

Т.А. САФРАНОВ, д-р. геол.-мін. наук, проф.
Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016
e-mail: safranov@ukr.net

МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ПИТНИХ ВОД ЯК ПОКАЗНИК ЇХ ЯКОСТІ ТА ФАКТОР ВПЛИВУ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

Мета. Оцінка мінералізації питних вод як показника їх якості та можливого впливу на стан здоров'я населення урбанізованих територій України. **Методи.** Оцінка ступеню мінералізації питних вод базується на дослідженнях організацій, що забезпечують водопостачання окремих урбанізованих територій України. **Результати.** Надана оцінка мінералізації питних вод із поверхневих та підземних джерел водопостачання як показника їх якості і можливого впливу на здоров'я населення окремих урбанізованих територій України. **Висновки.** Для питних вод характерні відхилення від діапазону оптимальних значень мінералізації та інших показників фізіологічної повноцінності мінерального складу. Відзначається зв'язок між ступенем мінералізації (збалансованістю мінерального складу) питних вод і станом здоров'я населення.

Ключові слова: мінералізація, оптимальний вміст, здоров'я населення.

Safranov T.A.

Odesa State Environmental University

Purpose. The hygienic aspect of drinking water safety and quality can be defined by the indices of epidemic safety, sanitary, chemical and radiation indices, as well as the optimal content of mineral substances, i.e. a mineral composition adequate to the physiological need of a human body: total hardness, total alkalinity, the content of iodine, potassium, calcium, magnesium, sodium, fluorine and solid residual (mineralization) Assessment of drinking water mineralization as indicator of water quality. Possible impact of mineralization level to the health of population in urbanized territories of Ukraine. **Methods.** Assessment of drinking water mineralization level is based on water supply organizations providing the investigations in the different urbanized territories of Ukraine. **Results.** The estimation of drinking water mineralization from surface and underground sources for water supply of local urbanized territories of Ukraine had been done. Also the analysis of water quality indicator in this content and possible influence on human health had been presented. **Conclusions.** Fluctuations of mineralization and indicators of the physiological usefulness of the mineral composition compared with the range of optimum had been marked as a distinguishing. After clearing underground waters in pumped-out complexes, their mineralization is usually reduced to an optimal value, but also significantly reduces the concentration of calcium, magnesium and other essential elements. Numerous literary indications indicate a connection between the level of mineralization (composition) of drinking water and the state of health of the population. There is a correlation between the level of mineralization (balance of mineral composition) of drinking water and human health. Long-term consumption of drinking water with an imbalance of essential mineral components can be one of the negative impacts on public health.

Key words: mineralization, optimal condition, human health.

Сафранов Т.А.

Одесский государственный экологический университет

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ПИТЬЕВЫХ ВОД КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИХ КАЧЕСТВА И ФАКТОР ВЛИЯНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Цель. Оценка минерализации питьевых вод как показателя их качества и возможного влияния на состояние здоровье населения урбанизированных территорий Украины. **Методы.** Оценка степени минерализации питьевых вод базируется на исследованиях организаций, обеспечивающих водоснабжение отдельных урбанизированных территорий Украины. **Результаты.** Дана оценка минерализации питьевых из поверхностных и подземных источников водоснабжения как показателя их качества и возможного влияния на здоровье населения отдельных урбанизированных территорий Украины. **Выводы.** Для питьевых вод характерны отклонения от диапазона оптимальных значений минерализации и других показателей физиологической полноценности минерального состава. Отмечается связь между степенью минерализации (сбалансированностью минерального состава) питьевых вод и состоянием здоровья населения.

Ключевые слова: минерализация, оптимальное содержание, здоровье населения.

Одним із важливих показників фізіологічної повноцінності мінерального складу (ФПМС) питної води є величина її мінералізації, тобто загального вмісту мінеральних речовин, яка виражається у вигляді суми іонів, всіх мінеральних компонентів або сухого залишку (кількість органічних речовин у сухому залишку звичайно не більше 10%, тому цей показник характеризує загальну мінералізацію питних вод).

