

*А. М. Новікова, В. В. Яковлев,**Д. В. Дядін**Харківський національний університет  
міського господарства ім. О.М. Бекетова*

## ОЦІНКА ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ТА ДОСТУПНОСТІ РЕСУРСІВ ДЖЕРЕЛЬНИХ ВОД ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Роботу присвячено оцінці придатності джерел Харківської області для альтернативного і резервного питного водопостачання, яка ґрунтується на визначенні кількісних характеристик джерельних вод, особливостей облаштування джерел та їхнього розташування. Визначено, що найбільш сприятливі для джерельного стоку гідрогеологічні умови спостерігаються на ділянках широкого розвитку порово-пластового водоносного горизонту межигірської свити та тріщинуватих відкладів обухівської свити еоцену з відносно глибокою розчленованістю рельєфу у долинах річок і балках. На платформі ArcGIS Online авторами створена відкрита база геоданих, яка містить інформацію стосовно 513 джерел Харківської області і доступна за посиланням: <https://arcg.is/0SKLvO>. Визначено, що 45% досліджених джерел локалізовані у межах населених пунктів або на відстані ближче 1 км, тобто у зоні пішої доступності для використання. Найбільша щільність джерел і забезпеченість джерельним стоком зафіксовані у північній частині області. Кількісний аналіз наявних ресурсів джерельних вод показав, що лише за рахунок денного стоку, який становить не менше 400 л/с, вивчені джерела здатні забезпечити питною водою населення всієї Харківської області. Значна частина природних джерел області ще не вивчена та/або не облаштована каптажами. За умови довивчення й облаштування ємностей для накопичення води в нічний час джерела потенційно здатні забезпечити не тільки питні, але й побутові і гігієнічні потреби у воді населення всієї області. Проведений аналіз дозволяє обґрунтовано стверджувати про можливість використання водних джерел для децентралізованого питного водопостачання під час надзвичайних ситуацій за умови облаштування каптажів і підходів до них, а також реалізації заходів щодо збереження якості підземних вод в областях формування джерельного стоку.

**Ключові слова:** водне джерело, резервне питне водопостачання, підземні води, дебіт, якість води, водозабезпеченість, надзвичайна ситуація.

**Постановка проблеми.** Ресурси питної води мають основоположне значення для людства та необхідні для життєзабезпечення і підтримки здоров'я людей. На Конференції ООН зі сталого розвитку, яка відбулася в Ріо-де-Жанейро (РІО+20), до безпеки водокористування, враховуючи стратегічне значення у забезпеченні питного, господарського та технічного водопостачання, було віднесено 30 природоохоронних цілей. І тільки по одній з них – розширення доступу до чистої питної води – відмічено значний прогрес. Щодо формування якості води, яка визначає безпеку водокористування, у світі зберігається тенденція в бік її погіршення [1].

Проблема забезпечення населення питною водою високої якості вкрай актуальна для України. Відповідно до міжнародних стандартів, Україна належить до маловодних країн, (загальний обсяг внутрішніх відновлюваних ресурсів у розрахунку на одну людину становить 710 м<sup>3</sup>/рік) [2]. При цьому ресурси на території країни розподілені вкрай нерівномірно. Кризовий стан водокористування посилюється наявністю у країні надзвичайно висоководоемних виробництв та водоемних технологій, а також високим рівнем питомого централізованого постачання, яке базується на використанні переважно поверхневих вод та перебуває в більшості областей країни в аварійному стані. Крім незадовільного екологічного стану, поверхневі джерела водопостачання дуже вразливі у разі виникнення надзвичайних ситуацій природного чи техногенного характеру [3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналізу сучасного стану водопостачання в Харківській області, проблемі виявлення перспективних джерел чистих природних вод та наукового обґрунтування можливості їх використання для питного водопостачання присвячені праці Прибилової В. М., Яковлева В. В., Клименка В. Г. [2–4]. Як свідчать проведені дослідження, перспективним напрямком вважається використання для питного водопостачання населення Харківської області підземних, у тому числі джерельних, вод [5–7]. Але, незважаючи на тривалий період досліджень природних джерел області (починаючи з середини ХІХ століття) та спроби

систематизації даних про ресурси, якість води та облаштованість джерел, залишається ціла низка невирішених питань, які не дозволяють на даний час однозначно визначити перспективи використання джерел для питного та іншого водопостачання.

Зокрема, одним із важливих аспектів проблеми забезпечення населення питною водою є передбачення реальних і потенційних загроз функціонуванню систем водопостачання [8, 9]. Харківська область належить до регіонів з розвинутими небезпечними екзогенними геологічними процесами, такими як підтоплення, зсувні явища, просадка ґрунтів, що є однією з причин погіршення еколого-санітарного стану та умов експлуатації мереж водопостачання та техногенна активізація яких може спровокувати виникнення техногенних катастроф [10, 11]. У Національних доповідях про стан навколишнього середовища в Україні за період з 2009 по 2018 рік зафіксовано 72 надзвичайні ситуації, які мали негативний вплив на якість водопостачання в 17 областях України, найчастіше – у Донецькій, Запорізькій, Харківській та Херсонській. Більшість надзвичайних ситуацій, які спостерігались протягом зазначеного періоду, пов'язані з техногенним впливом, який зазнавали системи централізованого водопостачання, облаштовані з поверхневих водозаборів. Завдяки більшій захищеності підземні води мають значний потенціал для організації системи водопостачання під час надзвичайних ситуацій.

