

УДК 628.16.08

**М.В. КРАВЧЕНКО**

## **ФІЗИКО-ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРИРОДНОЇ ПИТНОЇ ВОДИ РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ**

***Анотація.** Проведено аналіз якісного і кількісного складу води природних джерел водопостачання, а саме деяких річок, ряду колодязів та свердловин різних регіонів України. Проведено порівняння отриманих результатів з нормативними значеннями, наведеними у ДСанПін 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Проаналізовано результати фізико-хімічного аналізу з виявленням компонентів, що відповідають нормативним значенням, та тих, що перевищують ГДК.*

***Ключові слова:** питна вода, природна вода, джерела водопостачання, якісний та кількісний склад.*

На сьогодні актуальною є проблема не просто очистки води, а питання її підготовки шляхом коригування складу за зваженими частинками, мікроорганізмами, органічними та неорганічними речовинами, тобто підготовка питної води з максимальними вимогами до фізичних, фізико-хімічних та, особливо, біологічних властивостей води, яка необхідна людині на клітинному рівні для нормального протікання всіх її фізіологічних процесів.

Основними поверхневими природними джерелами водопостачання в Україні є вода річок Дніпро, Десна, Дністер, Сіверський Донець, кількісний і якісний склад яких значно відрізняється.

Моніторинг фізико-хімічного складу різних джерел водопостачання показує, що границі існування природної питної води і води, яка пройшла підготовку з використанням різних методів і апаратів, різко відрізняються. Тому необхідно користуватися двома різними значеннями верхнього і нижнього показників складу природних питних вод і питних вод, які пройшли підготовку у відповідності до рівня нормативних значень, викладених у ДСанПін 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [1].

Гігієнічна класифікація водних об'єктів за ступенем забруднення полягає в оцінюванні якості води за органолептичними, токсикологічними, загально-санітарними (санітарним режимом) і бактеріологічними показниками. Органолептичні показники визначаються за запахом, смаком, кольором, мутністю, завислими речовинами, водневим показником рН, лужністю, загальною жорсткістю, загальною мінералізацією, сухим залишком, вмістом магнію, марганцю, заліза, хлоридів, сульфатів, нафтопродуктів тощо. Перевищення їх концентрації в 4–8 разів і більше ГДК оцінюється в 3–4 бали (норма 2), що є перешкодою для питного використання води. Стосовно будь-якого виду водокористування, головне значення має мінералізація води і склад головних іонів. Небажаною і навіть шкідливою вважається питна вода як із дуже високою (понад 1000 мг/дм<sup>3</sup>), так і з дуже низькою (менше 100 мг/дм<sup>3</sup>) мінералізацією. Вода з мінералізацією 50–100 мг/дм<sup>3</sup> і менше не смачна і сприймається як дуже прісна.

Також у питній воді не має бути сірководню і метану, що надають неприємного запаху і смаку. Вміст кальцію та магнію зумовлюють жорсткість і м'якість води. Загальна жорсткість повинна бути не меншою ніж  $7,0 \text{ мг/дм}^3$ , а в особливих випадках – до  $10,0 \text{ мг/дм}^3$ .

На екологічну якість впливають й інші органолептичні показники води, наприклад, запах, смак, прозорість, мутність, які не тільки впливають на естетичне сприйняття, а й сприймаються людиною як доказ вмісту в воді шкідливих для її здоров'я речовин. Вимоги до цих органолептичних властивостей води такі: запахи і смаки не мають бути більшими ніж 2 бали, кольоровість – менше  $20^\circ$ , прозорість – понад 30 см, мутність – менше  $2 \text{ мг/дм}^3$ .

Чиста вода у малому шарі води повинна бути безкольоровою, за великого шару – мати голубуватий відтінок. Інші відтінки кольору свідчать про вміст домішок. Наприклад, солі заліза зафарбовують воду в червонуватий (іржавий) колір, дрібні частинки піску і глини – жовтий. Гумусні речовини (продукти розпаду трави, листу, кори) надають воді від жовтого до коричневого кольору. Чиста вода не має смаку; його надає забруднення. Розрізняють чотири види смаку: солоний, гіркий, кислий, солодкий. Солоний залежить від хлоридів натрію, гіркуватий – хлоридів магнію, кислий – від надлишку кислот, а солодкуватий – органічних речовин [2].

