

Яковлєв В. В., Дядін Д. В., Дмитренко Т. В., Вергелес Ю. І, Борщ М. С.

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,
(вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна; e-mail: yakovlev030157@gmail.com; dmdyadin@gmail.com; t_dmytrenko@ukr.net; yuri_vergeles@hotmail.com; mykola.borshch@kname.edu.ua;
orcid.org/0000-0003-2637-6594; orcid.org/0000-0003-3421-3592; orcid.org/0000-0002-0447-644X;
orcid.org/0000-0002-4915-1489; orcid.org/0000-0002-3313-4887)*

ДО МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ОБЛАСТІ ФОРМУВАННЯ ДЖЕРЕЛЬНИХ ВОД

У роботі запропоновано та апробовано методику визначення зон живлення і зон санітарної охорони джерельних вод на основі гідрогеологічних і топографічних карт. Це дає змогу організувати зони санітарної охорони джерел – як пунктів питного водопостачання – і цілеспрямовано проводити моніторинг довкілля у цих зонах. Методика обґрунтування зон живлення і охорони апробована на перспективних для питного водопостачання джерелах у Харківській області, а саме Миронівського та Суворівського джерел. Доведено, що на сучасному рівні вивченості рельєфу і гідрогеологічних умов території України зони живлення джерел можна визначати без спеціальних витратних гідрогеологічних вишукувань із використанням загальнодоступних картографічних матеріалів, зокрема цифрової моделі рельєфу, із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій.

Ключові слова: джерело, зона захвату, область живлення, підземні води, цифрова модель рельєфу.

Вступ. Вода з природних джерел завжди використовувалася місцевим населенням. У сучасних умовах деградації систем централізованого водопостачання, повсюдного зниження якості питної води і зростання ціни кондиційної води популярність природних джерел серед міського і сільського населення невпинно і швидко зростає [1, 2]. У той же час, джерельні води, які живляться з неглибоких водоносних горизонтів, можуть бути забрудненими за рахунок різних техногенних факторів [3–10]. Для захисту від забруднення джерел питної води мають бути організовані і облаштовані зони санітарної охорони (далі – ЗСО) [11]. Їх розмір зазвичай визначається, виходячи з дебіту джерела і конкретних гідрогеологічних умов у зоні формування підземного стоку [12]. Визначення гідрогеологічних умов для конкретного джерела питного водопостачання потребує спеціальних вишукувань – розвідки, що, зокрема, включає буріння свердловин для визначення напрямку потоку, фільтраційних і ємнісних властивостей водоносного горизонту. Такі вишукування зазвичай виконуються при організації централізованого водопостачання із свердловин. Для самовиливних природних джерел, як правило, такі вишукування не здійснюються через часту відсутність «хазяїна» у цих об'єктів і значної вартості польових гідрогеологічних робіт.

У той же час, в умовах збільшення техногенного тиску на довкілля, особливо у разі забудови зони живлення, якість води джерел суттєво знижується, як це досліджено на прикладі джерельних вод у Харківській області [9, 13–17].

Джерела зі значним дебітом (для України це більше 0,5–1 дм³/с) отримують живлення у межах великих ділянок, площа яких становить десятки і сотні гектарів, де гідрогеологічні умови можуть бути охарактеризовані на основі загальнодоступних матеріалів. Це у першу чергу гідрогеологічні карти масштабу 1:200 000, які є відкритими для користувачів на сайті Державної геологічної служби [18]. Таким чином, виникає теоретична можливість обґрунтування зон формування джерел без спеціальних коштовних вишукувань, що автори і поставили за мету даної роботи. Конкретне завдання роботи – обґрунтування методики визначення зон формування джерельних вод на основі наявних картографічних матеріалів і сучасних геоінформаційних технологій, а також опробування запропонованої методики при визначенні зон живлення на прикладі конкретних джерел у Харківській області.

