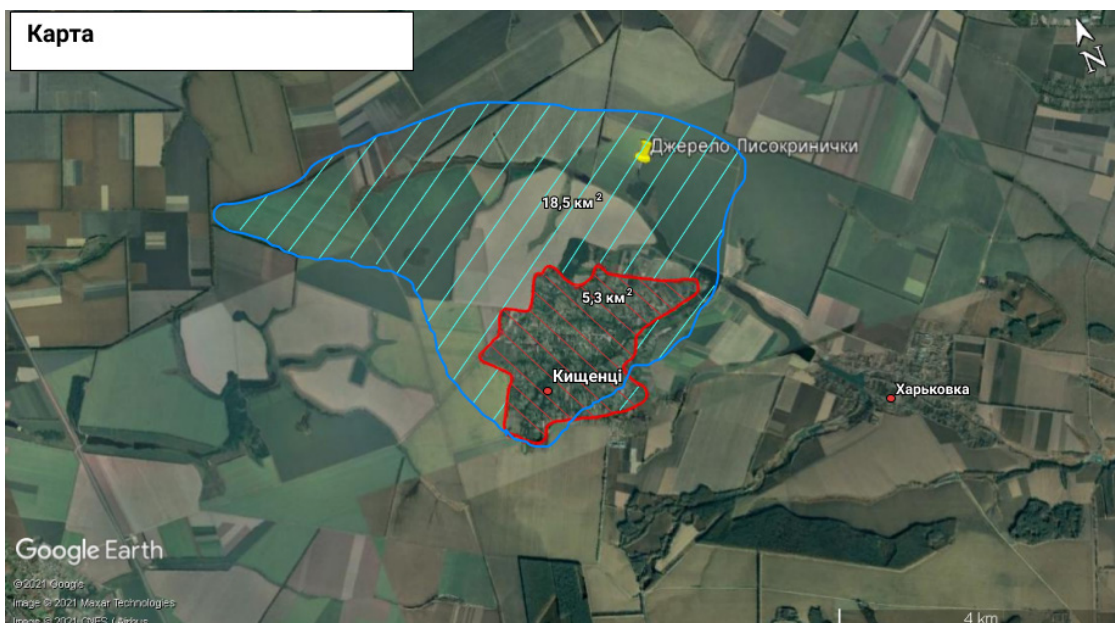


Рис. 3. Басейн водозбору поверхневих вод у верхів'ях р. Кищиха (блакитний колір) і зона живлення ґрунтових вод у с. Кищенці (червоний колір)

Ці ставки підпирають рівень ґрунтових вод і живляться за рахунок як поверхневого стоку, так і водоносного горизонту покривних суглинків. Басейн водозбору ставків у верхів'ї р. Кищиха показано на рис. 3. При стабільному наповненні ставків для даного горизонту більш характерний вертикаль-

ний водообмін, оскільки латеральна проникність нижньої обводненої частини покривних суглинків низька. Таким чином, живлення та розвантаження першого від поверхні водоносного горизонту, на який облаштовані колодязі с. Кищенці, відбувається в межах населеного пункту (рис. 3), і найбільш важ-