Слід зазначити, що Всесвітня організація охорони здоров'я (World Health Organization – WHO) рекомендує значення загальної мінералізації (сухого залишку) – 1000 мг/дм³, Агентство з охорони навколишнього середовища США (Environmental Protection Agency – EPA) – 500 мг/дм³, Директива ЄС про питну воду (Drinking Water Directive) 80/778/ЄС (ухвалена Європейською Радою 15.07.1980 р.) – 1500 мг/дм³. У ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1] величина сухого залишку, як санітарно-хімічного показника складає: ≤ 1000 (1500) мг/дм³ (вода водопровідна, вода з колодязів та каптажів джерел); ≤ 1000 мг/дм³ (вода фасована, з пунктів розливу та бюветів). Як показник ФПМС питної води, що визначає адекватність мінералізації біологічним (фізіологічним) потребам організму, у [1] оптимальні значення сухого залишку визначені в діапазоні 200 - 500 мг/дм³. У ДСТУ 7525:2014 [2] наведені нормативні значення для сухого залишку – 1000 (1500) мг/дм³, які відрізняються від оптимальних значень аналогічних показників у [1]. Отже, є ознаки схожості і відмінності щодо оптимальних значень мінералізації (сухого залишку) питних вод як у державних стандартах України так і у міжнародних вимогах до якості питних вод.

Встановлення залежності між ступенем мінералізації питних вод і станом здоров'я населення є *актуальною задачею*, оскільки значна частина поверхневих і підземних джерел питного водопостачання урбанізованих територій України не відповідають вимогам фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод.

Методика дослідження

Оцінка ступеня мінералізації питних вод базується на дослідженнях організацій, що забезпечують водопостачання окремих урбанізованих територій України. При проведенні дослідження були використані опубліковані дані, а також матеріали власних розробок, присвячених оцінці збалансованості мінерального складу питних вод із поверхневих і підземних джерел питного водопостачання урбанізованих територій України. Отриманні значення мінералізації питних вод порівнювалися з оптимальними значеннями цього показника [1]. Таким чином, визначались значення мінералізації, які вищі або нижчі за нормативні значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Відомо, що основний хімічний склад природних вод визначається вмістом головних аніонів (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) і катіонів (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+). Звичайно, у водах материкового стоку, які є основними джерелами питного водопостачання, спостерігаються такі співвідношення: $HCO_3^- > SO_4^{2-} > Cl^-$; $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^+$ або $Ca^{2+} > Na^+ > Mg^{2+}$. По мірі збільшення мінералізації води відбувається поступове досягнення межі розчинності слаборозчинних солей і тому в істотно мінералізованих природних водах спостерігаються діаметрально протилежні співвідношення головних аніонів і катіонів: $HCO_3^- < SO_4^{2-} < Cl^-$; $Ca^{2+} < Mg^{2+} < Na^+$. Головні іони є санітарно-хімічними показниками безпечності та якості питної води [1]. Гідрокарбонати (HCO_3^-) у питній воді визначають лужність, яка у фасованих водах повинна бути $\leq 6,5$ ммоль/дм³. Сульфати (SO_4^{2-}) в кількостях понад 500 мг/дм³ надають воді гіркувато-солонуватого присмаку, вони несприятливо впливають на шлункову секрецію і можуть спричинювати диспепсичні явища (особливо при одночасному великому вмісті Mg^{2+}), тому їх норма у питній воді повинна бути ≤ 250 (500) мг/дм³. Хлориди (Cl^-) надають воді солонуватий присмак і несприятливо впливають на шлункову секрецію. Ось чому вміст Cl^- у питній воді не повинен перевищувати 250 (350) мг/дм³. Високу фізіологічну активність має кальцій, він виконує в організмі різноманітні функції, такі як формування кісткової тканини, мінералізація зубів, регуляція внутрішньоклітинних процесів, регуляція процесів нервової провідності та м'язових скорочень, підтримання стабільної серцевої діяльності. Його надлишок в організмі може спричинити артрит, остео дистрофію, остеофіброз, м'язову слабкість та ін. Дефіцит же кальцію є причиною 147 захворювань (остеопороз, тахікардія, аритмія, побіління рук і ніг, ниркова та печінкова коліки, підвищена дратівливість тощо) [3]. Вміст Ca^{2+} у фасованих водах повинен бути ≤ 130 мг/дм³, але за рекомендаціями ВООЗ, оптимальний його вміст визначається в діапазоні 20-80 мг/дм³. Найважливішим внутрішньоклітинним елементом є магній. Нормальний рівень Mg в організмі необхідний для забезпечення багатьох життєво важливих процесів; особливе він зміцнює імунну систему. Надмірна ж кількість Mg спричиняє послаблювальний ефект. А зі зниженням концентрації Mg в крові спостерігаються симптоми збудження нервової системи аж до судом. Зменшення вмісту Mg в організмі призводить до збільшення вмісту Ca , надмірна кількість Mg – до дефіциту Ca і P . Оскільки основна частина Mg потрапляє до організму людини з продуктами харчування, то питання щодо значення концентрації Mg^{2+} в питних водах є дискусійним, але така форма магнію характеризується більш вірогідним ступенем біонакопичення, ніж магній у продуктах харчування. Припускають, що вміст Mg^{2+} в питних водах може бути вирішальним для тих людей, які отримують його в незначних кількостях з продуктами харчування, але в той же час п'ють воду з високим вмістом Mg^{2+} . Виявлено зв'язок між вмістом магнію у воді й серцевому м'язі, у скелетному м'язі й коронарних артеріях [17]. Нормативний вміст Mg^{2+} у фасованих водах

