

УДК 502/504:661.185

А. Г. ГАРБУЗ

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна 61022

e-mail: eko-life@inbox.ru

ВОДОПОСТАЧАННЯ У МІСТІ ХАРКІВ

Мета. На підставі анкетування населення визначити пріоритетні джерела водопостачання для великого міста, провести моніторинг якості питної води центрального водогону і природних джерел міста Харків. **Методи.** Анкетування, фізико-хімічні методи. **Результати.** За результатами анкетування населення встановлено, що 53 % опитаних, для питних потреб, використовують джерельну воду що реалізується з автоцистерн, 30 % опитаних віддають перевагу воді джерел, які знаходяться неподалік від їх місця проживання. Воду з водогону міста для питних потреб використовують тільки 15% анкетованих і 2% воду з інших систем водопостачання. Проведено моніторинг якості питної води центрального водогону та джерельної води великого міста. Для води з водогону встановлено відхилення від існуючих нормативів по п'яти із двадцяти досліджених показників, що свідчить про низьку якість води. Дослідження проб джерельної води визначило її як «чиста». **Висновки.** Джерельна вода у м. Харків рекомендована населенню у якості альтернативного джерела питної води.

Ключові слова: моніторинг, анкетування, вода центрального водогону, джерельна вода, якість води

Garbuz A. G.

V. N. Karazin Kharkiv National University

WATER SUPPLY IN KHARKIV

Purpose. On the basis of the survey population to determine the priority of water supply sources for the big city. To monitor the quality of drinking water of the central water supply and natural sources of the city of Kharkiv. **Methods.** Questionnaires, physical and chemical methods. **Results.** According to the results of the population survey found that 53% of respondents used for drinking spring water from tanker trucks, 30% of respondents prefer water sources that are close to their place of residence. The water from the city water supply system for drinking purposes only use 15% of the respondents, and 2% from other water supply systems. Monitoring of the quality of drinking water of the central water and spring water. For tap water set the deviation from existing standards for five of the twenty examined indicators, indicating the poor quality of water. The study of spring water samples has identified it as a "clean". **Conclusions.** Spring water in Kharkov advised the public as an alternative source of drinking water.

Keywords: monitoring, survey, water from the centralised water supply system, spring water, water quality

Гарбуз А. Г.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

ВОДОСНАБЖЕНИЕ В ГОРОДЕ ХАРЬКОВ

Цель. На основании анкетирования населения определить приоритетные источники водоснабжения для большого города, провести мониторинг качества питьевой воды центрального водопровода и природных источников города Харькова. **Методы.** Анкетирование, физико-химические методы. **Результаты.** По результатам анкетирования населения установлено, что 53% опрошенных для питьевых нужд используют родниковую воду с автоцистерн, 30% опрошенных предпочитают воду источников, которые находятся недалеко от их места жительства. Воду из водопровода города для питьевых целей используют только 15% анкетированных и 2% воды из других систем водоснабжения. Проведен мониторинг качества питьевой воды центрального водопровода и родниковой воды. Для водопроводной воды установлено отклонение от существующих нормативов по пяти из двадцати исследованных показателей, что свидетельствует о низком качестве воды. Исследование проб родниковой воды определило ее как «чистая». **Выводы.** Родниковая вода в г. Харькове рекомендована населению в качестве альтернативного источника питьевой воды.

Ключевые слова: мониторинг, анкетирование, вода центрального водопровода, родниковая вода, качество воды

© Гарбуз А. Г., 2016

Вступ

В нашій країні поширена думка, що запаси питної води безмежні. Загальні прогнози експлуатаційних ресурсів прісних питних вод в Україні за статистичними підрахунками на 2015 рік становлять 55 млн. м³/добу. Такі запаси більше, ніж у двічі перевищують потребу населення. Можливо саме такі підрахунки і зменшили увагу фахівців до проблеми саме якості води. На даний час у мегаполісах прісні води річок є основним постачальником питної води населенню. І так як їх хімічні показники стрімко погіршуються, то безмежні запаси питної води також виявились обмеженими. В результаті Україна увійшла у трійку найменше забезпечених питною водою країн Європи – після Португалії і Греції. Тому проблема якості та забезпечення населення України питною водою стала вкрай актуальною і надзвичайно гострою.