Матеріали і методи досліджень. Джерела, як правило, отримують живлення з водоносних горизонтів, що залягають не глибше ерозійних врізів річкових долин. Значні дебіти джерел

забезпечуються за рахунок високих колекторських властивостей основного водоносного горизонту, що їх живить, а сталість дебіту забезпечується акумуляцією певного об'єму підземних вод, що циркулюють на просторі між точкою виливу і найближчим вододілом. Наприклад, у східних областях України велика кількість природних джерел приурочена до колектору тріщинуватих опокоподібних пісковиків і алевролітів обухівської свити еоцену, який завдяки своїм колекторським властивостям є своєрідним пластивим дренажем для верхніх горизонтів олігоценових піщано-глинистих відкладів, алювіальних пісків і покривних суглинків четвертинного та пліоценового віку. Останні безпосередньо або опосередковано підживлюються інфільтрацією атмосферних опадів і техногенних джерел живлення на забудованих територіях [13].

Можна стверджувати, що зони формування джерел розміщуються між точкою виливу і лінією вододілу ґрунтових вод, розташованого вгору за потоком. З гідрогеологічної практики відомо, що для типових морфоскульптурних форм рельєфу Лівобережної України вододіли ґрунтових вод зазвичай у плані збігаються з такими ж для поверхневих вод [2].

Принципово, протяжність зон формування джерел і напрямок руху підземних вод до місць виливу на поверхню землі можуть бути визначені графічно. На топографічній основі зручного для роботи масштабу для кожного джерела проводиться осьова лінія потоку підземних вод – в хрест гідроізогіпс або горизонталей рельєфу від точки виходу джерела до передбачуваної вододільної точки. Довжина осі a відповідає протяжності області формування джерела вгору за потоком (рис. 1).

Для розрахунку ширини області захвату води приймається, що площа формування живлення джерела визначається добутком довжини на ширину потоку:

$$S = a \cdot b, \quad (1)$$

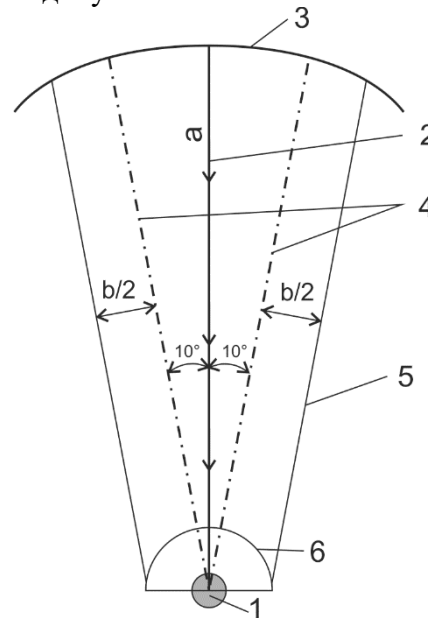
де S – площа формування джерела, m^2 ; a – довжина осьової лінії потоку підземних вод, m ; b – ширина потоку підземних вод, m .

Площа області живлення джерела також може бути визначена, виходячи з

величин інфільтраційного живлення і дебіту джерела:

$$S = \frac{Q}{w}, \quad (2)$$

де S – площа формування джерела, m^2 ; Q – витрата води (дебіт) джерела, $m^3/\text{добу}$; w – величина інфільтраційного живлення, $m/\text{добу}$.



Умовні позначення: 1 – джерело; 2 – осьова лінія потоку джерельних вод, 3 – вододільна лінія, 4 – крайні положення осьової лінії руху підземних вод із урахуванням можливої невизначеності напрямків підземного потоку, 5 – бокова межа області формування джерельного стоку, 6 – межа пояса суворого охоронного режиму; a – протяжність зони формування джерельних вод уздовж осьової лінії потоку, m ; b – розрахункова ширина зони формування джерельного стоку, m

Рис. 1. Схема розрахунку області живлення і зони санітарної охорони джерела

При цьому величина інфільтраційного живлення w має природну w_e і техногенну w_t складові:

$$w = w_e + w_t \quad (3)$$

Природне живлення може бути визначено як модуль підземного стоку річки, в басейні якої розташовується джерело, за результатами багаторічних спостережень за витратою річок у зимову межень [19].