Важливий екологічний показник – прозорість води, від якої залежать інтенсивність фотосинтезу та глибина проникнення світла в товщу води. Прозорість пов'язана з мутністю, тобто із вмістом завислих мінеральних частинок. Для питної води оптимальною є її температура – від  $8$  до  $15^\circ\text{C}$ .

Важливим для природної води є і водневий показник рН (концентрація вільних іонів водню), що визначає ступінь кислотності або лужності води. За величини рН від  $6,5$  до  $7,5$  води нейтральні, нижче – кислі, а вище – лужні. Більшість поверхневих вод суші має нейтральну або слабокислу реакцію (рН від  $6,0$  до  $8,0$ ). Кисла реакція характерна для болотних вод. За рН менше  $5,5$  у прісних водоймах починає зменшуватися видова різноманітність гідробіонтів, розвиваються грибки.

Токсикологічні властивості визначаються за вмістом азоту (аміаку, нітратів, нітритів), фтору, синтетичних поверхнево-активних речовин, фенолу, ціаніду, міді, свинцю, цинку, хлору, нікелю, цезію-137 і стронцію-90. Використання води з концентрацією шкідливих речовин у  $3\text{--}5$  разів більше ГДК може зумовити виникнення початкових хворобливих симптомів у населення через  $1\text{--}2$  місяці; в  $10$  разів –  $2\text{--}4$  тижні; в  $100$  разів – через декілька діб. Специфічну дію на організм людини мають нітрати. Для нітратного азоту встановлена велика ГДК –  $10 \text{ мг/дм}^3$ , оскільки самі по собі вони не шкідливі для людини. Однак під дією деяких кишкових бактерій за високих доз нітрати можуть перейти в нітрити – отруйну речовину, яка, сполучаючись з гемоглобіном крові, переводить його в форму метгемоглобіну, що перешкоджає проникненню кисню у кровоносну систему організму [3].

Для основних фундаментальних компонентів ГДК складає: гідрокарбонати ( $\text{HCO}_3^-$ ) – не регламентовано; хлориди ( $\text{Cl}^-$ ) –  $\leq 250 \text{ мг/дм}^3$ ; сульфати –  $250 \text{ мг/дм}^3$ ; натрій ( $\text{Na}^+$ ) –  $\leq 200 \text{ мг/дм}^3$ ; згідно з ДСанПіН за показниками фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води вміст  $\text{Mg}^{2+}$  складає  $10\text{--}50 \text{ мг/дм}^3$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  –  $25\text{--}75 \text{ мг/дм}^3$  [1].

Було проведено якісний і кількісний аналіз деяких фізико-хімічних показників якості води річок Дніпро, Десна, Дністер, Сіверський Донець і Бахмут, результати якого відображені в таблиці 1.

З отриманих результатів аналізу видно, що величина мінералізації таких річок України, як Дніпро, Десна, Дністер, коливається в межах 270–324 мг/дм<sup>3</sup>, в той час, як для р. Сіверського Донця і р. Бахмут фізико-хімічний склад змінюється в залежності від населеного пункту і розвитку промисловості в ньому, тому значення загальної мінералізації складає від 1090 до 1730 мг/дм<sup>3</sup>, вміст сульфатів – від 310 до 613 мг/дм<sup>3</sup>, вміст хлоридів – 225–345 мг/дм<sup>3</sup>.

Значення загальної жорсткості для р. Сіверського Донця і р. Бахмут становить 8,65 мг-екв/дм<sup>3</sup> і 17,6 мг-екв/дм<sup>3</sup> відповідно. Вміст кальцію і магнію, які пов'язані з показником жорсткості, становлять 108 мг/дм<sup>3</sup> і 36 мг/дм<sup>3</sup> (5,42 мг-екв/дм<sup>3</sup> і 2,96 мг-екв/дм<sup>3</sup>) відповідно для Сіверського Донця та 241 мг/дм<sup>3</sup> і 68 мг/дм<sup>3</sup> (12,03 мг-екв/дм<sup>3</sup> і 5,59 мг-екв/дм<sup>3</sup>) – для р. Бахмут. Слід відзначити, що співвідношення Mg:Ca для р. Сіверського Донця становить 1:3, а для р. Бахмут – 1:3,6.