**Постановка завдання.** Мета дослідження – оцінити придатність джерел Харківської області для питного водопостачання на основі визначення кількісних і якісних характеристик джерельних вод, особливостей розташування та облаштування джерел та розробити рекомендації щодо використання джерел в якості резерву для питного водопостачання у надзвичайних умовах.

**Виклад основного матеріалу.** Згідно з гідрогеологічним районуванням України більша частина території Харківської області знаходиться в межах Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну і лише її крайня південно-східна частина відноситься до гідрогеологічної провінції Донецької складчастої області. Похиле залягання товщ, перешарування порід з різною водопроникністю, наявність розривних тектонічних порушень обумовили розвиток на досліджуваній території складної системи водоносних горизонтів [12]. Основні водоносні горизонти, які містять підземні води придатні для питного водокористування, на більшій частині території області відносяться до зони активного водообміну, мають гідравлічний зв'язок із поверхнею та розвантажуються у вигляді джерел у долинах річок та балках. Це води відкладів крейдової, палеогенової та неогенової систем, представлені новопетрівським, буцацько-канівським, межигірським, крейдово-мергельним та сеноман-нижньокрейдовим водоносними горизонтами. Більшість досліджуваних джерел пов'язана з межигірсько-обухівським водоносним комплексом, який поширений практично на всій території області. Джерела комплексу в основному низхідні і відносяться переважно до порових, рідше – тріщинних вод [13].

З метою визначення забезпеченості населення Харківської області джерельними водами була проведена інвентаризація джерел за даними польових досліджень, літературними даними та картографічними матеріалами, зокрема, відкритими веб-геосервісами (OpenStreetMap, Wikimapia). У результаті на платформі ArcGIS Online була створена база геоданих, яка містить інформацію стосовно 513 джерел (рис. 1а), доступна для перегляду за посиланням: <https://arcgis.is/0SKLvO>. Структура бази даних побудована на найважливіших характеристиках джерел: місце розташування джерела; назва найближчого водотоку, до басейну якого належить джерело; водозбірний басейн та його код; висота відносно рівня моря (м); дебіт (л/с); опис та технічний стан каптажу джерела.

Із використанням інструментів геопросторового аналізу далі було визначено розподіл джерел по адміністративних районах (рис. 2).

На підставі проведеного аналізу встановлено, що джерела розташовані на території області нерівномірно. Більшість з досліджуваних джерел зосереджено в центральній та північній частині області в Харківському, Чугуївському, Зміївському та Дергачівському районах (87, 66, 51 та 48 джерел відповідно). Найменша кількість джерел спостерігається в Богодухівському, Великобурлуцькому, Дворічанському і Лозівському районах (2, 2, 3 та 3 джерела відповідно). У деяких районах (Зачепилівський, Красноградський, Коломацький) відомості про джерела відсутні. Це пояснюється більш сприятливими гідрогеологічними умовами центральної та північної частини області – межигірсько-обухівські та неоген-четвертинні відклади на цій території мають значні товщини та площі розповсюдження [13] і прорізаються долинами не лише крупних річок (рр. Сіверський Донець, Уди), але й середніх і малих за площею водозбору водотоків (рр. Лопань, Харків, Немишля, Роганка, Велика Бабка та інші). З іншого боку, менша

кількість джерел в окремих районах може бути пов'язана з недостатньою вивченістю цих територій.

Аналіз розташування джерел по адміністративних районах Харківської області дозволить виявити малозабезпечені джерельної водою райони, які потребують розроблення окремого плану дій під час надзвичайних ситуацій.