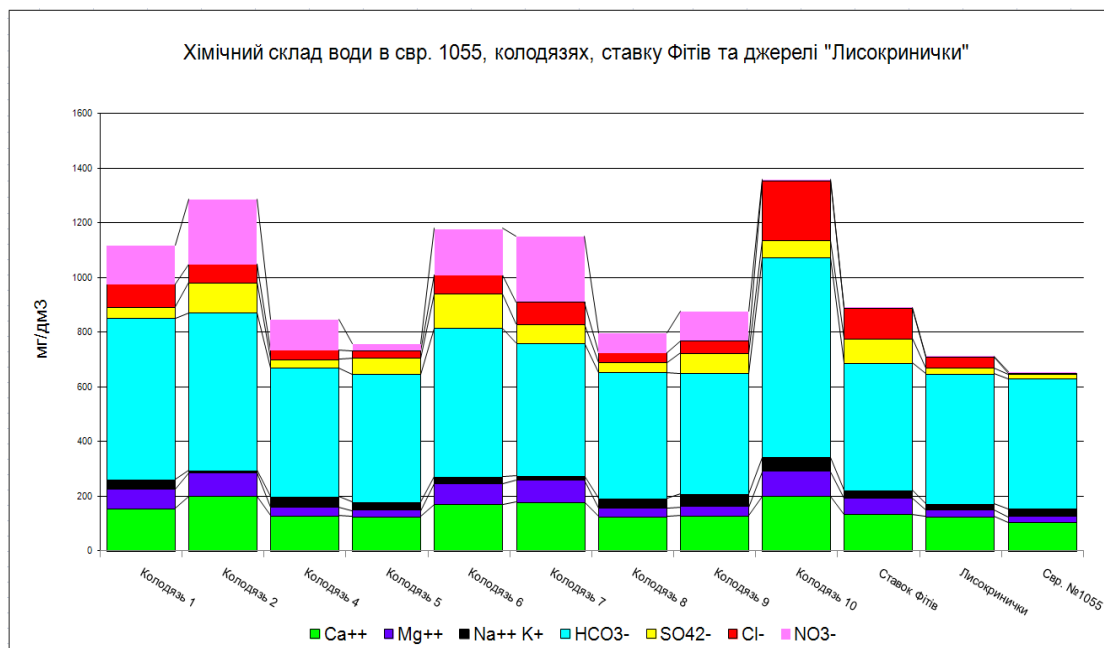


Рис. 4. Хімічний склад води в обстежених водних об'єктах с. Кишенці

ливими факторами балансу ґрунтових вод є проникнення атмосферних і техногенних вод із поверхні землі та рівень води у ставках.

Всі обстежені колодязі мають однакову конструкцію: бетонними кільцями укріплені два метри від поверхні та нижня обводнена частина, а проміжок – відкритий стовбур у лесовидному ґрунті. Це свідчить про те, що колодязі в тому вигляді, як вони є, копані не раніше 70-х років, тобто недавні у порівнянні з віком спорудження ставків. Зі свідчення місцевого жителя відомо, що з його криниці глибиною 13 м в сприятливий період за добу можна добути понад 300 л води. В літній же період не можна набрати навіть 20 л. При внутрішньому діаметрі колодязя 0,9 м 300 л води вміщується у стовпі води висотою 0,47 м. Тобто, не дивлячись на значну глибину ґрунтових вод, спостерігається сезонне коливання рівнів до декількох десятків сантиметрів. Така сезонна зміна рівня води в колодязях може бути наслідком зміни інтенсивності живлення за сезонами року, сезонного коливання рівня води в ставках, а також результатом більш інтенсивного відбору води у вегетаційний період – для цілей зрошення.

Зі слів жителів, за останні роки рівень води у колодязях у межах всього села суттєво знизився. Судячи з вимірів, виконаних у травні 2021 р. (що можна віднести до періоду максимальної водності), в дев'яти колодязях у різних точках села шар води не перевищував 0,8 м, що принаймні на 1–1,2 м менше, ніж це загально прийнято при спорудженні колодязів. За свідченням багатьох жителів, колодязі в селі масово почали поглиблювати 10–15 років тому. Всі ці дані опосередковано свідчать про наявність процесу зниження рівня ґрунтових вод за останні роки.

Ґрунтові води слабо солонуваті й прісні, за хімічним складом переважно гідрокарбонатні магнієво-кальцієві, жорсткі та дуже жорсткі, що є звичайним для водоносного горизонту в покривних лесовидних суглинках за даних кліматичних умов [10] (рис. 4).

Випаровування є фактором формування хімічного складу порової води суглинків, що підтверджується лінійною залежністю вмісту хлоридів від сухого залишку води колодязів (рис. 5). Як видно на рисунку, виключенням є вода у колодязі № 10, де спостерігається техногенне забруднення повареною сіллю – збільшені як хлорид-іон, так і натрій-іон.

У майже всіх обстежених і опробуваних колодязях виявлене нітратне забруднення води [4] (рис. 4). Джерелом забруднення першого від поверхні водоносного горизонту у неканалізованому селі є господарські стоки на приватних подвір'ях.