Великі міста України мають центральні водогони. Понад 70% цих водогонів постачають воду з річок та водосховищ, що знаходяться під постійним антропогенним впливом. Справжнім бичем сучасних міст,

де використовують водогони з відкритих водойм, стала боротьба з бактеріальним зараженням річкової води і вторинним забрудненням води у трубопроводах. Виправлення такого становища призводить до надмірного хлорування і появи у водопровідній воді токсичних хлорорганічних речовин.

Для аналізу екологічної ситуації, що склалася у м. Харків відносно стану питної води, яку потребляє населення міста, проаналізовано значний масив статистичних даних [1-8]. Аналіз проводився за такими напрямками:

- Оцінка пріоритетності джерел водопостачання у м. Харків;

- Оцінка часової динаміки складу джерельної води за останні 3 роки;

Мета дослідження – за результатами анкетування населення визначити пріоритетні джерела водопостачання для великого міста, провести моніторинг якості питної води центрального водогону і природних джерел міста Харків, зробити відповідні рекомендації.

Методи дослідження

Основними методами досліджень у роботі є соціально-екологічні методи (анкетування), фізико-хімічні методи дослідження якості води, методи системного аналізу, а також метод порівняльного аналізу поверхневих та підземних джерел питного водопостачання великого міста.

В анкеті опитування поставлені питання: для яких потреб використовують (для пиття, або для пиття та готування їжі), кількість води витрачається за добу, ціна для якісної питної води, необхідність у постачанні чистої джерельної води прямо до житла споживача. Опитано 1000 чоловік

різних соціальних груп та різних вікових категорій населення м. Харкова – десять точок опитування: центральні станції метро, великі ринки та міста відпочинку городян.

Аналіз водопровідної води виконано за мікробіологічними, токсикологічними, органолептичними показниками якості питної води, за показниками фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води. Визначено вміст хлоридів, нітратів, нітритів. Проведено спектральний аналіз на вміст 10 металів: мідь, цинк, марганець, свинець, хром, кобальт, кадмій, нікель, миш'як та ртуть.

Результати дослідження

Для водопостачання м. Харкова та населених пунктів області зараз використовуються три незалежних джерела водопостачання, два з яких знаходяться на значній відстані від самого міста [8]:

- р. Сіверський Донець з Печенізьким водосховищем (383 млн м³);

- канал Дніпро-Донбас з Краснопавлівським водосховищем (близько 410 млн м³);

- підземні води з артезіанських свердловин глибиною 80-800 м, розташованими в самому місті та області.

За рахунок цих трьох джерел у місті вирішується питання цілодобового й безперебійного водопостачання. Загальна середньодобова подача питної води за 2015 рік склала 558,8 тис. м³, з них на м. Харків надійшло 526,6 тис. м³ (94,2%) води.

Головним серед вищевказаних джерел водопостачання є Печенізьке водосховище, вода якого є найкращою в регіоні по гідробіологічному сольовому складу. Вона очищується на Комплексі водопідготовки «Донець» і подається по п'яти магістральних водогонів діаметром 900-1600 мм загальною довжиною

161,2 км. Частка в загальній подачі питної води становить 440,7 тис. м³ / добу, або 75,4%.

Другим незалежним джерелом водопостачання для м. Харків є Краснопавлівське водосховище, в яке з каналу «Дніпро-Донбас» надходить сульфатна вода з Дніпродзержинського водосховища. Очищення води відбувається також на Комплексі водопідготовки «Дніпро», вода подається в місто за двома нитками магістральних водогонів діаметром 1200-1400 мм загальною довжиною 261,1 км. Їх частка в загальній подачі питної води становить 134,09 тис. м³ / добу, або 22,9%.

У якісному відношенні води обох джерел кілька різняться: Сіверський Донець несе гідрокарбонатні кальцієві води, а Дніпро – сульфатні кальцієві. Ці води – прісні, з мінералізацією до 1 г / дм³, мають прийнятну загальну жорсткість – 5 ... 7 ммоль / дм³.