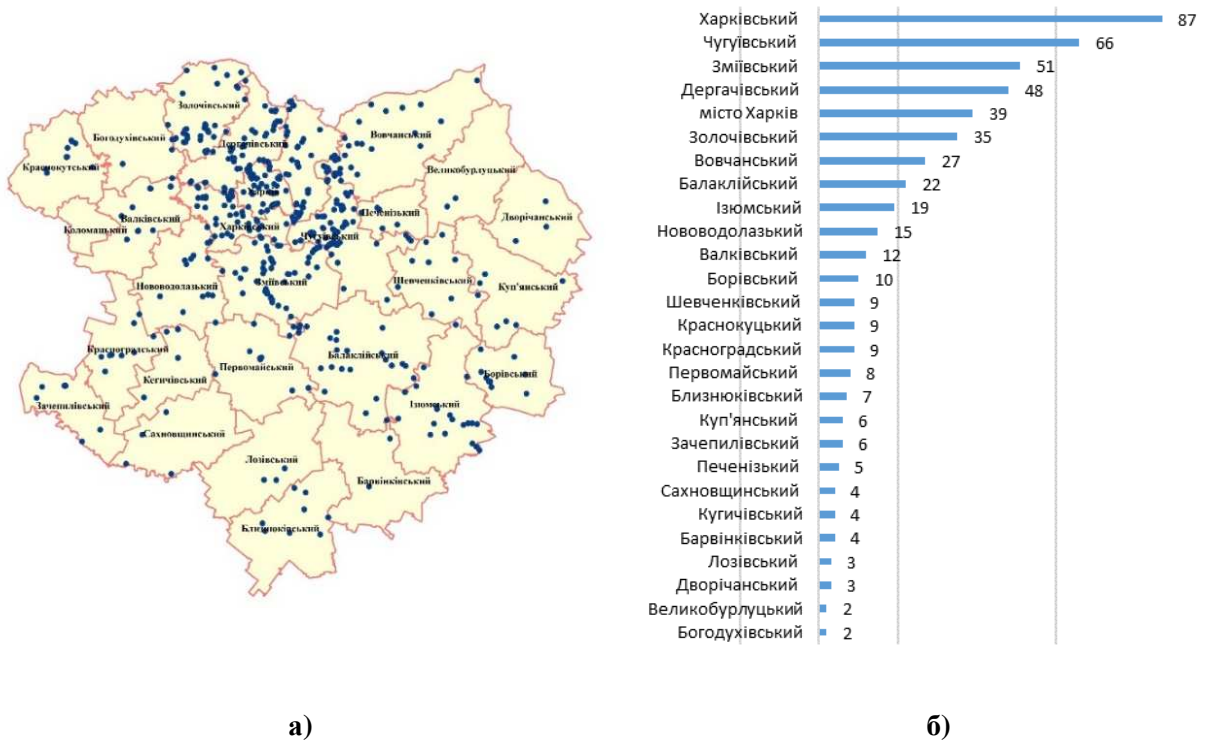


Рис. 1. Карта-схема розташування досліджених джерел на території Харківської області (а) та розподіл їхньої кількості по адміністративних районах (б)

Також був проведений аналіз розподілу джерел Харківської області за їх приналежністю до річкових басейнів. На основі цифрової моделі рельєфу SRTM 30 м у межах Харківської області ми виділили 8 річкових суббасейнів у басейні р. Сіверський Донець (SD01–SD8) та суббасейни річок Ворскла (VR01), Оріль (OR01) і Самара (SM01) (рис. 2).

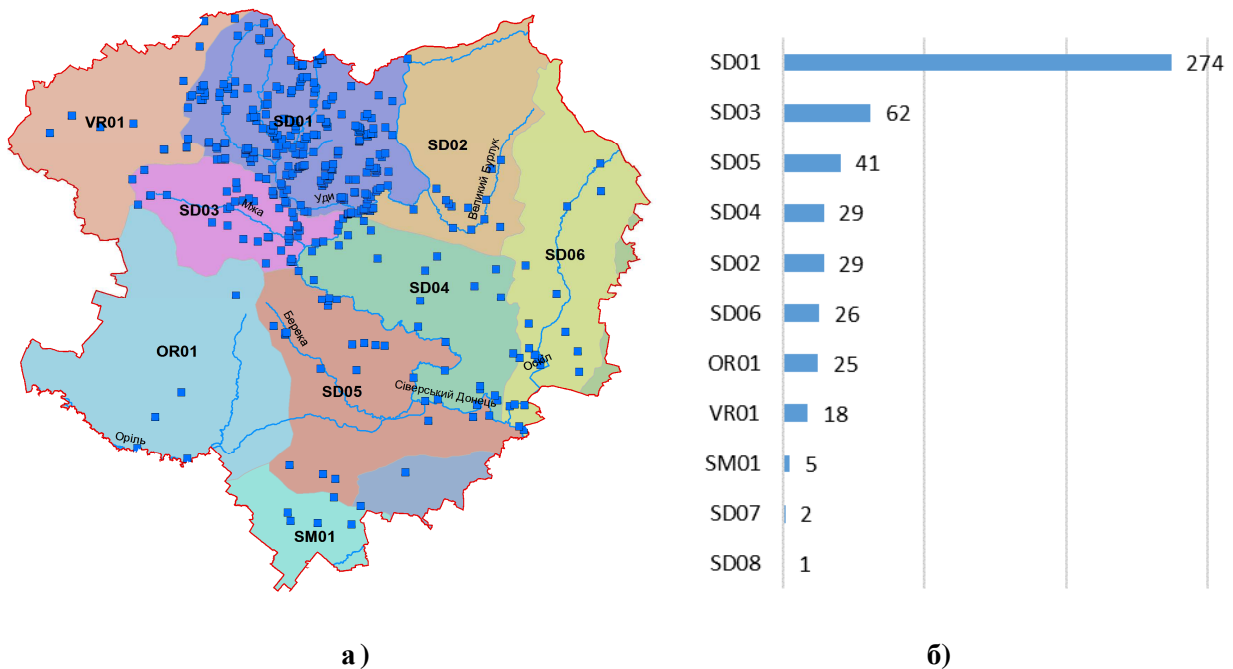
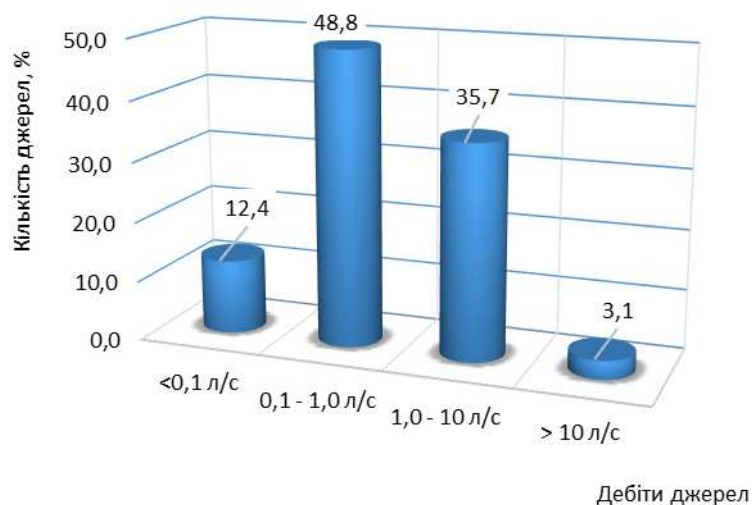