Колірність води р. Сіверського Донця складає 12 град і для р. Бахмут – 26 град, що перевищує значення ГДК. Каламутність води р. Сіверський Донець – 10 мг/дм<sup>3</sup> і 39 мг/дм<sup>3</sup> для р. Бахмут.

Таблиця 1. Фізико-хімічні показники якості води річок України

Показники	Річки України					
	Дніпро	Десна	Дністер	Сіверський Донець	Бахмут	ДСанПіН 2.2.4-171-10
НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	183,6 (3,01)	244,0 (4,0)	182,4 (2,99)	268,4 (4,4)	400,8 (6,57)	Не норм.
Сl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	28,26 (0,796)	22,72 (0,64)	25,03 (0,705)	157,3 (4,43)	100,1 (2,82)	≤ 250,0
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	49,4 (1,03)	36,5 (0,76)	43,2 (0,90)	310-552,0 (6,34-11,5)	301,2 (6,27)	≤ 250,0
Жорсткість загальна, мг-екв/дм <sup>3</sup>	3,8	4,5	3,77	8,65	17,6	≤ 7,0
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	52,7 (2,63)	63,73 (3,43)	57,11 (2,85)	108,62 (5,42)	241,1 (12,03)	Не норм.
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	14,11 (1,16)	13,25 (1,09)	11,55 (0,95)	36,5 (2,96)	67,97 (5,59)	Не норм.
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	24,15 (1,05)	25,3 (1,1)	16,56 (0,72)	107,18 (4,66)	206,5 (8,98)	Не норм.
Мінералізація загальна, мг/дм <sup>3</sup>	270,0	324,0	268,0	878-1088,7	1187,3	≤ 1000
Колірність, град	60,0	30,0	13,0	12,0	26,0	≤ 20
Каламутність мг/дм <sup>3</sup>	12,0	8,9	35,0	101,0	39,0	≤ 1,0

Опираючись на отримані результати досліджень, можна зробити висновок, що в річках Бахмут і Сіверський Донець більшість фізико-хімічних показників якості води не відповідають вимогам і значно відрізняються за складом від води річок Дніпро, Десна і Дністер, у яких, крім каламутності і колірності (див. табл. 1), всі інші показники відповідають вимогам ДСанПіН.

Підземні води України мають не менше значення для забезпечення населення питною водою. Варто зазначити, що майже 70% населення сіл і селищ міського типу задовольняє свої потреби в питній воді за допомогою ґрунтових вод (колодязі) або глибших водоносних горизонтів (свердловини). Підземними називаються всі води, що розміщені у ґрунтах та гірських породах верхньої частини земної кори (до глибини 12–16 км) і заповнюють при цьому різні порожнини. Підземні води мають різне походження: переважна їх більшість утворюється внаслідок просочування в глибини Землі атмосферних опадів (інфільтраційна вода) або у зв'язку з конденсацією водяної пари безпосередньо в ґрунті (конденсаційна вода).

Мешканці України змушені використовувати для господарсько-питних цілей воду децентралізованих джерел водопостачання без попередньої водопідготовки – колодязі, свердловини. Це переважна більшість мешканців сільських населених пунктів, які, в основному, споживають колодязну воду ненормативної якості, забрудненість якої сполуками азоту, сульфатами, солями жорсткості та іншими домішками унеможливує її використання.

Були проведені дослідження з визначення якості води таких джерел водопостачання, тобто властивостей, складу та концентрації присутніх в ній розчинених та нерозчинених, різного ступеня дисперсності речовин.

При цьому були використані такі методи аналізу: титриметричний, фотометричний, потенціометричний, метод фотометрії полум'я, екстракційно-фотометричний [4–8].

Об'єктом дослідження було обрано воду колодязів деяких регіонів України. Результати аналізу їх фізико-хімічних показників представлені в табл. 2.

Під наступними номерами було досліджено колодязі в таких регіонах України:

- 1 – Київська область, Ірпінський район;
- 2 – Київська область, Києво-Святошинський район;
- 3 – Житомирська область, Брусилівський район;
- 4 – Київська область, Богуславський район;
- 5 – Київська область, Фастівський район;
- 6 – Чернігівська область, Бобрівецький район;
- 7 – Полтавська область, Миргородський район;
- 8 – Полтавська область, Семенівський район;
- 9 – Кіровоградська область, Новомиргородський район;
- 10 – Житомирська область, Ружинський район;
- 11 – Черкаська область, Острожанський район.