повинен бути ≤ 80 мг/дм³, але за рекомендаціями ВООЗ його оптимальний вміст Mg^{2+} визначається в діапазоні 10-30 мг/дм³. Натрій є життєво важливим міжклітинним та внутрішньоклітинним елементом, який забезпечує необхідну буферність крові, регулює кров'яний тиск, водний обмін, активізує травні ферменти, регулює нервову та м'язову тканини. Із вмістом натрію пов'язують також спроможність тканин утримувати воду. При високій концентрації Na^+ (водночас дефіцит Ca^{2+}) утворюється специфічна лужна фосфатаза, що є біохімічним маркером таких захворювань як остеопороз, остеомаліяція [3]. Вважається, що загальна зміна мінерального складу питної води позначається на здоров'ї людини через багато років, а зниження концентрації Ca^{2+} і Mg^{2+} в питній воді відбивається на самопочутті практично миттєво. Na^+ є санітарно-токсикологічним показником безпечності та якості питної води [1] і його вміст складає ≤ 200 мг/дм³.

Група дослідників з Інституту екології людини та гігієни навколишнього середовища імені А.Н. Сисіна під керівництвом Г.І. Сидоренка і Ю.А. Рахманіна встановила, що демінералізована вода справляє негативний вплив на організм як людини, так і тварин. Вони дійшли висновку, що загальна мінералізація питної води повинна становити не менш 100 мг/дм³ (200-400 мг/дм³ для хлоридно-сульфатних і 250-500 мг/дм³ для гідрокарбонатних вод) з вмістом $HCO_3^- \leq 30$ мг/дм³, $Ca^{2+} \leq 30$ мг/дм³, лужності $\leq 6,5$ ммоль/дм³, $Na^+ \leq 200$ мг/дм³, $B \leq 0,5$ мг/дм³, $Br \leq 0,01$ мг/дм³ [4].

Доведено [5], що питна вода підвищеної мінералізації ($3050 \pm 10,9$ мг/дм³) та жорсткості ($8,6 \pm 1,7$ ммоль/дм³) – фактор високої інтенсивності, який може несприятливо впливати на специфічні функції жіночого організму, а саме на менструальну та дітородну, а також на протікання вагітності і пологів і як слідство на організм новонародженого. Такий якісний склад води може обумовлювати і підвищену гінекологічну захворюваність. Експериментальними дослідженнями було доведено, що вода підвищеної мінералізації має ембріотоксичну дію, що проявляється втратою маси тіла тварин, порушенням регулярності естрального циклу та збільшенням предімплантаційної загибелі яйцеклітини і зниженням маси плоду.