Рис. 2. Карта-схема розташування джерел у межах річкових суббасейнів на території Харківської області (а) та розподіл кількості джерел по річкових басейнах області (б)

Встановлено, що найбільша кількість задокументованих джерел – більше 50 % – належить до басейну р. Сіверський Донець з її притоками рр. Уди та Велика Бабка (SD01). Найменша кількість джерел (менше 1%) приурочена до басейну Сіверського Донця з притоками Казенний Торець, Бахмут (SD08) та Жеребець, Красна, Борова (SD07), а також до басейну р. Самара (SM01). В інших річкових суббасейнах на території області джерела розташовані відносно рівномірно, а їх кількість у межах басейнів коливається від 3 % до 12 %.

Найважливішим показником для визначення продуктивності водозаборів при оцінці запасів підземних вод є дебіт або витрата (м<sup>3</sup>/добу, л/с). Для досліджуваного масиву джерел нам відомі дані дебіту лише 129 джерел або 25,1% від загальної кількості. Дебіт переважної більшості цих джерел встановлювався шляхом прямих вимірювань у рамках даного дослідження, а також попередніх науково-дослідних проектів кафедри інженерної екології міст Харківського національного університету міського господарства ім. О. М. Бекетова. Для джерел із обладнанням витікання води з водорозбірних труб вимірювання витрати здійснювали з використанням тари фіксованого об'єму та секундоміру. Для джерел, каптаж яких улаштовано у вигляді водоприймальної ємності (колодязя, ями), з якої витікає вода жолобом, дебіт вимірювався у водовідвідному жолобі (канаві) безпосередньо на місці витікання. При цьому вимірювали ширину, глибину і швидкість потоку води у струмку на певному його відрізьку.

Дебіт досліджуваних джерел Харківської області коливається у дуже широких межах – від 0,005 до 38 л/с. Відповідно до класифікації джерел за дебітом [14] переважна більшість досліджених джерел (61,2%) належать до малодобітних (< 1,0 л/с). Із них 16 джерел (12,4% від загальної кількості) мають дебіт менше 0,1 л/с і 63 джерела (48,8%) мають дебіт 0,1–1,0 л/с. Кількість середньодобітних джерел (1,0–10,0 л/с) становить 35,6 %. Великодобітних джерел (> 10 л/с) налічується всього 3,1%, вони представлені джерелами у селищах Великі Проходи, Волохів Яр («Святе джерело»), Протопопівка («Старий Ключ»), Саржин яр у м. Харків (рис. 3).



**Рис. 3. Класифікація досліджених джерел Харківської області за дебітом у %**

Виходячи з даних щодо дебіту джерел, можна оцінити забезпеченість населення джерельною водою  $S$ , яка визначається за формулою (1):

$$S = \left(\frac{d}{p}\right) * 60 * 60 * 24 \quad (1)$$

де  $S$  – забезпеченість (л/добу на особу);  $d$  – дебіт (витрата) джерела (л/сек);  $p$  – кількість населення (осіб).