Величину техногенного живлення підземних вод для сельбищних територій і промислових об'єктів встановлюється на основі балансових досліджень. При цьому до уваги приймаються статті додаткового (техногенного) надходження води до підземної гідросфери і витрат, наприклад, витрат із водопливних комунікацій,

збільшення перетікання крізь нижній водотрив, додаткова евапотранспірація ґрунтових вод тощо. Досвід подібних досліджень дозволив накопичити емпіричні дані щодо типових величин додаткового живлення підземних вод на забудованих територіях із різними типами виробництв і житлової забудови [12]. Необхідно зазначити, що для урбанізованих територій величина додаткового живлення може досягати і навіть переважати величину природної інфільтрації з атмосферних опадів [20].

Ширину зони живлення джерела пропонується визначати за балансовою моделлю:

$$b = \frac{Q}{(w_e + w_t) \cdot a} \quad (4)$$

У зв'язку з певною невизначеністю точного напрямку руху підземного потоку контури зони живлення рекомендується визначати з урахуванням можливого відхилення ліній течії від теоретично визначеної осьової лінії. При сучасному рівні вивченості підземної гідросфери на території України цей кут відхилення реального потоку від винесеного на карту може бути оцінений величиною 10° . В іноземних публікаціях за даною тематикою пропонується можливе відхилення картографічних ліній току до 20° [21]. Такий «обережний» підхід можна вважати виправданим у разі роботи з невеликими за площею ділянками, натомість зони живлення джерел зі значними дебітами є значними за площею і тому при наявності виданих державних гідрогеологічних карт масштабу 1:200 000 напрямком ліній току підземних вод може бути визначений з величиною «кута невизначеності» не більшим за 10° . Якщо ж користуватися тільки картами рельєфу, то слушною є величина «кута невизначеності» саме 20° .

Визначена запропонованим чином ділянка за площею перевищує реальну область живлення і, по суті, є площею, яка за даним методом розрахунку з максимальною вірогідністю включає область живлення джерела. При обґрунтуванні охоронної зони джерела саме цю надлишкову площу необхідно приймати у якості 3-го

поясу ЗСО, призначеного для захисту підземних вод від хімічного забруднення.

Результати досліджень та їх обговорення. Для проведення розрахунків із визначення розмірів та контурів зон живлення джерельних вод були вибрані два значних за дебітом (більше $1 \text{ дм}^3/\text{с}$) і перспективних для використання, як альтернативи централізованому водопостачанню джерела: Миронівське та Суворівське, які розташовані відповідно у Золочівському та Зміївському районах Харківської області. Джерело Миронівське приурочено до алевролітів і пісковиків обухівського водоносного горизонту, а Суворівське – до пісків межигірського водоносного горизонту еоценового відділу. Джерела отримують живлення з горизонтів, що залягають не глибше розвитку ерозійних врізів річкових долин. Обидва джерела розташовані за межами урбанізованих територій, де відсутні розгалужені системи водопостачання та водовідведення, що створюють додаткове інфільтраційне живлення за рахунок витоків із комунікацій, тобто техногенна складова водного балансу відсутня. Область живлення джерела Суворівське розташована на площі лісового масиву, а джерело Миронівське – переважно на ріллі.

Для розрахунків зон живлення джерел були використані такі вихідні дані:

- дебіт джерела Q , $\text{дм}^3/\text{с}$ – визначався при натурному обстеженні;
- протяжність лінії захвату a , м – визначалася на основі цифрової моделі рельєфу (далі – ЦМР) за вище вказаною методикою;
- активна пористість водовмісної породи, n – приймалася за довідковими даними виходячи з літологічних ознак [22];
- модуль підземного стоку w , $\text{дм}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$ – визначався на основі карти 90-% забезпеченості модулів середньорічного річкового стоку [19];
- коефіцієнт фільтрації водовмісної породи, K , м/добу – приймався за даними пробних відкачувань із експлуатаційних свердловин на ділянці водозабору Харківського тракторного заводу у м. Харків [23] і за матеріалами

БУДІВНИЦТВО

зйомочних робіт масштабу 1:200 000 [24];

- гідравлічний ухил, i – визначався на картах гідроізогіпс різного масштабу [24], або з використанням даних про рівні води у поодиноких свердловинах (облікові картки свердловин на воду у Харківській області).