Питна вода з підвищеною мінералізацією впливає на секреторну діяльність шлунку, порушує водно-сольовий баланс, що призводить до різних небажаних фізіологічних відхилень в організмі (перегрів в спекотну погоду, порушення почуття втамування спраги, збільшення гідрофільності тканин, зміна секреції шлунку, посилення його моторної функції і перистальтики кишечника і т. д.). З іншого боку, тривале вживання маломінералізованої води може викликати і несприятливі фізіологічні порушення в організмі (зокрема, зменшення вмісту хлоридів в тканинах і ін.) [6]. Споживання води з занадто малою мінералізацією негативно впливає на механізми гомеостазу, обмін мінеральних речовин і води в організмі (посилюється виділення рідини – діурез). Пов'язано це з вимиванням

внутрішньо- і позаклітинних іонів з біологічних рідин, їх негативним балансом. Слід зазначити, що демінералізована вода має не тільки незадовільні органолептичні показники, а й негативно впливає на організм людини. За можливими наслідки споживання питної води, збідненої мінеральними речовинами, виділяють такі категорії: 1) прямий вплив на слизову оболонку шлунку, метаболізм і гомеостаз мінеральних речовин, інші функції організму; 2) незначне надходження Ca^{2+} і Mg^{2+} ; незначне надходження інших макро- і мікроелементів; втрати Ca^{2+} , Mg^{2+} та інших макроелементів у процесі приготування їжі; 3) можливе зростання надходження в організм токсичних металів.

А.В. Мокієнко [7], проаналізувавши опубліковані роботи, наводить різні точки зору щодо впливу мінералізації води на здоров'я людини. Так, знесолена (наприклад, дистильована) вода негативно впливає на життєдіяльність організмів різних трофічних рівнів (рослин, безхребетних і хребетних тварин), а також функціонування їх клітин. Разом з тим, не можна не враховувати той факт, що сьогодні населення більшості великих міст, зокрема, Санкт-Петербургу, Нью-Йорку, Сієтлу, Бостону, Балтімору, Денверу, Сан-Франциска, чималої кількості міст Сибіру вживають для пиття воду низької або дуже низької мінералізації (30 - 90 мг/дм³). Це підтверджується тим, що навіть при найретельнішому медичному контролі не виявлено будь-якого несприятливого впливу води з вкрай низьким солевмістом на організм людини. Результати експериментальних досліджень по нормуванню сольового вмісту питних вод засвідчили, що до оптимального варіанту можна віднести води з мінералізацією 100 мг/дм³, але слід зазначити: думки щодо мінімального рівня мінералізації питної води лишаються досить суперечливими. Слід зазначити, що тривале вживання питної води з надлишком або дефіцитом основних іонів (складових мінералізації) помітно впливає на здоров'я людини. Показано, що найбільш залежними від гідрохімічного складу питної води є ендемічні хвороби, хвороби кровотворної системи та шлунково-кишкового тракту. Для вод гідрокарбонатного класу оптимальною вважають мінералізацію 400 мг/дм³ з вмістом Ca^{2+} 60 мг/дм³ і Mg^{2+} – 26 мг/ дм³. Вивчення впливу катіонного складу та жорсткості питної води на захворюваність населення злякисними новоутвореннями показало, що загальна жорсткість питної води при вмісті Ca^{2+} 46,3-144,4 мг/ дм³ і Mg^{2+} 43,1-131,1 мг/дм³ безпечно впливає на поширення таких новоутворень. Встановлено також зворотну кореляційну залежність між частотою виникнення злякисних новоутворень і вживанням питної води певної жорсткості.

