

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДОПРОВІДНОЇ ВОДИ ЗА ВМІСТОМ МЕТАЛІВ

І.Л. Башинська
аспірант

Житомирський національний агроєкологічний університет
(Україна, м. Житомир, bashinskaya77@ukr.net)

У статті висвітлено сучасний стан проблеми забезпечення населення м. Житомира доброякісною питною водопровідною водою. Проведено екологічну оцінку якості питної водопровідної води щодо вмісту металів за багаторічний період у відповідності з нормативами ДСанПіНу 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та нормативами Директиви Ради 98/83/ЄС «Про якість води, призначеної для споживання людиною». Встановлено, що питна водопровідна вода мала низький рівень забрудненості металами: кадмієм, хромом, міддю, молібденом, свинцем, цинком, стронцієм та кобальтом. Уміст у питній воді таких металів та елементів, як берилій, ванадій, вісмут, вольфрам, літій, миш'як, олово, срібло, сурма, селен та титан зафіксовано у низьких концентраціях, які не можуть нашкодити здоров'ю та життю людини. Щодо вмісту у питній воді бору та кремнію, перевищень нормативу не встановлено. Рівень забрудненості питної води нікелем характеризувався як низький, залізом — середній. Щодо вмісту ртуті у питній воді, то необхідно проводити додаткові дослідження, оскільки чутливість приладу, який використовувався нами в дослідженні, була вище встановленого нормативу на порядок, що унеможливило зробити необхідні висновки про наявність у питній водопровідній воді концентрацій ртуті та оцінити її безпечність.

Встановлено, що для здоров'я населення м. Житомира основний ризик небезпеки внаслідок споживання питної водопровідної води полягає у її високій токсичності, що зумовлено надвисоким рівнем забрудненості залишковим алюмінієм та марганцем. Високий рівень забрудненості алюмінієм зумовлено використанням у технології водопідготовки високих доз реагентів — алюмінієвмісних коагулянтів; марганцем — низькою якістю води у джерелі питного водопостачання, що впродовж 2004–2017 рр. спостереження, за середнім умістом органічних речовин та марганцю, відповідала 2–3 класу якості води згідно з класифікацією ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги до якості та правила вибирання», а за максимальним умістом — 4 класу.

Розглянуто можливі наслідки споживання забрудненої питної води токсичними металами для здоров'я людини та запропоновано методи і технології очищення води, які нададуть змогу мінімізувати вміст шкідливих токсичних елементів та металів.

Ключові слова: якість питної води, проба, важкі метали, токсичність, рівень забрудненості, норматив.

Постановка проблеми. Щоб життя людини на Землі було повноцінним та тривало якомога довше, необхідно всі можливі чинники впливу на його якість довести до позитивного рівня. Серед таких чинників стан об'єктів навколишнього природного середовища, оскільки тривалість життя людини залежить від безпеки проживання, забезпечення екологічно чистими продуктами харчування, безпечною питною водою, чистим повітрям тощо. Одним з першочергових завдань людства є якомога триваліше збереження водних екосистем у їх первісному стані, оскільки розвиток урбанізованих територій, який супроводжується техногенним розвитком промислових та сільськогосподарських підприємств, транспорту та інфраструктури, чинить негативний вплив на

водні об'єкти, а саме, відбувається інтенсивне хімічне забруднення довкілля токсичними сполуками та важкими металами, які відносяться до групи дуже небезпечних забруднювачів (кадмій, залізо, кобальт, нікель, марганець, хром, ртуть, молібден та інші), атомарна маса яких становить 45 і більше атомарних одиниць за таблицею Д.І. Менделєєва.

Більшість токсичних сполук та металів проявляють мутагенну і канцерогенну дію на організм людини, репродуктивну та ембріотоксичність, що зрештою призводить до погіршення здоров'я та зменшення тривалості її життя. Негативний вплив мікроелементів має здатність посилюватися, якщо в процесі взаємодії токсичних сполук з середовищем вони або надто повільно, або зовсім не розчиняються у

ньому внаслідок якихось природних процесів (наприклад, гідролізу). Такий процес є характерним для взаємодії металів з водою. Зауважимо, що внаслідок процесів взаємодії можуть утворюватися ще токсичніші сполуки [1].