Нижче (табл. 1) зведені вхідні дані та результати розрахунків зон живлення досліджених джерел.

Визначення положення вододільних ліній та осьових ліній потоку підземних вод визначали на основі цифрової моделі рельєфу (ЦМР). Для даного аналізу взяли глобальну ЦМР SRTM v. 3.0 Global із розподільною здатністю 1 географічна секунда (близько 30 м), створеною на основі даних радарної інтерферометричної зйомки земної поверхні [25]. Просторовий аналіз та побудування контурів зон формування джерельних вод здійснювали у геоінформаційному програмному комплексі ArcGIS 10.6.1.

Таблиця 1 – Вхідні дані та результати розрахунків зон живлення джерел

Показники	Суворі-вське	Миронівське
Дебіт Q , $\text{дм}^3/\text{с}$	5	1,5
Протяжність області захвату a , м	4700	2770
Активна пористість водовмісної породи, n	0,15	0,1
Модуль стоку w , $\text{дм}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$	1,5	
Площа області живлення S , км^2	12,8	4,37
Ширина області захвату води b , м	615	282
Напівширина, $b/2$	308	141
Коефіцієнт фільтрації K , м/добу	3	25
Гідравлічний ухил i , частки од.	0,03	0,045

Першим етапом аналізу було опрацювання растру ЦМР і побудування контурів водозбірних басейнів у межах територій розташування досліджених джерел. Для цього використали інструменти гідрологічного моделювання Hydrology в наборі інструментів для просторового аналізу Spatial Analyst у такі послідовні кроки:

- 1) заповнення локальних (помилкових) понижень у вхідному растрі висот (інструмент Fill);
- 2) створення растру напрямків стоку (інструмент Flow Direction) на основі растру висот із заповненими локальними пониженнями;
- 3) створення растру водозбірних басейнів (інструмент Basins) на основі растру напрямків стоку;
- 4) конвертація растру водозбірних басейнів у векторні полігональні об'єкти, контури яких є вододільними лініями місцевості.

Після цього, для зручності подальшого аналізу контури полігонів водозбірних басейнів конвертували в лінійний клас об'єктів. Наступним кроком, за допомогою інструменту Near із набору для аналізу наближеності (Proximity), визначили найкоротші відстані від точки джерела до найближчої вододільної лінії та встановили координати найближчої до джерела точки, що розташована на вододільній лінії (вододільної точки). З'єднавши вододільну точку з точкою джерела, отримали осьову лінію потоку в напрямку руху підземних вод із вододілу до місця їх виходу на поверхню землі (рис. 2, 3).

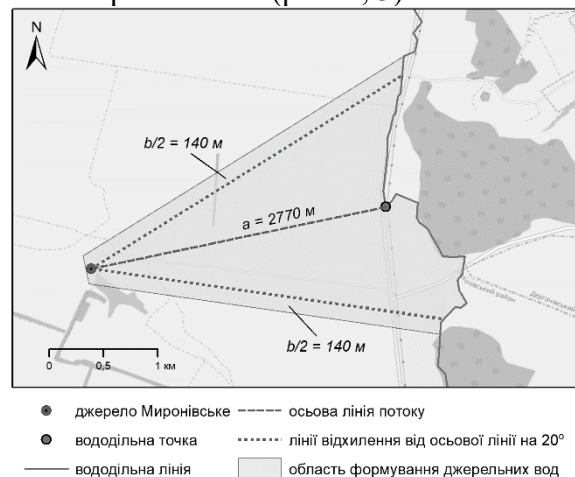


Рис. 2. Область формування джерела Миронівське

Наступним етапом у побудуванні є відкладання на карті ліній напрямку руху підземного потоку з урахуванням його невизначеності. В умовах досліджених джерел прийняли величину відхилення у $\pm 20^\circ$ від осьової лінії потоку, згідно рекомендацій [21]. Після цього за допомогою

інструменту побудування буферних зон (Buffer) створили бокові зони області формування джерельного стоку обабіч ліній відхилення напрямку підземного потоку. Ширина бокових зон була визначена попередньо розрахунками за формулою (4) і наведена вище (табл. 1).