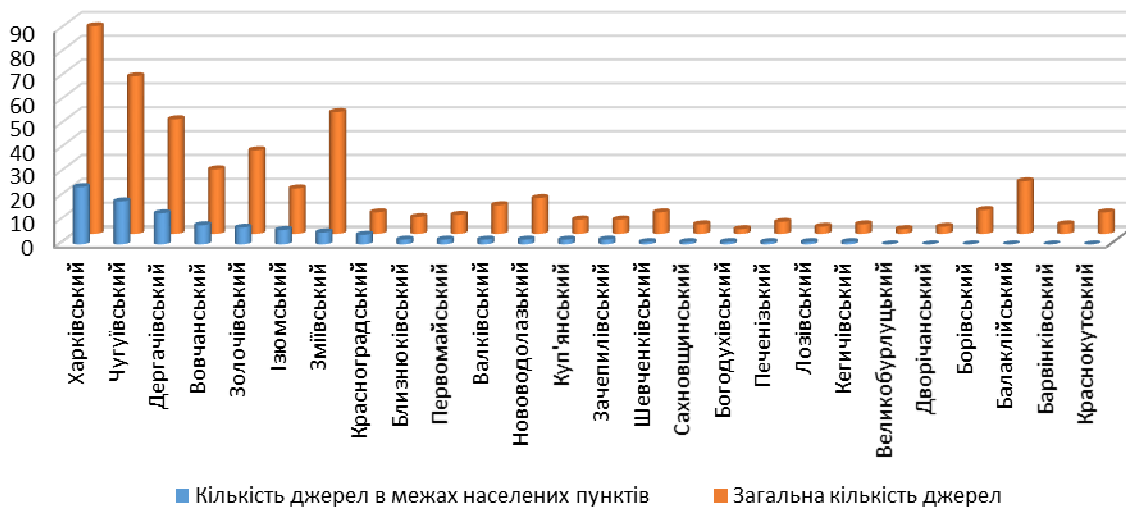
На підставі визначення кількісних характеристик ресурсів джерельних вод була розрахована забезпеченість населення області та окремих адміністративних районів джерельними водами. Сумарна витрата джерельних вод зі всіх досліджених джерел із відомим дебітом становила 402 л/с або близько 14,5 млн л за світовий день (10 годин), що відповідає забезпеченості близько 4,8 млн споживачів з урахуванням фізіологічної потреби організму людини у воді, яка складає у середньому 3,0 л/добу на особу [15, 16]. Тобто теоретично, за умов задовільної якості джерельної води, лише досліджені джерела з відомим нам дебітом здатні на 180 % забезпечити питною водою

населення Харківської області. Якщо ж врахувати, що ці джерела становлять лише 25% від загальної кількості джерел, зафіксованих на території області, і додати до них ті джерела, які наша оцінка, можливо, оминула – стає очевидним, наскільки потужним потенційним ресурсом питної води володіє область.

У разі відключення централізованого водопроводу під час надзвичайних ситуацій виникає необхідність у використанні води не лише для питних потреб, а і для побутових і гігієнічних. Середній рекомендований обсяг води, що використовується разом для пиття та побутової гігієни становить 15 літрів на людину в день [16]. У такій схемі водокористування досліджені джерела з відомим дебітом здатні забезпечити водою приблизно 1 млн споживачів, що відповідає 37% населення області.

Але, попри загальні високі кількісні показники джерельних вод, має місце нерівномірність їх розподілу за площею. Тому, важливим елементом оцінки придатності окремо взятого джерела для водокористування виступає його просторова доступність для споживачів. За допомогою геоінформаційних засобів програмного комплексу ArcGIS 10.6.1 ми провели оверлейний аналіз просторового взаємного розташування джерел та полігонів населених пунктів області.

Результати аналізу показали, що загальна кількість джерел, розташованих у межах населених пунктів, які можна вважати найбільш зручними для використання за умов задовільної якості води, становить 142 джерела або 28 % від загальної кількості досліджених джерел області. Із них 37 джерел розташовані у межах території міста Харків, кількість населення якого майже дорівнює чисельності населення решти області. Найвища кількість джерел, розташованих у межах населених пунктів області, зафіксована у Харківському районі – 24 джерела, а найменша – 1 джерело у 7 районах, переважно у південній частині області (рис. 4). У деяких районах не виявлено джерел у межах населених пунктів, наприклад у Балаклійському, Борівському, Великобурлуцькому, Дворічанському та Краснокутському, але, скоріше за все, це пов'язано з недостатнім вивченням цих районів.



**Рис. 4. Кількість джерел, розташованих у межах населених пунктів, по відношенню до загальної кількості джерел у районі**

Для аналізу віддаленості джерел, розташованих поза межами населених пунктів, були визначені точки-центроїди полігонів населених пунктів та за допомогою інструментів мережевого аналізу були визначені відстані від кожного джерела до центроїду найближчого населеного пункту. У результаті ми відокремили джерела, розташовані на відстані менше 1 км, які теоретично доступні для відвідування пішки, та джерела, розташовані на відстані більше 1 км, до яких зручніше дістатися автомобілем (рис. 5). Таким чином було встановлено, що найбільша кількість джерел розташовані на відстані більше 1 км від населених пунктів, тобто поза зоною пішої доступності.

Для більшої наочності була побудована діаграма розташування джерел за відстанню до населених пунктів по адміністративних районах (рис. 6).

Найбільша кількість джерел, які розташовані за межами населеного пункту на відстані менше 1 км зафіксовані у Дергачівському районі (12 джерел), найменша кількість представлена в Борівському, Великобурлуцькому, Дворічанському, Краснокутському та Куп'янському районах (1 джерело). На відстані від населеного пункту більше 1 км найбільша кількість джерел розташовані в Харківському районі (54 джерела), найменша – у Великобурлуцькому та Богодухівському районах (1 джерело). Для використання таких джерел необхідний автотранспорт та облаштовані під'їзди до них.