Ґрунтові води використовуються обмежено у зв'язку з погіршенням їх якості, зневодненням колодязів, а також завдяки наявності централізованої системи водопостачання, яка в с. Кишенці охоплює більшість (210) приватних садиб.

Водоносний горизонт тріщинуватих гранітних порід залягає другим від поверхні. Верхнім водотривом для нього є шар щільних неогенових глин і шар каолінізованої кори вивітрювання. Нижнім водотривом слугують монолітні гранітоїди. За характером водовміщення це тріщинний горизонт в інтрузивному масиві, що обумовлює невелику водовіддачу порід – експертно до 0,02. Потужність зони відкритої тріщинуватості – перші десятки метрів. Глибше прозір тріщин зменшується, і вони воду не проводять. Виключенням є ділянки розло-

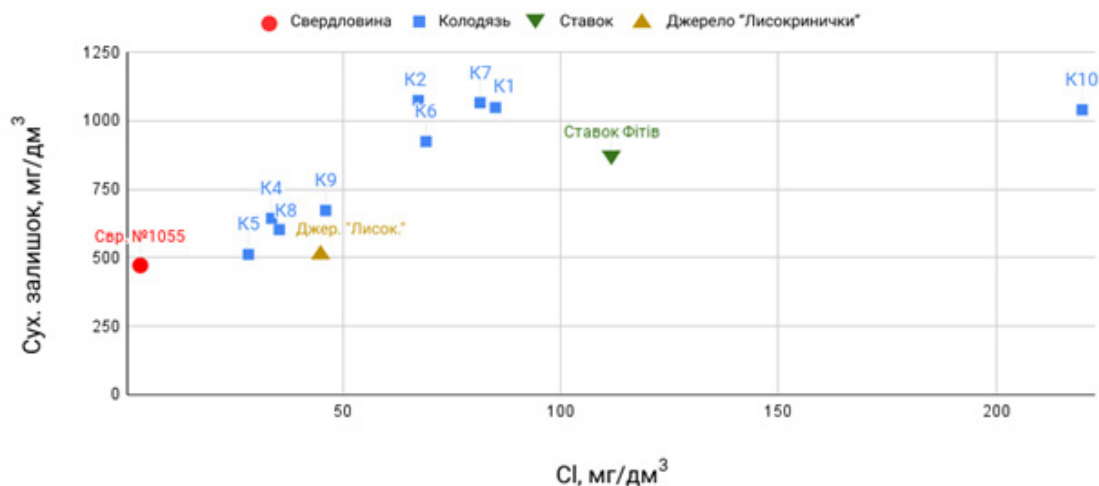


Рис. 5. Залежність величини сухого залишку від вмісту хлор-іону в об'єктах гідросфери с. Кищенці

Графік річних опадів і середньорічної температури з 1968 р. по 2021 р.



Рис. 6. Історія річних сум опадів і середньорічних температур у регіоні

мів кристалічного фундаменту, де зона проникності перевищує 100 м.

Звичайно у масиві тріщинуватих гранітоїдів коефіцієнт водопровідності не перевищує 10 м²/добу, але у зонах тектонічних порушень цей показник зростає. Так, експрес-відкачування зі свердловини біля школи дозволила визначити значення коефіцієнта водопровідності – 26 м²/добу [18].

Живлення горизонту відбувається шляхом перетікання з верхнього горизонту покривних суглинків на високих відмітках, в тому числі й на вододільному просторі за межами с. Кищенці. Найбільш вірогідною областю живлення водоносного горизонту є частина басейну стоку р. Кищина, який охоплює все село і значну територію північніше (рис. 3). Розвантаження відбувається в тальвегах глибоких

балок. Найвний матеріал свідчить, що висхідне розвантаження цього горизонту в балках починається з місця злиття річок Митівка і Кищина (нижче ставка Скарбовий).

Хімічний склад води (рис. 4) теж гідрокарбонатний кальцієвий, але відрізняється від складу ґрунтових вод значно меншим солевмістом (менші вмісти хлоридів, сульфатів, кальцію та магнію). Це свідчить про те, що живлення горизонту відбувається у локальних зонах промитих суглинків, де евапотранспірація грає меншу роль. Уявлення про локальність живлення підземних вод підтверджується відсутністю значної вологи в підземних штучних порожнинах під селом – погребях, схованках, ходах, які історично споруджувалися в с. Кищенці.