Однак у обох джерел спостерігається невідповідність питним нормативам по ряду мікроелементів (органічний і неорганічної природи) що обумовлено неминучим техногенним забрудненням на великих водозбірних територіях указаних річок.

Відмінною рисою якості води з Сіверського Дінця являється систематично вищі показники мутності та вміст зважених речовин, що пов'язано з перенесенням цих речовин до річки (особливо в періоди танення снігу і злив). В Краснопавлівському водосховищі такого не спостерігається, бо дніпровська вода відстоюється перед відбором. Ще важливими недоліками цих джерел поверхневих вод є коливання температури води і її цвітіння в весняно-літній період.

Харківський водогін введений в експлуатацію в 1881 році. Незважаючи на постійну його реконструкцію, його значна частка ремонтується тільки під час пориву системи. Такий стан труб не може не спричинити негативний вплив на якість постачаємої води [1].

Третім незалежним джерелом водозабезпечення м. Харкова є артезіанські свердловини. На сьогодні їх внесок в систему міського водопостачання становить лише 9,7 тис. м³ або 1,7% [10].

Для встановлення пріоритетності води, що споживається мешканцями міста, проведено анкетування. З'ясовано за якими саме критеріями споживачі вибирають воду, для яких потреб використовують (для пиття, або для пиття та готування їжі), кількість витрачаємої води за добу, цінова політика для якісної питної води та необхідність у

постачанні чистої джерельної води прямо до житла споживача. Для цього по місту в десяти точках: центральні станції метро, великі ринки та міста відпочинку горожан опитано 1000 чоловік з різних соціальних груп та різних вікових категорій.

Виходячи з отриманих даних, встановлено, що 53 % опитаних, для питних потреб, використовують джерельну воду що реалізується з автоцистерн, 30 % опитаних віддають перевагу воді джерел, які знаходяться неподалік від їх місця проживання. Воду з водогону міста для питних потреб використовують тільки 15% анкетованих і 2% воду з інших систем водопостачання (рис. 1).

Також опитування показало, що населення міста Харків віддає перевагу чотирьом маркам джерельної води, що реалізується з автоцистерн: «Роганська», «Харківська-1», «Рошинська» та «Шестаковська». Найпопулярнішою маркою води є «Роганська», майже половина опитаних споживають воду саме цієї марки. Вода марки «Рошинська» не набрала навіть 10% відгуків споживачів (рис. 2).

На території міста знаходяться двадцять обладнаних для споживачів джерел. Анкетування встановило, що найпопулярнішим серед населення є джерело Саржин яр – гідрологічна пам'ятка природи.

Опитування міського населення дало змогу встановити, що на вибір системи водопостачання, впливає не тільки якість води. Для визначення пріоритетності споживання води з автоцистерн на вибір споживача впливає час привозу автоцистерн, розташування точки продажу води та ціна за літр води.

Пріоритетність вибору джерел, що розташовані у різних кутках мегаполісу, визначає місце розташування джерела та улаштування прилеглої території.

Отже, завдяки анкетуванню встановлено, що мешканці великого міста бажають використовувати питну воду з природних джерел, та все більша кількість населення відмовляється пити воду центрального водогону.

Проведено аналіз водопровідної води, що пропонується мешканцям міста [4]. Дослідження проводили протягом трьох років. За їх результатами встановили, що вода водогонів міста не відповідає вимогам ДержСанПіН «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» за багатьма показниками:

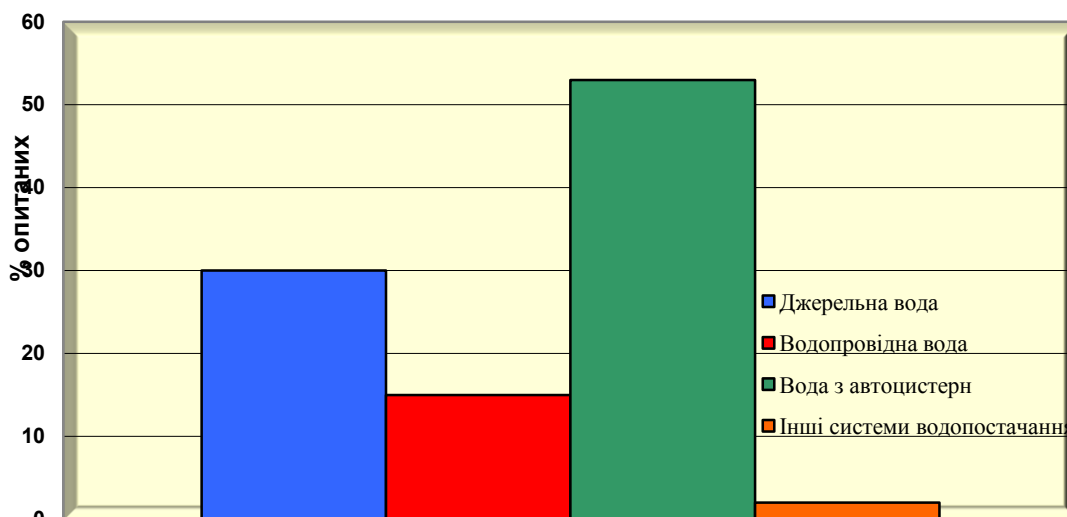


Рис. 1 – Рейтинг систем водопостачання серед споживачів

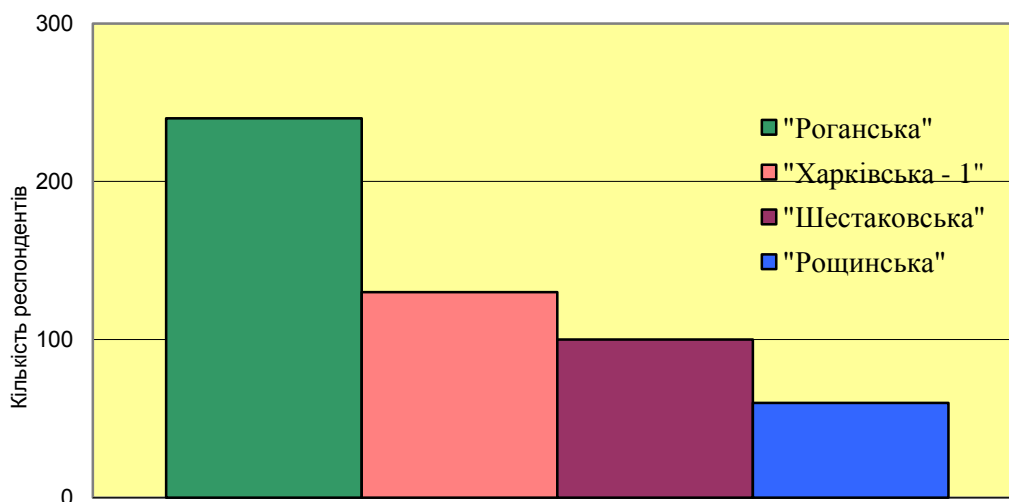


Рис. 2 – Рейтинг марок води, що реалізується серед населення

- за мікробіологічними показниками (знайдені коліфагі в 1 дм³ води, що досліджено, хоча за нормативами вони відсутні);
- за токсикологічними показниками нешкідливості хімічного складу питної води (встановлено перевищення за показником окиснюваність у 1,2 рази);
- за органолептичними показниками якості питної води (визначені більше нормативних показники запаху та присмаку);
- за показниками фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води (показник загальної лужності для води, що подається жителям трьох районів міста з каналу Дніпро-Донбас перевищує рекомендовані значення у 1,2 – 1,4 рази в залежності від пори року).

Таке становище справ цілком оправдує потребу міського населення у чистій питній воді.

Забор води із джерел до автоцистерн проводиться на спеціалізованих пунктах у різних районах міста та області. Дослідження води з автоцистерн не визначили відхилень від Держстандарту. Вміст хлоридів у досліджених пробах не перевищує показник в 40 мг/дм³. Вміст нітратів у воді є незначним і знаходяться у діапазоні від 0,04 до 1,9 мг/дм³. Також в результаті аналізу виявлено, що вміст нітритів, які вказують на органічне забруднення у воді, дорівнює 0,01 – 0,06 мг/дм³.