Показано, що з 11 досліджених колодязів лише один за всіма показниками відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 (ДСанПіН 2.2.4-400-10) «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Цей колодязь розташований в Київській області Ірпінського району.

У воді колодязя № 2 (Київська область, Києво-Святошинський район) підвищений вміст домішок, які обумовлюють каламутність (в 1,5 раза) і колірність (в 1,6 раза) води та окислюваність в 1,3 раза (табл. 2).

Це свідчить про забруднення джерела речовинами органічної природи, так як колірність природних вод обумовлена гуміновими речовинами, що утворюються в процесі біохімічного розкладання залишків рослин і забарвлюють воду у відтінки жовтого та бурого кольорів.

Для більшості колодязів характерна висока жорсткість води, обумовлена наявністю в ній розчинених солей кальцію та магнію бікарбонатів, хлоридів, сульфатів. Так, в колодязях № 3, 4, 8 і 11 жорсткість складає 10,3–12,9 мг-екв/дм<sup>3</sup>, що в 1,2 раза перевищує ГДК, а в колодязях № 5, 6, 9 і 10 цей показник в 1,6–2,1 раза більше норми (див. табл. 2).

У воді колодязів № 1, 2, 7 значення жорсткості нижче ГДК ( $\leq 10,0$  мг-екв/дм<sup>3</sup>).

Загально визнано, що значний надлишок кальцію і магнію у питній воді призводить до появи каменів у кишково-шлунковому тракті і негативно впливає на стан нирок.

Таблиця 2. Фізико-хімічний аналіз води колодязів деяких регіонів України

Показники якості води досліджуваних колодязів	Місце знаходження джерела водопостачання						
	1	2	3	4	5	6	ДСанПін 2.2.4-171-10
Каламутність, мг/дм <sup>3</sup>	0,2	4,0	–	0,28	0,30	0,87	3,5
Колірність, град	Відс.	56,0	–	1,5	3,0	8,0	35,0
pH	8,2	6,89	7,15	7,48	7,22	7,83	6,5–8,5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	222,65 (3,65)	155,6 (2,55)	378,3 (6,2)	684,9 (11,2)	463,6 (7,6)	793,3 (13,0)	Не реглам.
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	50,4 (1,05)	91,2 (1,9)	124,0 (2,58)	65,6 (1,37)	244,0 (5,08)	265,60 (5,53)	$\leq 500,0$
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	11,89 (0,334)	17,75 (0,50)	118,99 (3,35)	129,58 (3,65)	150,8 (4,25)	156,2 (4,40)	$\leq 350,0$
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	Відс.	0,096	0,20	0,02	Відс.	0,06	$\leq 3,3$
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	Відс.	30,6 (0,49)	23,75 (0,38)	1,2	Відс.	110,0 (1,77)	$\leq 50,0$
Загальна жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	4,8	4,6	10,3	11,9	16,4	17,5	10,0
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	80,6 (4,0)	77,15 (3,85)	180,36 (9,0)	150,3 (7,5)	260,48 (13,0)	230,46 (11,5)	Не реглам
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	9,73 (0,80)	9,12 (0,75)	15,81 (1,3)	53,5 (4,4)	41,34 (3,4)	72,96 (6,0)	Не реглам.
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	19,16 (0,833)	21,03 (0,91)	50,83 (2,23)	92,46 (4,02)	13,30 0,58	125,2 (5,43)	Не реглам.
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	Відс.	0,40 (0,02)	0,14	Відс.	Відс.	0,09	$\leq 2,6$
Fe <sup>3+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	Відс.	Відс.	0,15	Відс.	Відс.	Відс.	1,0
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	271,63	352,48	711,27	831,89	947,7	1252,7	1500
Окислюваність, мг/дм <sup>3</sup>	2,0	6,48	2,16	3,68	2,92	3,04	$\leq 5,0$