Зібрані матеріали щодо історії опадів з 60-х років минулого століття свідчать про коливання сум

річних опадів від 300 до 1000 мм, але ці коливання відбуваються навколо досить сталої середньорічної величини – близько 600 мм (рис. 6).

Разом з тим, з рисунка видно, що за останні два десятиліття відбулося поступове зростання середньорічних температур на 2–3°C. Безумовно це призводить до зміни структури водного балансу: збільшилося випаровування і зменшився поверхневий стік. Це підтверджується свідченнями мешканців с. Кишенці про те, що за останні 25 років частина ставків пересохла (або ставки були свідомо спущені за браком води), інші обмілили.

Оскільки ставки визначають місцевий базис стоку ґрунтових вод, то зниження рівня води в системі ставків призвело до відповідного зниження рівня води у колодязях. У зв'язку з цим більшість колодязів на приватних подвір'ях була поглиблена. Водночас гострота проблеми збільшується повсюдним встановленням у колодязях електричних насосів, що, зважаючи на малу водовіддачу водовмісних суглинків, призводить до швидкого зменшення запасів води та безпосередньо проявляється у подальшому зниженні рівнів води у колодязях, тобто у їх зневодненні.

Головні висновки.

1. Виконані польові дослідження й аналіз отриманих матеріалів дозволяє стверджувати, що поверхневі та підземні елементи гідросфери у с. Кишенці техногенно змінені й тісно пов'язані між собою. Ґрунтові води отримують додаткове живлення з джерел, відмінних від атмосферних, і підпираються ставками. Тому, аридизація клімату, відповідне збільшення евапотранспірації та зниження рівня води у ставках, а також використання електричних насосів для відкачування води з колодязів безпосередньо відбивається на зменшенні запасів ґрунтових вод і зниженні рівнів води у колодязях.

2. Висока чутливість положення рівнів ґрунтових вод до змін водного балансу в умовах даного села

обумовлена низькою водовіддачею водовмісних суглинків.

3. За відсутності системи водовідведення використання колодязної води для питних цілей у с. Кишенці не має перспективи, оскільки ґрунтові води не мають природного захисту від поверхневого забруднення. В сучасних умовах колодязні води в с. Кишенці можуть бути тільки резервним і технічним джерелом водопостачання. Перспектива питного та господарсько-питного водопостачання села пов'язана з другим від поверхні, захищеним від поверхневого забруднення, водоносним горизонтом тріщинуватих гранітів, площа живлення якого знаходиться, в основному, за межами села. Хімічний склад води з цього горизонту сприятливий для використання її в питних цілях.

4. Загальною причиною кризи з колодязним водопостачанням у сільських поселеннях України є низька культура водокористування, що проявляється у недостатньому розумінні проблеми усіма верствами населення й органами управління. Відсутність систем водовідведення та аридизація клімату вимагають екологічних і ресурсощадних підходів у сфері водопостачання сільських населених пунктів за технологіями, які вже реалізовані у країнах південної Європи та Близького Сходу.

Перспективи використання результатів досліджень. Результати досліджень можуть бути використані органами виконавчої влади, об'єднаних територіальних громад при вирішенні питань, пов'язаних з організацією водопостачання в селах України, зокрема облаштуванні колективних і приватних каптажів децентралізованого водопостачання.

Подяки. Автори висловлюють подяку керівнику ТОВ «Кишенці» К. Хузінка за економічну й організаційну підтримку досліджень, а також вчительці середньої школи Л. Буглак за допомогу в зборі матеріалів.