Проведено спектральний аналіз на вміст 10 металів – мідь, цинк, марганець, свинець, хром, кобальт, кадмій, нікель, миш'як та ртуть [9]. За його результатами встановлено наявність міді на рівні 0,001 – 0,01 мг/дм³, цинку на рівні 0,006 – 0,012 мг/дм³ та марганцю до 0,05 мг/дм³. Вміст інших семи металів менше чутливості

приладу, а саме нижче за $0,0001 \text{ мг/дм}^3$. Бактеріологічний аналіз води автоцистерн не виявив ніяких відхилень від СаНПіНу. Отже джерельну воду, що розвозиться автоцистернами по вулицях міста можна вважати повністю придатною для споживання населенням.

Дуже поширена для користування джерельна вода обладнаних джерел міста. Її використовують, як виявило опитування, 30 % населення. Але як встановив аналіз якості питної води тільки щістнадцять з двадцяти джерел Харкова мають якісну питну воду табл. 1.

Міські джерельні води мають мінералізацію до 2 г/л і відносяться до природних столових вод. Поза межами міста розташовані джерела з лікувально-столовими водами з мінералізацією від $2 - 8 \text{ г/л}$. Біля таких джерел розташовані санаторії.

За даними спеціалістів-гідрогеологів встановлено [8], що територія Харківської області тяжіє до південно-західної частини Дніпровсько-Донецької западини, з якою пов'язаний значний басейн підземних вод. На території Харкова нараховують 24 водоносних горизонтів. З поверхневих горизонтів вода потрапляє до скважини та колодязів. Під алювіальними відкладами у західній та північно-західній частинах області залягає полтавський горизонт. Під центральною частиною міста розповсюджений водоносний комплекс харківсько-верхнекіївських відкладень. Дуже значний водоносний комплекс – сеноман-нижнемеловий знаходиться практично на всій території Харківської області. Ці горизонти характеризуються високою водообільністю та відмінною якістю води.

За прогнозом запаси підземної води Харківської області складають $1412,6 \text{ млн. м}^3$ на рік. У 2015 році відбір води з надр землі Харківської області по всіх горизонтах в середньому складає $550-600 \text{ тис. м}^3$ на добу. Місто Харків тільки з мелових відкладень може отримати води біля 180 тис. м^3 на добу [8].

Отже перехід до споживання джерельної води мешканцями міста цілком можливий, а відмінна якість джерельної води робить це споживання ще й корисним. Аналіз води з джерел міста протягом трьох років не виявив значних коливань показників по сезонах року. У досліджених пробах фізико-хімічні показники жорсткості та лужності у $1,5-3$ рази нижча, ніж ці показники у воді міського водогону; органолептичні показ-

ники значно кращі, ніж у водопровідній воді; а за кількістю хімічних елементів корисних для здоров'я людини, джерельна вода значно краще водопровідної.

Джерела, використання води з яких заборонено санітарною службою, закриті для споживання. Вода в них має відхилення від нормативних показників за присмаком, жорсткістю та вмісту сульфатів. Жоден з цих показників не є смертельно безпечним, однак не відповідає рекомендованим СаНПіНом показникам фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води [7].

Вода перед подачею до водогонів міста хлорується. В процесі хлорування вода знезаражується і консервується на довгий час. Це допомагає уникнути виникнення та поширення різних інфекційних захворювань. Хлор позбавляє воду від неприємного присмаку і запаху, допомагає зменшити кольоровість води, знизити витрату коагулянтів. Крім того, завдяки хлору очисні споруди станцій водопідготовки зберігають задовільний санітарний стан.

Основну та найвагому небезпеку у хлорованій воді становить хлорорганіка – це близько 300 сполук хлору, що містяться у воді з органічними речовинами [7]. Одна з таких груп органічних речовин – тригалометани. За даними експертів інституту охорони здоров'я, саме ця речовина у питній воді щорічно стає причиною раку сечового міхура у кількох десятків тисяч людей на планеті. Якщо знизити концентрацію тригалометани в воді всього на 20 мкг/дм^3 води, це зменшить кількість захворювань приблизно на 20%.