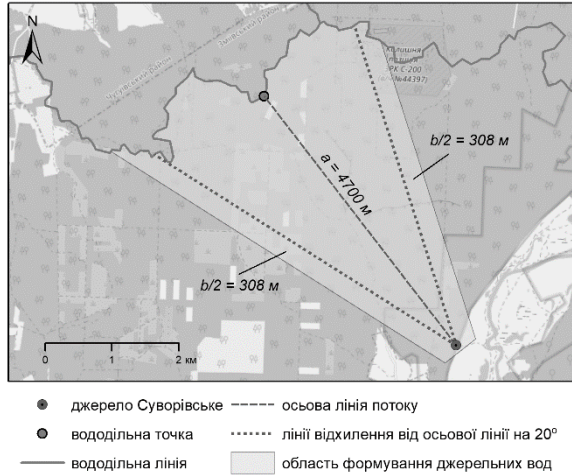


Рис. 3. Область формування джерела Суворівське

Засоби геопросторового аналізу, доступні в ArcGIS, дозволяють реалізувати запропонований алгоритм одночасно для будь-якої кількості джерел, наприклад, із використанням мови програмування Python. Це значно прискорює виконання завдання з побудування зон формування джерельних вод та істотно підвищує ефективність роботи.

За отриманими результатами можна оцінити сприятливість умов у зонах формування джерел щодо потенційного негативного впливу на якість джерельних вод. Зона формування Миронівського джерела, яка за розрахунками становила 4,4 км², охоплює сільськогосподарські угіддя (рілля). На цій території можуть виникати ризики забруднення підземних вод компонентами мінеральних та органічних добрив (сполуки азоту, фосфати, калій), а також отрутохімікатами (пестицидами), що застосовуються в сільськогосподарській діяльності. Зона формування Суворівського джерела майже втричі більша за площею і сягає 12,8 км² за рахунок високого дебіту джерельних вод. Зоні повністю покриває лісовий масив, у ній немає промислових підприємств та житлової забудови,

що свідчить про сприятливі умови формування якості джерельних вод.

Таким чином, сучасний рівень вивченості геоморфологічних і гідрогеологічних умов території України визначення зон формування джерельних вод можливо здійснювати із застосуванням загальнодоступних картографічних матеріалів. Застосування сучасних геоінформаційних технологій дозволить уніфікувати і поширити запропонований метод на інші області України, де джерельні води використовуються для децентралізованого і централізованого водопостачання. Визначення зон формування підземних вод джерел допоможе організувати моніторинг стану довкілля і планування природоохоронних заходів в цих зонах із метою зменшення техногенного забруднення підземних вод, що живлять джерела.

Висновки. Підземна гідросфера, особливо приповерхнева, завжди характеризується непростю будовою, доскональне вивчення якої часто потребує навіть більших об'ємів спеціальних вишукувань порівняно з глибокими водоносними горизонтами. «Кут невизначеності» зазвичай збільшує ділянку можливого розташування області живлення джерела, але є слушні аргументи у захист запропонованого методичного підходу. Адже надлишкова площа у даному випадку має значення певного інженерного запасу з точки зору можливого підтягування забруднених вод.