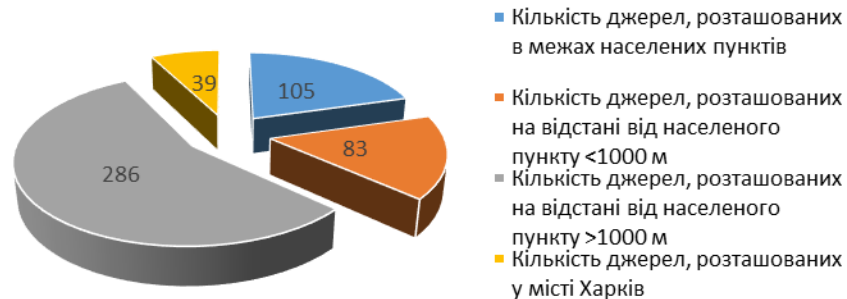


Рис. 5. Розташування джерел відносно населених пунктів

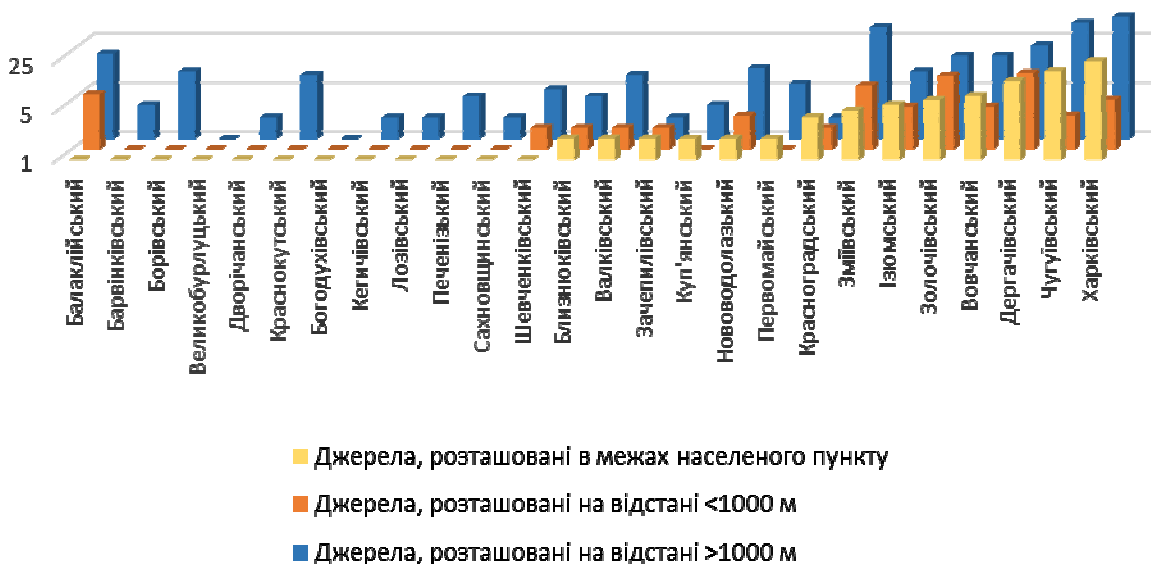


Рис. 6. Розташування джерел відносно населених пунктів за районами Харківської області

**Висновки.** Джерельні води Харківщини є цінним ресурсом та можуть бути використані для задоволення потреб населення у питній воді. Це пов'язано з такими властивостями джерельних вод, як відносна природна захищеність та самоплинність. Окрім альтернативного джерела забезпечення переважно сільського населення питною водою, вони можуть відігравати більш важливу роль як запасні джерела питного водопостачання в періоди надзвичайних ситуацій – техногенних аварій і природних катастроф. При цьому слід враховувати, для використання джерельних вод не потрібна електроенергія та інші ресурси, окрім витрат на удосконалення каптажу, облаштування під'їзних шляхів і розвезення води.

На підставі аналізу просторового розміщення джерел на території області визначені райони, де джерела відсутні або не виявлені, що потребує проведення додаткових досліджень. Між тим, визначення кількісних характеристик ресурсів джерельних вод, зокрема, сумарного стоку зі всіх досліджених джерел, який становив 402 л/с, дозволило зробити висновок про забезпеченість близько 4,8 млн. споживачів на добу джерельною водою при нормі водоспоживання для питних цілей 3,0 л/добу на особу. Тобто теоретично, за умов задовільної якості води, джерела здатні забезпечити виключно питною водою все населення Харківської області. Проведені дослідження свідчать про те, що найбільша кількість джерел розташовані на відстані більше ніж 1 км від



населених пунктів, тобто поза зоною пішої доступності та потребують облаштування під'їздів до них та використання автотранспорту.

Отримані результати можна сприймати як попередні і орієнтовні для визначення можливості використання джерельних вод в якості додаткового джерела питного водопостачання. Продовження досліджень є особливо актуальним на рівні об'єднаних територіальних громад. Це дозволить визначити умови використання джерел в якості альтернативних джерел питного водопостачання при надзвичайних ситуаціях.