Продовження таблиці 2

Показники якості води досліджуваних колодязів	Місце знаходження джерела водопостачання					
	7	8	9	10	11	ДСанПіН 2.2.4-171-10
Каламутність, мг/дм <sup>3</sup>	–	–	–	0,93	–	3,5
Колірність, град	2,7	–	–	–	–	35,0
pH	8,28	7,97	7,79	7,72	8,15	6,5–8,5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	1055,3 (17,2)	564,3 (9,25)	1037,0 (17,0)	524,0 (8,6)	–	Не реглам.
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	160,6 (3,33)	512,5 (10,65)	324,4 (6,44)	208,4 (4,33)	193,45 (4,0)	≤ 500,0
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	48,81 (1,37)	135,26 (3,81)	184,6 (5,2)	173,95 (4,9)	44,14 (1,24)	≤ 350,0
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	Відс.	0,096	0,20	0,02	Відс.	≤ 3,3
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	Відс.	30,6 (0,49)	23,75 (0,38)	1,2	Відс.	≤ 50,0
Загальна жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	7,1	11,8	19,0	21,2	12,9	10,0
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	54,11 (2,7)	118,24 (5,9)	136,2 (6,8)	184,37 (9,2)	166,3 (8,3)	Не реглам.
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	53,5 (4,4)	71,74 (5,9)	148,35 (12,2)	141,06 (11,6)	55,9 (4,6)	Не реглам.
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	366,8 (15,9)	318,82 (13,85)	349,6 (15,1)	333,4 (14,49)	–	Не реглам.
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	0,008	0,008	0,009	0,42	–	≤ 2,6
Fe <sup>3+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	Відс.	0,003	Відс.	0,03	0,1	1,0
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	1315,3	1584,5	2093,25	2315,12	–	1500
Окислюваність, мг/дм <sup>3</sup>	9,25	4,24	4,32	4,64	5,34	≤ 5,0

Пояснення до таблиці:  
– дані взяті з літератури;  
«-» – дані відсутні.

Наявність у воді бікарбонат-іонів характеризує лужність води. Співвідношення показників жорсткості та лужності обумовлює так звану тимчасову (карбонатну) жорсткість води, яка зникає під час кип'ятіння води через утворення нерозчинних карбонату кальцію (CaCO<sub>3</sub>) і гідроксиду магнію (Mg(OH)<sub>2</sub>).

Високі значення лужності характерні для колодязів № 4, 6, 7, 8, 9 і 10, причому, найбільша лужність в колодязях № 7 і 9, що свідчить про можливість значного пом'якшення води при кип'ятінні.

Характерним компонентом води всіх досліджуваних колодязів являються сульфати (табл. 2).

В колодязях № 1–7, 9, 10 вміст сульфатів нижче допустимої норми (≤ 500,0 мг/дм<sup>3</sup>) і лише в колодязі № 8 – їх вміст на межі ГДК.

Концентрація сульфатів більше ГДК не бажана у питній воді, так як вони впливають на органолептичні властивості води, постійне вживання якої призводить до порушення функціонування травної системи організму.

Щодо вмісту в досліджуваних колодязях такого високотоксичного компоненту, як нітрати, то тут спостерігається така значна різниця їх вмісту в різних джерелах.

В колодязях № 1, 4, 5 вони практично відсутні, а в № 2, 3, 11 їх вміст знаходиться нижче межі ГДК ( $\leq 50,0$  мг/дм<sup>3</sup>). У решти колодязів (№ 6, 7, 8, 9, 10) вміст нітратів значно перевищує гранично-допустиму норму. Якщо в колодязях № 6, 7, 8 концентрація їх у 1,75–2,4 раза перевищує ГДК, то в № 9 і 10 концентрація нітратів складає 368,0 і 917,0 мг/дм<sup>3</sup>, відповідно, що перевищує граничні норми у 8,6 та 18,3 раза.

Поява нітратів у природних водах зазвичай пов'язана із забрудненням водоносного горизонту побутовими стічними водами, що містять органічні сполуки білкової природи, які нітрифікувалися.

Підвищений вміст нітратів (більше 50,0 мг/дм<sup>3</sup>) у воді, яка постійно використовується у питних цілях, призводить до порушення окислювальної функції крові – метгемоглобінемії, тому воду із колодязів № 6, 7, 8, 9 і 10 небезпечно вживати в неочищеному вигляді, оскільки при постійному вживанні погіршуються функції крові, можуть виникнути набряки легенів, токсичний нефрит і гепатит.