Середній вміст (мг/дм³) основних іонів в річкових водах в інтервалі мінералізації 0,1-2,0 г/дм³, розрахований В.В. Яковлевим [8] за даними [9, 10], наведений у табл. 1, а середній іонний склад світових підземних вод (ПВ) зони активного водообміну в інтервалі мінералізації 0,1-3,0 г/дм³ згідно [11], показаний у табл. 2.

Таблиця 1 - Середній вміст (мг/дм³) основних іонів в річкових водах в інтервалі мінералізації 0,1-2,0 г/дм³

Іони	Мінералізація, г/дм ³											
	0,1↓	0,2↓	0,3	0,4	0,5↑	0,6↑	0,7↑	0,8↑	0,9↑	1,0↑	1,5↑	2,0↑
HCO ₃ ⁻	48	110	100	110	120	-	-	-	-	-	-	-
SO ₄ ²⁻	12	30	60	100	140	190	250	300	360	420	780	1150
Cl ⁻	5	10	20	30	50	60	80	100	130	140	270	450
Ca ²⁺	20↓	50	70	80↑	100↑	110↑	120↑	140↑	160↑	180↑	260↑	340↑
Mg ²⁺	5↓	15	20	25	25	30	35	40	45	45	70↑	90↑
Na ⁺	10	15	30↑	45↑	65↑	90↑	110↑	140↑	160↑	190↑	330↑	500↑

Таблиця 2 - Середній вміст (мг/дм³) основних іонів в світових підземних водах зони активного водообміну в інтервалі мінералізації 0,1-3,0 г/дм³

Іони	Мінералізація, г/дм ³												
	0,1↓	0,2↓	0,3	0,4	0,5	0,6↑	0,7↑	0,8↑	0,9↑	1,0↑	1,5↑	2,0↑	3,0↑
HCO ₃ ⁻	54,4	124	156	168	185	195	213	228	243	260	338	380	435
SO ₄ ²⁻	9	32	57	70	88	99	130	160	189	215	300	340	345
Cl ⁻	9,9	2,0	15	50	67	87	116	144	171	205	375	600	1155
Ca ²⁺	14↓	28	44	66	90↑	117↑	140↑	160↑	171↑	190↑	255↑	290↑	180↑
Mg ²⁺	3,7↓	8,0↓	13	20	25	33	42	52↑	63↑	65↑	97↑	130↑	105↑
Na ⁺ +K ⁺	9,0	6,0	15	26↑	45↑	69↑	59↑	60↑	63↑	65↑	135↑	280↑	780↑

Збільшення мінералізації вод супроводжується також і зростанням концентрації основних іонів, вміст деяких з яких може перевищувати нормативи для питних вод [1]. Безумовно, як зазначено вище, практично всі основні іони є показниками ФПМС питної води. Але, на жаль, не для всіх іонів, наведених у таблицях 1 і 2, визначений діапазон оптимальних значень. Ось чому нами в цих таблицях напівжирним шрифтом виділені показники ФПМС питної води, значення яких вищі (↑) або нижчі (↓) за норматив [1].

Результати дослідження

За результатами досліджень мінерального складу питних вод Одеської, Миколаївської, Херсонської, Дніпровської, Харківської та Львівської промислово-міських агломерацій (ПМА) [12, 13, 14] визначено, що нормативні значення показників ФПМС, рекомендованих [1], є важливими критеріями оцінки якості питної води, але вони не відображують всю різноманітність хімічних елементів і мінеральних сполук у питних водах; якщо ж окремі хімічні елементи розглядати як санітарно-токсикологічні показники

безпеки та якості питної води, то діапазон їх оптимальних значень не завжди відповідає нормативним значенням показників ФПМС.