Таким чином, доведено, що на сучасному рівні вивченості рельєфу і гідрогеологічних умов території України визначення зон живлення джерел можливо здійснювати без спеціальних витратних гідрогеологічних вишукувань із використанням загальнодоступних картографічних матеріалів, зокрема цифрової моделі рельєфу, і сучасних геоінформаційних технологій. Це дає змогу організувати зони санітарної охорони джерел як пунктів питного водопостачання і цілеспрямовано проводити моніторинг стану довкілля у цих зонах, а також планувати ефективні природоохоронні заходи для збереження якості джерельних вод.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Яковлев В. В. *Перспективні джерела природних вод для питного водопостачання України, їх охорона і раціональне використання: дис. ... докт. геол. наук : 21.06.01*. Харків: Нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна. Харків, 2017. 351 с.
2. Дмитренко Т. В., Яковлев В. В., Костенко Н. В. Экологические аспекты использования родниковых вод урбанизированных территорий для питьевого водоснабжения (на примере г. Харькова). *Науковий вісник будівництва*. 2003. № 21. С. 209-224.
3. *Экологическая геология Украины: справ. пособие* / Е. Ф. Шнюков и др. Київ: Наукова думка, 1993. 407 с.
4. Шестопапов В. М., Богуславский В. С., Бублясь В. Н. *Оценка защищенности и уязвимости подземных вод с учетом зон быстрой миграции*. Київ: Інститут геологічних наук НАН України, 2007. 120 с.
5. *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.
6. Осокина Н. П. *Оценка влияния пестицидов на экологическое состояние Азово-черноморского бассейна (на примере северо-западного шельфа Черного моря)*. Киев, 1997. 57 с.
7. Огняник Н. С., Парамонова Н. К., Брикс А. Л. *Эколого-гидрогеологический мониторинг территорий загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами*. Киев: LATandK, 2013. 251 с.
8. Злобина В. Л., Джамалов Р. Г. Тенденции изменения качества подземных вод при загрязнении атмосферных осадков. *Геоэкология*. 1998. № 3. С. 17-23.
9. 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. doi: 10.30929/2073-5057.2018.2.39-48
10. Дмитренко Т. В., Яковлев В. В. Техногенез грунтових вод на подтоплених територіях на прикладі Харківська. *Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист*. 2014. № 7. С. 46-52.
11. *Про правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів (Постанова від 18 грудня 1998 р. № 2024, Київ)*. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2024-98-%D0%BF> (дата звернення: 10.11.2019).
12. *ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування*. Київ: Мінрегіонбуд, 2013. 180 с.
13. Яковлев В. В. Джерельні води Харківської області як джерело питного водопостачання. *Вісник Харківського національного університету*. 2014. № 1098. Вип. 40. С. 63-72.
14. Чистикова А. В., Выставная Ю. Ю., Яковлев В. В., Мацюк С. А., Горшкова Е. А. К вопросу качества воды родников, формирующихся в городской экосистеме г. Харькова. *Науковий вісник будівництва*. 2015. №2 (80). С. 190-196.
15. Пономарев В. Н., Яковлев В. В., Лищина В. Д. Качественные показатели грунтовых вод в Змиевском районе Харьковской области. *Эпидемиология, санитария и гигиена: сб. материалов 10-й итоговой регион. конф.* Харьков, 2007. С. 80-82.
16. Yakovlev V., Vystavna Y., Diadin D., Vergeles Y. Nitrates in springs and rivers of East Ukraine: Distribution, contamination and fluxes. *Applied Geochemistry*. 2015. Vol. 53. P. 71-78. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883292714003084>
17. Vystavna Y., Yakovlev V., Diadin D., Vergeles Y., Stolberg F. Hydrochemical characteristics and water quality assessment of surface and ground waters in the transboundary (Russia/Ukraine) Seversky Donets basin. *Environmental Earth Sciences*. 2015. Vol. 74, № 1. P. 585-596. doi: 10.1007/s12665-015-4060-0.
18. *Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000 (комплект взаємоузгоджених карт геологічного змісту з єдиною пояснювальною запискою)*. ДНВП «Геоінформ України». URL: <http://geoinf.kiev.ua/wp/kartogram.htm> (дата звернення 20.11.2019).
19. Соболевский Э. Э., Цупко Н. В. *Схема распределения расходов и модулей среднегодового речного стока 90 % обеспеченности территории УССР масштаба 1:1000000. Оценка перспектив расширения использования ресурсов питьевых подземных вод в народном хозяйстве УССР*. Отчет тематической партии по оценке запасов подземных вод №39-86-6/28. 1988. 4 с.
20. *Водообмен в гидрогеологических структурах Украины: водообмен в нарушенных условиях / Шестопапов В. М., Огняник Н. С., Дробноход Н. И. и др.; отв. ред. В. М. Шестопапов*. Киев: Наукова думка, 1991. 528 с.
21. Jacobson E., Andricevic R. Morrice J. Probabilistic capture zone delineation based on an analytic solution. *Ground Water*. 2002. Vol. 40, № 1. P. 85-95.
22. *Справочное руководство гидрогеолога / под ред. В. М. Максимова*. Ленинград: Недра, 1979. Т. 1. 512 с.
23. Бабенко В.Д., Карагодин Г.В. *Отчет о гидрогеологических изысканиях подземных вод с целью максимального увеличения производительности существующего водозабора Харьковского тракторного завода в долине р. Немышля*. Харьков: УКРВОСТОКГИИИИТИЗ, 1974. 56 с.