Мінералізація води являє собою сумарний кількісний показник вмісту розчинених у воді неорганічних і легкоокислюваних органічних домішок.

Мінералізація води колодязів № 1 і 2, які знаходяться в Київській області Ірпінського та Києво-Святошинського районів, не перевищує 350,0 мг/дм<sup>3</sup>.

В колодязях № 3–7 вміст солей складає 711,0–1315,0 мг/дм<sup>3</sup>, що нижче межі ГДК. У хімічному складі переважають гідрокарбонати, сульфати кальцію (№ 3), гідрокарбонати, хлориди кальцію і натрію (№ 4, 5), гідрокарбонати, сульфати, хлориди кальцію і натрію (№ 6), гідрокарбонати, сульфати натрію, кальцію і магнію (№ 7).

В решті колодязів (№ 8–10) мінералізація становить 1600,0–2315,0 мг/дм<sup>3</sup>, тобто перевищує ГДК ( $\leq 1500$  мг/дм<sup>3</sup>). Вона обумовлена наявністю солей бікарбонатів, сульфатів, хлоридів, нітратів натрію, кальцію і магнію (колодязі № 8–10).

За результатами досліджень вода колодязя № 1 за всіма фізико-хімічними показниками задовольняє вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 (ДСанПіН 2.2.4-400-10) «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» для питної води колодязів.

У решти колодязів, за тими чи іншими компонентами, є перевищення вмісту, особливо, по жорсткості, нітратах, сульфатах (табл. 2).

В таблиці 3 представлені результати досліджень якості води деяких свердловин території України, які розташовані в наступних регіонах:

- 1 – Київська область, Васильківський район;
- 2 – Київська область, Макарівський район;
- 3 – Київська область, Бориспільський район;
- 4 – Полтавська область, Глобинський район;
- 5 – Полтавська область, Миргородський район;
- 6 – Полтавська область, Семенівський район;
- 10 – Луганська область, Антрацитний район.

Таблиця 3. Фізико-хімічний аналіз води свердловин деяких регіонів України

Показники якості води досліджуваних свердловин	Місце знаходження джерела водопостачання							
	1	2	3	4	5	6	7	ДСанПітН 2:2.4-171-10
pH	6,89	7,35	7,19	7,35	7,16	7,24	7,58	6,5–8,5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	231,5 (3,5)	414,8 (6,8)	475,8 (7,8)	384,3 (6,3)	562,12 (9,2)	475,8 (7,8)	500,2 (8,2)	≤ 6,5
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	121,6 (2,53)	35,2 (0,73)	9,6 (0,2)	68,8 (1,43)	160,0 (3,33)	248,0 (5,17)	416,16 (8,67)	≤ 250,0
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	47,04 (1,33)	15,27 (0,43)	58,6 (1,65)	16,85 (0,47)	26,6 (0,75)	65,32 (1,84)	257,7 (7,26)	≤ 250,0
Загальна жорсткість, мг-екв/дм <sup>3</sup>	6,1	6,65	7,0	7,0	12,4	10,4	16,0	≤ 7,0
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	14,6 (1,2)	26,14 (2,15)	24,32 (2,0)	34,05 (2,8)	70,53 (5,8)	55,94 (4,6)	85,12 (7,0)	≤ 80,0
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	98,20 (4,9)	90,18 (4,5)	100,2 (5,0)	84,17 (4,2)	132,26 (6,6)	116,2 (5,8)	180,36 (9,0)	≤ 130,0
Fe <sup>3+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	Відс.	0,92 (0,05)	0,081	0,14	9,3 (0,55)	0,12	Відс.	≤ 0,2
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	32,9 (1,43)	30,2 (1,31)	58,65 (2,5)	27,6 (1,2)	22,1 (0,95)	145,1 (6,3)	220,8 (9,6)	≤ 200,0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	Відс.	Відс.	0,40	Відс.	Відс.	0,52 (0,028)	0,004	≤ 0,1 (0,5)
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,04	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	5,2	0,02	≤ 0,5
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup> (мг-екв/дм <sup>3</sup> )	10,7 (0,17)	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	104,0 (1,67)	91,8 (1,48)	≤ 10,0 (50,0)
Окислюваність, мг/дм <sup>3</sup>	1,76	2,04	1,96	–	–	2,38	1,64	≤ 2,0 (5,0)
Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	432,0	409,8	488,2	432,6	729,52	988,8	1512,2	≤ 1000,0

Пояснення до таблиці:

«-» – дані відсутні.