Основним джерелом централізованого водопостачання багатьох ПМА є води річок Дністер, Дніпро та Сіверський Донець. Мінералізація цих річкових вод за даними багаторічних спостережень коливається в широкому інтервалі: Дністер (Галич) – 138,1-783,3 мг/дм³, Дністер (Залещики) – 278,5-799,3 мг/дм³, Дністер (Маяки) – 338,3- 596,2 мг/дм³; Верхній Дніпро (Київське водосховище) – 127-374 мг/дм³, Середній Дніпро (Кременчуцьке водосховище) – 182 - 361 мг/дм³, Нижній Дніпро (Каховське водосховище) – 163-335 мг/дм³; Сіверський Донець (Ізюм) – 593-1023,9 мг/дм³, Сіверський Донець (Лисичанськ) – 915,4-1469,8↑ мг/дм³ [15]. Як видно із наведених даних, мінералізація вод річок Дністер і Сіверський Донець в окремих створах вище за норму у 500 мг/дм³, що не може не позначатися на вмісті інших показників ФПМС питної води (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+). Вміст головних іонів у річкових водах України коливається у такому діапазоні (мг/дм³): HCO_3^- – 59,5 - 394,4, Ca^{2+} – 23,6 - 267,6, SO_4^{2-} – 17 - 420,4, Mg^{2+} – 4 - 179; Cl^- – 0 - 1800,9, $Na^+ + K^+$ – 1 - 1220,5, а у ПВ зони активного водообміну України їх вміст становить (мг/дм³): HCO_3^- – 203; Ca^{2+} – 60; SO_4^{2-} – 85; Mg^{2+} – 20; Cl^- – 40; $Na^+ + K^+$ – 34 [8]. Отже, значення головних іонів у водах річок і ПВ зони активного водообміну України не завжди відповідає вимогам ФПМС питних вод.

У питних водах систем централізованого водопостачання окремих ПМА (Одеська, Миколаївська, Дніпровська, Запорізька) величина сухого залишку не перевищує значень відповідних ГДК, а також знаходяться у межах оптимального діапазону. Виняток складають водозабори Харківської ПМА, де значення сухого залишку виходять за межі оптимального діапазону (табл. 3).

За даними 2006-2007 рр., значення сухого залишку у ПВ верхньосарматського водоносного горизонту (ВГ) Одеської ПМА коливалися від 363,6 до 4096,6 мг/дм³ (показники 2006-2007 рр.), а за відомостями 2010-2011 рр. – від 652,2 до 1203 мг/дм³. Але після процесу очищення у б'юветних комплексах діапазон значень сухого залишку істотно зменшував і складав відповідно 21,8-742,0 та 141,0-858,0 мг/дм³ [14]. Можливо, що характер розподілу значень сухого залишку у ПВ багато в чому залежить від складових масиву інформації, тобто від даних по конкретного показника з різних б'юветних комплексів. У зв'язку з цим вочевидь інтерес представляють середні значення сухого залишку до і після очищення в окремих б'юветних комплексах, дані про які наведені у табл. 4.

Таблиця 3 – Середні значення сухого залишку (мг/дм³) питних вод системи централізованого водопостачання окремих промислово-міських агломерацій

Показник	Діапазон значень
Вода із річки Дністер Водопровідна вода, Одеська ПМА (2014-2015 рр.)	<u>371,53 ± 43,4</u> 376,05 ± 36,5
Вода із річки Дніпро Водопровідна вода, Миколаївська ПМА (2005-2014 рр.)	<u>384,0 ± 41,1</u> 300,17 ± 33,2
Кайдацький водозабір, р. Дніпро Кайдацький водозабір, РЧВ Дніпровська ПМА (2015 р.)	<u>241,5 ± 23,2</u> 267,4 ± 24,5
Ломовський водозабір, р. Дніпро Кайдацький водозабір, РЧВ Дніпровська ПМА (2011-2015 р.)	<u>267,8 ± 25,1</u> 282,3 ± 25,6
Водопровідна вода, після ДВС-1, ДВС-2 Запорізька ПМА (2016 р.)	300,7 ± 24,9
Аульський водозабір, р. Дніпро Аульський водозабір, РЧВ Дніпровська ПМА (2015 р.)	<u>250,6 ± 22,4</u> -
Вода із річки Сіверський Донець, Харківська ПМА (2006-2010 рр.)	532,6 ± 33,2
Вода із Червонопавлівського водосховища, Харківська ПМА (2006-2010 рр.)	902,0 ± 44,3
Водопровідна вода, Харківська ПМА (2008 р.)	633,0 ± 37,2