Література

1. Водний Кодекс України: Закон України від 06.06.1995 р. № 213/95-ВР. *Відомості Верховної Ради України*. 1995. № 24. Ст. 189. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>
2. Про схвалення Концепції Загальнодержавної цільової програми «Питна вода України» на 2022–2026 роки: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 28.04.2021 р. № 388-р. *Офіційний вісник України*. 2021. № 37. Ст. 2250. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/388-2021-%D1%80#Text>
3. Камзіст Ж.С., Шевченко О.Л. Гідрогеологія України: навчальний посібник. Київ: Фірма «ІНКОС», 2009. 614 с.
4. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. *Офіційний вісник України*. 2010. № 51. Ст. 1717. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>
5. Яцик А. В. Екологічна ситуація в Україні і шляхи її поліпшення. Київ: Оріяни, 2003. 84 с.
6. Виставна Ю.Ю., Руско Ю.О. Фармацевтичні речовини у природних водах: моніторинг та екологічний ризик. *Комунальне господарство міст, серія «Технічні науки та архітектура»*. 2011. Вип. 97. С. 134–140. URL: <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/901/895>
7. Суярко В.Г., Сердюкова О.О. Особливості забруднення підземних вод у зонах впливу нафтогазопромислів. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія «Геологія – Географія – Екологія»*. 2010. № 924. С. 222–225.
8. Яковлев Є.О. Регіональна оцінка територіального розподілу та екологічного стану підземних вод України (зона активного водообміну). *Водопостачання та водовідведення*. 2008. С. 46–51.

10. Стан підземних вод України: щорічник / під ред. С.І.Примушко, Т.Д. Білошапської, В.Ф. Величко. Київ: Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2011. 120 с.
11. Яковлев В.В. Перспективні джерела природних вод для питного водопостачання України, їх охорона і раціональне використання: дис. ... д-ра геол. наук: 21.06.01 / Харків. нац. ун-т ім. В.Н. Каразіна, 2017. 351 с.
12. Яковлев В.В. Інженерні заходи впливу на гідрохімічний склад ґрунтових вод. *Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист*. 2012. Вип. 5. С. 98–102.
13. Дядін Д.В., Дмитренко Т.В., Яковлев В.В., Вергелес Ю.І. Оцінка стану природних джерел у басейні р. Роганка Харківської області як джерел альтернативного децентралізованого водопостачання. *Екологічна безпека*. 2018. № 2(26). С. 39-48. URL: [http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2018_2\(26\)/PDF/39-48.pdf](http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2018_2(26)/PDF/39-48.pdf)
14. 13. Davis, D., Diadin, D., Shores, A., Khandogina, O., Laituri, M. Capacity of urban springs to support emergency water needs, a Secondary City case study: Kharkiv, Ukraine (2020). *Urban Water Journal*. 17:4. P. 368–376. DOI: <https://doi.org/10.1080/1573062X.2020.1764064>
15. Diadin, D., Vystavna, Yu. (2020). Long-term meteorological data and isotope composition in precipitation, surface water and groundwater revealed hydrologic sensitivity to climate change in East Ukraine. *Isotopes in Environmental & Health Studies*. № 56 (2). P. 136–148. DOI: <https://doi.org/10.1080/10256016.2020.1732369>
16. Яковлев В.В. Спосіб забору підземних вод у зоні їх висхідного розвантаження / Патент на корисну модель № 104235. Держ. реєстр патентів України на корисні моделі. 2016. Бюл. № 2. – 8 с.
17. Яковлев В. В. Спосіб опріснення колодязної води / Патент 120832, Україна, МПК (2020.01) E03B 3/08, E03B 3/02, C02F 5/00. № а 201504616, заявл. 13.05.2015; опубл. 25.05.2020, бюл. № 4.
18. Яковлев В. В., Цифра Ю. М., Дмитренко Т. В. Удосконалення конструкцій каптажів децентралізованого водопостачання в сучасних екологічних умовах. *Екологічні науки*. 2023. №1 (46). С. 59–63. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.есо.1-46.10>
19. Яковлев В. В., Дмитренко Т. В. Проблема зневоднення колодязів на прикладі с. Кишенці Уманського району Черкаської області. *Євроінтеграція екологічної політики України: матеріали Четвертої Всеукр. наук.-практ. конф. (Одеса, 25 жовтня 2022 р.)*. Одеса: ОДЕУ, 2022. С. 129–132.
20. Гідрогеологічна карта України. Масштаб 1:500000. Пояснювальна записка. Київ, 1980. Кн. I-II. 39 с.