За отриманими результатами можна зробити висновок, що якість води свердловин, що знаходяться в Київській області, відповідає чинним нормативам за всіма досліджуваними показниками. Лише в свердловині № 3 (Київська обл. Бориспільський р-н) підвищені показники лужності – 7,8 мг-екв/дм<sup>3</sup> при нормі 6,5 мг-екв/дм<sup>3</sup>.

В Полтавській обл. було обстежено три свердловини: в Глобинському, Миргородському і Семенівському р-х. Свердловина Глобинського р-ну за всіма показниками відповідає нормативним значенням (табл. 3). У воді свердловин Миргородського та Семенівського р-нів підвищена лужність в 1,4 та 1,2 раза відповідно, крім того, в цих свердловинах жорсткість в 1,77 та 1,49 раза перевищує норму ГДК.



Також в свердловині Семенівського р-ну вміст нітратів в 2,1 раза перевищує граничну норму і складає 104 мг/дм<sup>3</sup>.

У воді свердловини, що знаходиться в Луганській обл. м. Антрацит, якість води практично за всіма досліджуваними нами показниками перевищує граничну допустиму концентрацію: лужність в 1,3 раза, сульфати в 1,7 раза, вміст хлоридів знаходиться на межі ГДК, жорсткість загальна в 2,3 раза вище норми. Значно підвищений вміст нітратів – при нормі 50 мг/дм<sup>3</sup> концентрація цього високотоксичного компонента складає 92 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 3).

Мінералізація води свердловин № 1–5 не перевищує 500 мг/дм<sup>3</sup>; у свердловинах № 5–6 її значення становить 730 мг/дм<sup>3</sup> і 990 мг/дм<sup>3</sup> відповідно. У свердловині м. Антрацит, Луганської обл. мінералізація сягає 1512 мг/дм, тобто перевищує допустиму норму в 1,5 раза (табл. 3).

Отже, глобальною екологічною проблемою, в тому числі і для України, є екобезпека життєдіяльності і здоров'я людини, яка обумовлена, в першу чергу, якісним і кількісним складом питної води та процесами, що в ній протікають.

Проблема ця особливо гостра для сільських населених пунктів України, в більшості яких відсутнє централізоване водопостачання, а якість води в локальних джерелах (колодязі, свердловини тощо) також часто не відповідає вимогам, які висуваються до питної води, та в переважній більшості немає відповідних технологічних схем і установок для коригування її складу.

Технології очистки забруднених вод, які суттєво не змінювалися, вносять свій вклад в проблему екобезпеки життєдіяльності і здоров'я людини. Тому так актуальні сьогодні пошуки нових підходів, розробка нових ефективних технологій і матеріалів для контрольованого питного водопостачання та проведення ряду фундаментальних досліджень в цій області, які і визначають перспективи розвитку науки і техніки на майбутнє і є основою науково-технічного прогресу.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСанПіН 2.2.4-171-10 (ДСанПіН 2.2.4-400-10). Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 400 від 12.05.2010; введено в дію 16.07.2010. – К., 2010.
2. Накорчевська В.Ф. Хімія води / В.Ф. Накорчевська. – К.: ІСДО, 1993. –108 с.
3. Спольный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В. Спольный. – М.: Мир, 2004. – 216 с.
4. Таубе П.Р. Практикум по химии воды: Учебное пособие / П.Р. Таубе, А.Г. Баранова. – М.: Высшая школа, 1971. – 128 с.
5. Государственный контроль качества воды: Справочник технического комитета по стандартизации / Под ред. В.П. Виденеева. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 688 с.
6. Карюхина Т.А. Химия воды и микробиология / Т.А. Карюхина, И.Н. Чурбанова. – М.: Стройиздат, 1983. – 208 с.
7. Карюхина Т.А. Контроль качества воды / Т.А. Карюхина, И.Н. Чурбанова. – М.: Стройиздат, 1977. – 135 с.
8. Кульский Л.А. Технология очистки природных вод / Л.А. Кульский, П.П. Строчак. – К.: Вища школа, 1986. – 352 с.

*Стаття надійшла до редакції 04.06.2015*