Таблиця 4 – Середні значення сухого залишку у підземних водах із окремих бюветних комплексів Одеської ПМА

№ бювету (кількість проб - n)	Сухий залишок, мг/дм ³	
	до очищення	після очищення
1 (n = 52)	961,49(↑) ± 8,10	344,36 ± 8,60
2 (n = 52)	1115,76(↑) ± 7,44	252,54 ± 9,60
3 (n = 52)	910,22(↑) ± 3,20	386,85 ± 26,44
4 (n = 51)	811,26(↑) ± 7,89	511,29 (↑) ± 28,83
5 (n = 51)	825,30(↑) ± 8,95	249,98 ± 37,12
6 (n = 44)	903,04(↑) ± 13,60	237,87 ± 41,13
7 (n = 51)	957,90(↑) ± 5,02	284,57 ± 22,33
8 (n = 49)	1071,49(↑) ± 9,64	391,86 ± 27,33
9 (n = 52)	1136,51(↑) ± 6,49	417,28 ± 23,87
10 (n = 52)	1118,50(↑) ± 6,14	285,09 ± 19,28
11 (n = 51)	4069,92(↑) ± 6,35	263,73 ± 48,37
12 (n = 51)	1094,05(↑) ± 7,60	253,45 ± 29,04
13 (n = 51)	911,17(↑) ± 2,95	299,88 ± 38,43
14 (n = 48)	909,32(↑) ± 5,29	230,30 ± 23,78
15 (n = 26)	1208,29(↑) ± 4,95	208,04 ± 28,90

Як бачимо з табл. 4, після очищення підземних вод у бюветних комплексах їх мінералізація звичайно знижуються до оптимального значення, однак у той же час істотно знижуються і концентрації Ca^{2+} і Mg^{2+} (відповідно до загальної жорсткості) та ін., що ще провокує розвиток захворювань, зумовлених дефіцитом есенціальних елементів.

Основним джерелом централізованого водопостачання Миколаївської ПМА є поверхневі води р. Дніпро. Значення сухого залишку у воді із річки Дніпро і водопровідній воді Миколаївської ПМА відповідають нормативним вимогам. На території міста експлуатуються також артезіанські свердловини, воду яких використовує для господарсько-питних цілей незначна частина населення. За значенням сухого залишку ПВ окремих районів міста перевищують максимальну норму (1976- 6073 мг/дм³) [14].

Показники сухого залишку в підземних водах верхньосарматського ВГ коливаються від 1026,6 мг/дм³ (вул. Комсомольська, 66-а) до 4815,5 мг/дм³ (вул. Червоноармійська, 2-а), середнє значення ($n = 15$) – 2260,0 мг/дм³, тобто, воно набагато перевищує за максимальну фізіологічну норму (500,0 мг/дм³). Але в окремих свердловинах значення сухого залишку коливається у межах 1026,6-1246,8 мг/дм³, що дещо нижче за норматив, встановлений для питної води з колодязів та каптажів ($\leq 1500,0$ мг/дм³).

Водопостачання Львівської ПМА здійснюється з підземних джерел, які знаходяться на відстані 20-110 км по всій території Львівської області. Одним із основних є ВГ верхньокрейдяних відкладів. Результати аналізу води, що подається в централізовану систему водопостачання Львівської ПМА (за 2011-2012 рр., за даними ЛМКП «Львівводоканал»), показали, що в деяких водозаборах значення сухого залишку в межах 515,49-649,42 мг/дм³, що є вище за нормативні значення цих показників ФПМС. У пробах води, відібраних на насосних станціях («межа міста»), також зафіксовано перевищення нормативних значень сухого залишку (591,07-632,13 мг/дм³) [16].