Нажаль, хлорування в нашій країні залишається основним методом дезінфекції питної води. При цьому обладнання на очисних станціях дуже старе. Таким чином не кращій засіб знезараження води ще погіршується за рахунок зношеності очисних споруд. Хлор при потраплянні в воду утворює хлорноватисту та соляну кислоти, які разом є активним хлором. При високій активності хлор вступає в хімічну реакцію з численними органічними і неорганічними речовинами, що містяться у воді, утворюючи при цьому токсини, канцерогенні, мутагенні і імунотоксичні речовини, а також отрути [7]. Ці сполуки поступово накопичуються в організмі, несучи з собою жахливі наслідки для здоров'я, такі як рак шлунку, печінки, ободової і прямої кишки, сечового міхура, стравоходу, легенів, гортані і молочної залози; вони сприяють розвитку атеросклерозу, анемії, гіпертонії, запалення суглобів,

Таблиця

Результати лабораторних досліджень води популярних джерел Харкова
(середні значення за 3 роки досліджень)

Адреса чи найменування джерела	рН	Жорст-кість мг-екв /дм ³	Аніони та катіони, мг/дм ³						Макро- та мікроелементи, мг/дм ³								
			HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Ni	Co	Cd	Cu	Pb	Mn	Cr	Zn	Fe ²⁺
Джерело на вул. К.Уборевича	6,9	6,1	260,1	20,6		0,04	10,1	0,22		0	0	0,01	0		0,012	0,11	0,21
Глибокий Яр	7,0	7,04	5,24	23,3	311,6	0,04	13,0	0,04	0,025	0	0	0,01	0	0,06	0,020	0,01	0,25
Саржин Яр	7,1	7,2	5,6	60,4	110,2	0,08	16,3	0,04	0,01	0	0,01	0,01	0,001	0	0	0,01	0,2
Парк Юність	6,7	9,6	8,8	63,3	128,8	0,004	14,4	0,2	0,08	0,001	0,01	0,08	0	0,08	0,075	0,01	0,2
Олексіївське	6,9	6,8	6,2	38,4	96,6	0,011	24,4	0,06	0	0	0	0,018	0	0	0	0,14	0,21
Манжосов Яр	7,0	6,5	6,4	24,2	112,4	0,01	22,1	0,14	0,01	0	0,006	0,04	0,01	0	0	0,02	0,2
Китлярчин Яр	8,3	6,7		32,1	350,0	0,015	19,3	0,105	0	0	0	0,02	0	0	0	0,11	0,01
Тюринське	7,7	6,3	5,2	80,6	132,6	0,11	23,8	0,11	0	0	0	0,08	0	0,15	0	0,11	0,16
Біля з-ду Харчових кислот	7,3	6,75	8,8	42,4	168,8	0,011	15,1	0,04	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0,08
Джерело на вул. Тимурівців 46	6,9	7,6	7,1	36,8	315,8	0,012	12,0	0,09	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0	0,02
Під тепловідн. Мостом	6,8	10,2	5,8	140	286,6	0,08	44,6	0,1	0,02	0	0	0,02	0	0	0	0	0,15
Немишлянське	7,1	6,1	6,2	62,4	300,2	0,11	48,5	0,21	0	0	0	0,08	0	0	0,014	0	0,11
Петрозаводське	7,1	6,65	7,8	64,2	144,5	0,105	14,6	0,14	0	0	0	0,11	0	0,001	0,001	0,02	0,09
Холодногірське	6,3	6,2	5,1	20,2	104,5	0,004	0,78	0,01	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0,08
Шатилівське	6,7	7,4	5,7	66,3	128,4	0,08	14,3	0,12	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0,12

захворювань серця і дихальних органів. Споживання хлорованої води подразнює слизову оболонку очей, сушить шкіру, руйнує структуру волосся, роблячи їх сухими, ламкими, тьмяними, сприяючи їх випадання і викликаючи лупа.