Для використання джерела в умовах резервного децентралізованого водопостачання необхідна розробка плану використання ресурсів джерельної води, з метою уникнення надмірної завантаженості відомих та найбільш дебітних джерел, який може містити такі заходи:

- облаштування резервуару накопичення джерельної води з метою зменшення втрат води в моменти неактивного часу доби; організація під'їздів та розворотів для автотранспорту;
- організація освітлення та охорони території; впровадження системи електричних і ручних насосів.

За результатами досліджень і з урахуванням передового вітчизняного і зарубіжного досвіду можна рекомендувати такі методи очистки та знезаражування джерельних вод, враховуючи їх специфічні особливості: від органічних речовин – сорбційний метод на активному вугіллі; від солей жорсткості – реагентне або іонообмінне зм'якшення; від сполук азоту – сорбцію на селективних іонообмінниках; знезаражування ультрафіолетовим опроміненням.

Дослідження проведені у рамках бюджетної науково-дослідної роботи 53-71/18 «Підвищення безпеки питного водопостачання населення Східної України в умовах надзвичайних ситуацій шляхом використання джерельних вод» за підтримки Міністерства освіти та науки України.

### Література

- 1 Schmolli O. G. Protecting Groundwater for Health Managing the Quality of Drinking-water Sources / O. Schmolli, G. Howard, J. Chil, I. Chorus // World Health Organization. London : IWA Publishing, 2006. 697 p.
- 2 Прибилова В. М. Підземні водні ресурси Харківської області та стратегія їх використання для водопостачання населення. Вісник Харківського національного університету. Геологія. Географія. Екологія. Харків, 2015. № 1157. Вип. 42. С. 37-44.
- 3 Яковлев В. В. Перспективні джерела природних вод для питного водопостачання України, їх охорона і раціональне використання: дис. ... доктора геол. наук : 21.06.01. Харків, 2017. 351 с.
- 4 Клименко В. Г. Територіальні особливості водно-ресурсного потенціалу Харківської області. Вісник Харківського національного університету. Геологія. Географія. Екологія. Харків, 2008. № 824. Вип. 29. С. 127-130.
- 5 Яковлев В. В. Джерельні води Харківської області як джерело питного водопостачання. Вісник Харківського національного університету. Харків, 2014. № 1098. Вип. 40. С. 63-72.
- 6 Дмитренко Т. В., Яковлев В. В. Первоочередные задачи изучения родников как возможного источника питьевого водоснабжения в Харьковской области. Коммунал. хоз-во городов. Науч.-техн. сб. К.: Техніка. Вип. 74. 2006. С. 211-214.
- 7 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. Urban Water Journal. 2020. 17:4. P. 368-376.
- 8 Privarova R., Mihokova Jakubcekova J. Selecting a replacement source of water for emergency supplies in case of emergency. Procedia Engineering. 2017. 192. p. 737-742.
- 9 Pérez-Vidal A., Carlos Escobar-River J., Torres-Lozada P. Development and implementation of a water-safety plan for drinking-water supply system of Cali, Colombia. International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2020. Vol. 224. 113422.
- 10 Пронюк А.В. Моніторинг стану підземних вод. Вестник ХНАДУ. Харьков, 2012. Вип.59. С. 129 – 131.
- 11 Коммунальная гигиена / К.И.Акулов, К.А.Буштуева, Е.И.Гончарук и др.; /Под ред. К.И.Акулова и К.А.Буштуевой. Москва: Медицина, 1986. 606 с.
- 12 Кононенко А.В. Чинники еколого-гідрогеологічної еволюції хімічного складу підземних вод мергельно-крейдяного водоносного горизонту Дніпровсько-Донецької западини : дис. кандидата геол. наук: 21.06.01. К., 2019. 188 с.

13 Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Серія: Дніпровсько-Донецька. Аркуші: М-37-ХІІІ (Белгород), М-37-ХІХ (Харків) – Київ: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, Казенне підприємство “Південукргеологія”, 2007. 171 с.

14 Справочное руководство гидрогеолога : в 2 т. / ред. изд. В. М. Максимов. Л. : Недра, 1979. Т. 1. 512 с.

15 Dietary Reference Intakes: Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate. National Academy of Sciences, 2005. 638 p.

16 The Sphere Handbook: Humanitarian Chapter and Minimum Standards in Humanitarian Response. 2018. URL: [https://handbook.spherestandards.org/en/sphere/#ch006\\_001](https://handbook.spherestandards.org/en/sphere/#ch006_001).