Висновки

Для питних вод характерні відхилення від діапазону оптимальних значень мінералізації та інших показників збалансованості мінерального складу. Після очищення підземних вод у бюветних комплексах їх мінералізація звичайно знижуються до оптимального значення, але істотно знижуються також і концентрації кальцію, магнію та інших есенціальних елементів. Багаточисельні літературні відомості вказують на зв'язок між рівнем мінералізації (складом) питних вод і станом здоров'я населення. Це особливо актуально в зв'язку з тим, що значна частина поверхневих в підземних джерел питного водопостачання населених міст України не відповідають вимогам фізіологічної повноцінності за мінеральним складом питної води.

Література

1. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДсанПіН 2.2.4-171-10). К., 2010.
2. ДСТУ 7525:2014. «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості». К.: Мінекономрозвитку України, 2014. 25 с.
3. Вступ до медичної геології. У двох томах /за редакцією Г.І. Рудька, О.М. Адаменка. К.: Академпрес, 2010.
4. Обсуждение оптимального минерального состава питьевой воды. URL: <https://geektimes.ru/post/295801/> (дата звернення: 20.01.2018).
5. Штанников Е.В., Сумовская А.Е., Объедкова Г.Ю. Изучение эмбриотоксического и тератогенного действия воды повышенной минерализации. *Гигиена и санитария*. 1985. №9. С. 19-20.
6. Акулов К.И., Буштуева К.А., Гончарук Е.И. и др. Коммунальная гигиена / Под ред. К. И. Акулова, К. А. Буштуевой. М.: Медицина 1986. 608 с.
7. Мокієнко А.В. Мінеральний склад питних та мінеральних вод як фактор впливу на здоров'я населення (огляд літератури). *Вода: Гигиена и Экология*. 2015. № 1-2 (3). С. 173-201.
8. Яковлєв В. В. Перспективні джерела природних вод для питного водопостачання України, їх охорона і раціональне використання: дис. ... докт. геол. наук: 21.06.01 – екологічна безпека/ Харків. нац. ун-т ім. В.Н. Каразіна. Харків, 2017. 351 с.). URL: <http://www.igns.gov.ua/wp-content/uploads/2017/05/Dysertatsiya-Yakovlev-V.V..pdf> (дата звернення: 29.01.2018).
9. Валяшко М. Г. Закономерности формирования месторождения солей. М., 1962. 214 с.
10. Шестопапов В. М., Негода Г. Н., Овчинникова Н. Б. и др. Классификация минеральных вод Украины: монография. К. : Макком, 2003. 121 с.
11. Белоусова А. П. Экологическая гидрогеология : М. : ИКЦ «Академкнига», 2007. 397 с.
12. Сафранов Т.А., Поліщук А.А., Юрченко В.О., Яришкіна Л.О. Оцінка оптимального мінерального складу питних вод систем централізованого водопостачання окремих міських агломерацій України. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2016. №3-4(26). С. 51-61.
13. Safranov T., Husieva K. Balanced Mineral Composition of Drinking Water as an Influence on the Public Health at the Urban Agglomerations of the Northwestern Black Sea Region. *Water Security: Monograph*. Editors; prof. Olena Mitryasova & prof. Chad Staddon. – Mykolaiv: PMBSNU – Bristol: UWE, 2016. PP.192 – 207.
14. Сафранов Т.А., Грабко Н.В., Поліщук А.А., Трохименко Г.Г. Збалансованість мінерального складу питних вод як чинник впливу на здоров'я населення міських агломерацій Північно-Західного Причорномор'я. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2016. № 20. С. 5-17.
15. Справочник по водным ресурсам / под ред. Б. И. Стрельца. Киев : Урожай, 1987. 302 с.
16. Мацієвська О.О. Оцінювання якості питної води м. Львів та дослідження впливу води різної якості на показники крові людини. *Медико-гідрогіохімічні чинники геологічного середовища України: монографія / за ред. проф. Г.І. Рудька. Київ – Чернівці: Букрек, 2015. Розділ 12. С. 495-535.*