24. Борисенко Ю. А., Горячев А. В., Литвиненко Ю. О., Мирка Г.Ю., Москаленко І.О. *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.
25. USGS EROS Archive – Digital Elevation – Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global. URL: <https://doi.org/10.5066/F7PR7TFT>

Яковлев В. В., Дядин Д. В., Дмитренко Т. В., Вергелес Ю. И., Борщ Н. С. К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛАСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РОДНИКОВЫХ ВОД. В работе предложена и апробирована методика определения зон питания и зон санитарной охраны родниковых вод на основе гидрогеологических и топографических карт. Это даёт возможность организовывать зоны санитарной охраны источников как пунктов питьевого водоснабжения, а также целенаправленно проводить мониторинг окружающей среды в данных зонах. Методика обоснования зон питания и санитарной охраны апробирована на перспективных для питьевого водоснабжения родниках в Харьковской области, а именно Мироновского и Суворовского родников. Доказано, что на современном уровне изученности рельефа и гидрогеологических условий территории Украины зоны питания родников можно определять без

специальных затратных гидрогеологических изысканий с использованием общедоступных картографических материалов, в частности цифровой модели рельефа, с применением современных геоинформационных технологий.

Ключевые слова: родник, зона захвата, область питания, подземные воды, цифровая модель рельефа.

Yakovlev V., Diadin D., Dmytrenko T., Vergeles Yu., Borshch M. TOWARDS METHODOLOGY OF DETERMINING RECHARGE AREAS OF GROUNDWATER SPRINGS. The article deals with development of a technique that enables determining groundwater springs' recharge and sanitary protection areas based on hydrogeological and topographic maps. The proposed technique treats groundwater spring as sources for drinking water supply and thus allows purposeful organising their sanitary protection zones, as well as environmental monitoring and control measures. The technique has been validated on the examples of prospective drinking water sources, the Myronivskiy and Suvorivskiy groundwater springs in the Kharkiv region. It has been proved that catchment areas of groundwater springs can be delineated based solely on the current available knowledge on the landforms and hydrogeology structures of Ukraine using open cartographic information for building digital elevation models by means of modern geographic information technologies (GIS), without carrying special and costly hydrogeological surveys.

Key words: spring, catchment area, recharge area, groundwater, digital elevation model.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-98-4-283-287
УДК 666,97 (075.8)

Юнис Б.Н.¹, Фурсов Ю.В.², Таха Лотфи¹

¹ Харьковський національний університет будівництва та архітектури
(ул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна; e-mail: sesonoor@yahoo.com, kstuca-tbv@ukr.net)

² Харьковський національний університет городского хозяйства им. В.О. Бекетова
(ул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002, Україна; e-mail: abs@kname.edu.ua)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ЗАВОДОВ-ИЗГОТОВИТЕЛЕЙ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ В ЛИВАНЕ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ БЕТОНА

Используемый в бетонах стальной порошок малоэффективен и требует расходов на изготовление. Предлагаемое решение по использованию отходов на заводах по изготовлению металлоконструкций сталесодержащего порошка обладает рядом преимуществ и обеспечивает экономический эффект при использовании в бетонных работах. Результаты испытаний показали высокую прочность при сжатии, эффективное микроармирование бетона.

Ключевые слова: отходы, сталесодержащий порошок, бетон, прочность.

Введение. Проблема отходов в странах Ближнего Востока сейчас приобретает все большее значение. Например, мусорный кризис в Ливане становится угрозой

для окружающей среды Средиземноморья. Прямо на побережье возводятся огромные свалки отходов, окруженные бетонной стеной. Это подтверждает