*A. Novikova, V. Yakovliev,*

*D. Diadin*

*O. M. Beketov National University  
of Urban Economy in Kharkiv*

## **ASSESSMENT OF SPRING WATER AVAILABILITY AND ACCESSIBILITY FOR THE POPULATION OF KHARKIV OBLAST**

The paper focuses on the assessment of suitability of groundwater springs in Kharkiv oblast for the alternative and reserve drinking water supply, based on the quantitative characteristics of spring water, springs arrangement features, and their location. The most favorable hydrogeological conditions for spring water flow are observed in the areas of extensive development of the porous and stratal Mezhyhiria aquifer formation and fractured deposits of Obukhiv Eocene aquifer formation with a rather severe topography in river valleys and ravines. On ArcGIS Online platform, the authors have developed the open geodatabase containing the information on 513 springs of Kharkiv oblast. It is available at <https://arcg.is/OSKLV0>. It has been found out that 45% of the studied springs are located within settlements or within 1 km, i.e. within walking distance. The highest density of springs and spring water reserves has been found in the northern part of oblast. Quantitative analysis of the available spring water resources has shown that springs are capable to satisfy the needs in drinking water for the total population of the whole Kharkiv oblast only by the daytime flow which is as high as 400 l/s. At the same time, a significant part of natural springs in the oblast has not yet been studied and/or properly equipped with tapping. When studied and equipped with tanks for accumulating water during night-time, springs have the potential to provide sufficient water for the population of Kharkiv oblast not only for drinking purposes but also for domestic and hygienic needs. The conducted study substantiates the possibility of using groundwater springs for the decentralized drinking water supply in emergency cases if the tapping and entrance to it are properly arranged and if relevant measures for the groundwater quality conservation are implemented in the areas of spring water flows.

**Key words:** spring water, reserve drinking water supply, groundwater, water production, water quality, water availability, emergency.

### **References**

1 Schmoll O. G. Protecting Groundwater for Health Managing the Quality of Drinking-water Sources / O. Schmoll, G. Howard, J. Chil, I. Chorus // World Health Organization. London : IWA Publishing, 2006. 697 p.

2 Prybylova V. M. Pidzemni vodni resursy Kharkivskoi oblasti ta stratehiia yikh vykorystannia dlia vodopostachannia naseleння. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu. Heolohiia. Heohrafiia. Ekolohiia. Kharkiv, 2015. № 1157. Vyp. 42. S. 37-44.

3 Yakovliev V. V. Perspektyvni dzherela pryrodnykh vod dlia pytnoho vodopostachannia Ukrainy, yikh okhorona i ratsionalne vykorystannia: dys. ... doktora heol. nauk : 21.06.01. Kharkiv, 2017. 351 s.

4 Klymenko V. H. Terytorialni osoblyvosti vodno-resursnoho potentsialu Kharkivskoi oblasti. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu. Heolohiia. Heohrafiia. Ekolohiia. Kharkiv, 2008. № 824. Vyp. 29. S. 127-130.

5 Yakovliev V. V. Dzherelni vody Kharkivskoi oblasti yak dzherelo pytnoho vodopostachannia. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu. Kharkiv, 2014. № 1098. Vyp. 40. S. 63–72.

6 Dmitrenko T. V., Yakovlev V. V. Pervoocherednyie zadachi izucheniya rodnikov kak vozmozhnogo istochnika pitevogo vodosnabzheniya v Harkovskoy oblasti. Kommunal. hoz-vo gorodov. Nauch.-tehn. sb. K.: Tehnika. Vyp. 74. 2006. S. 211-214.



7 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. *Urban Water Journal*. 2020. 17:4. P. 368-376.

8 Privarova R., Mihokova Jakubcekova J. Selecting a replacement source of water for emergency supplies in case of emergency. *Procedia Engineering*. 2017. 192. p. 737–742.

9 Pérez-Vidal A., Carlos Escobar-River J., Torres-Lozada P. Development and implementation of a water-safety plan for drinking-water supply system of Cali, Colombia. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2020. Vol. 224. 113422.

10 Proniuk A.V. Monitorynh stanu pidzemnykh vod. *Vestnyk KhNADU*. Kharkov, 2012. Vyp.59. S. 129 – 131.

11 Kommunalnaya gigiena / K.I.Akulov, K.A.Bushtueva, E.I.Goncharuk i dr.; /Pod red. K.I.Akulova i K.A.Bushtuevoy. Moskva: Meditsina, 1986. 606 s.

12 Kononenko A.V. Chynnyky ekoloho-hidroheolohichnoi evoliutsii khimichnoho skladu pidzemnykh vod merhelno-kreidianoho vodonosnoho horyzontu Dniprovsko-Donetskoï zapadyny : dys. kandydata heol. nauk: 21.06.01. K., 2019. 188 s.

13 Derzhavna heolohichna karta Ukrainy. Masshtab 1:200 000. Serii: Dniprovsko-Donetska. Arkushi: M-37-KhIII (Bielhorod), M-37-Kh1Kh (Kharkiv) – Kyiv: Ministerstvo okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha Ukrainy, Kazenne pidpriemstvo “Pivdenukrheolohiia”, 2007. 171 s.

14 Spravochnoe rukovodstvo gidrogeologa : v 2 t. / red. izd. V. M. Maksimov. L. : Nedra, 1979. T. 1. 512 s.

15 Dietary Reference Intakes: Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate. National Academy of Sciences, 2005. 638 p.

16 The Sphere Handbook: Humanitarian Chapter and Minimum Standards in Humanitarian Response. 2018. URL: [https://handbook.spherestandards.org/en/sphere/#ch006\\_001](https://handbook.spherestandards.org/en/sphere/#ch006_001).