За даними мікробіологів встановлено [7], що на сьогоднішній день хлор вже не

забезпечує повного знезараження води, адже виявлено штами хвороботворних бактерій, на яких він не діє і які починають розмножуватися в хлорованій воді фактично відразу після обробки, а віруси, яйця гельмінтів і цисти найпростіших не сприйнятливі до хлору

Висновки

Підземні ріки при раціональному використанні їх ресурсів становлять реальну можливість повного забезпечення жителів Харкова та області екологічно-чистою водою.

Анкетування населення міста показало, що основними видами питної води є вода обладнаних джерел міста (30%), джерельна вода яка реалізується мешканцям міста із автоцистерн (53%), на останньому місті вода міського водогону (15%).

Моніторинг якості питної води встановив відхилення від існуючих нормативів, що робить її не привабливою для споживання населення.

Дослідження проб джерельної води навпаки, дало змогу за всіма показниками, що визначали, віднести її до категорії «чистої» води, тому цю воду рекомендовано населенню у якості альтернативного джерела питної води.

Для переходу на водопостачання підземними водами великого міста, виходячи з сучасного стану водних ресурсів та з метою збереження водно-ресурсного потенціалу рекомендовано вжити наступні заходи:

– проводити постійну інвентаризацію та паспортизацію усіх водних об'єктів, з ви-

значенням їх якісного та кількісного показника;

– реалізовувати проекти щодо відновлення, упорядкування та раціонального користування природних джерел за встановленим високим показником якості;

– так як продуктивність водозаборів у Харківській області залежить від рівня води у річці Сіверський Донець, то зарегулювання Дінца за допомогою гідротехнічних споруд може привести до скорочення запасів підземних вод. Тому важливо скоротити потрапляння забруднених поверхневих вод мегаполісу до водоносних горизонтів, щоб не залишити місто без джерел з чистою питною водою;

– проводити екологічний моніторинг якості відкритих водоймищ та підземних джерел за всіма показниками, що нормуються;

– розглянути можливість будівництва районних водогонів від джерел міста до споживачів, виходячи з їх потреб;

– сприяти поширенню серед населення інформації щодо пріоритетності джерельної води для пиття та приготування їжі.

Література

1. Бадьин П. П., Рахманин Ю.А., Фрог Н.П. Обеспечение населения физиологически полноценной питьевой водой // Материалы конгресса ЭКВАТЕК-2005. М.: 2005. С. 119-122.

2. Болдін А. А. Хімічне забруднення природних вод // Світ хімії. 2004. № 9. С. 123 - 128.

3. Бригадир М. І. Стан якості питної води в Україні // Материалы конгресса «ЭКВАТЕК-2005». – М., 2005. – С. 116 - 119.

4. ДержСанПіН 136/1940 «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» № 383 від 23.12.1996р.

5. Дмитренко Т. В. Анализ качества воды родников г. Харькова // Коммунальное хозяйство городов. К.: Техніка. 1999. Вып. 18. С. 105-108.

6. Дмитренко Т. В. Родники в городской черте // Экология города: Уч. по-собие. – К.: Либра, 2000. – С. 65-68.

7. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води К.: Вища школа. 2005. – 671с.

8. Лурье А. И. Вода бесценный дар природы // Научно-популярный очерк. Харьков: «Прапор». 1990. – 175 с.

9. Некос А. Н., Гарбуз А. Г. Экологическая оценка объектов окружающей среды и пищевых продуктов. навч. посібник. – Харьков: 2012. – С. 45 – 65.

10. Офіційний сайт КП «Харківводоканал» – URL: <https://vodokanal.kharkov.ua/content/watersupply>.

11. Стольберг Ф. В., Дмитренко Т. В., Пантелют Г. С. Концептуальный подход к решению вопросов экологически безопасного использования родниковых вод // Науковий вісник будівництва. 2004. – Вип. 28. – С. 282-285.

12. Яковлев В. В., Дмитренко Т. В., Шараевская Л. А. Результаты исследования родников г. Харькова и перспективы их использования населением // Вісник Національного технічного університету «ХП». 2002. – Вип. 3. – С. 211-221.

Надійшла до редколегії 25.09.2016