Вода — це унікальна та найбільш розповсюджена речовина, без якої в організмі людини не відбувається жоден біохімічний процес обміну речовин та енергії. Вода входить до складу крові, лімфи та тканинної рідини. Вона бере участь у всіх життєво важливих для організму процесах: всмоктуванні, гідролізі, синтезі, окисленні тощо. Тому відповідність питної води санітарно-гігієнічним та епідеміологічним нормативам є запорукою екологічної безпеки, здоров'я та благополуччя населення планети.

Екологічна оцінка якості питної водопровідної води за вмістом металів є важливою складовою комплексного аналізу впливу об'єктів навколишнього природного середовища на стан здоров'я населення, оскільки найрозповсюдженішим шляхом потрапляння важких токсичних мікроелементів у організм людини

є споживання сирової питної води та продуктів харчування. Але існують і інші шляхи потрапляння металів до організму людини, зокрема, через шкіру внаслідок поглинання, інгаляційний шлях унаслідок вдихання тощо.

Уміст важких металів у питній воді у незначних концентраціях можна розглядати як чинник малої інтенсивності, оскільки їх дія може проявитися тільки за умов тривалого впливу на організм (у процесі споживання води, приймання водних процедур) унаслідок їх накопичення, що своєю чергою може призвести до розвитку хронічних захворювань. Споживання питної води за наявності в ній значних концентрацій токсичних мікроелементів може зумовлювати масові хронічні та гострі отруєння [2]. У табл. 1. наведено інформацію про вплив деяких токсичних металів на організм людини [1, 3, 4].

Розширений перелік речовин та сполук, вплив яких на здоров'я людини визначено на основі результатів досліджень, проведених у лабораторіях світу, встановлено у настанові ВООЗ [5].

Таблиця 1

Вплив на здоров'я людини вмісту різних концентрацій токсичних мікроелементів у питній воді

№	Назва мікроелемента	Норматив ДСанПіНу 2.2.4-171-10	Добова потреба, г	Нестача	Надлишок
1	Залишковий алюміній (Al)	$\leq 0,2 (0,5)^2$	$0,3 \times 10^{-4} - 0,5 \times 10^{-4}$		Нейротоксична дія, хвороба Альцгеймера (різновид передчасного старіння), головні болі, захворювання нирок, печінки, анемія, коліти, підвищена збудженість
2	Залізо загальне (Fe)	$\leq 0,2 (1,0)^1$	0,01–0,02	Анемія	Атеросклероз, алергічні реакції, хвороби крові та печінки
3	Марганець (Mn)	$\leq 0,05 (0,5)^1$	0,005–0,007	Цукровий діабет, затримка швидкості росту, порушення ліпідного обміну, ускладнення репродукційних функцій, уповільнення окостеніння кістяка	Атеросклероз, анемія, порушення статевих функцій, ураження ЦНС, цироз печінки, рак стравоходу та шлунку
4	Мідь (Cu)	$\leq 1,0$	0,002–0,003	Анемія, атеросклероз, порушення процесів утворення кісток, гіперхолістеринемія	Наявність уроджених захворювань, зміни водно-сольового і білкового обміну, окисно-відновлюваних реакцій, перебігу вагітності, агресивність, виразка 12-палої кишки
5	Молибден (Mo)	$\leq 0,07$	0,00015–0,0003		Молибденовий токсикоз, подагра, підвищення рівня білірубину у крові

№	Назва мікроелемента	Норматив ДСанПіНу 2.2.4-171-10	Добова потреба, г	Нестача	Надлишок
6	Нікель (Ni)	0,02	$0,3 \times 10^{-4}$ – $0,6 \times 10^{-4}$	Атеросклероз	Ураження серця, печінки, органів зору, кератит (запалення рогівки ока)
7	Свинець (Pb)	$\leq 0,01$	$0,01 \times 10^{-4}$ – $0,02 \times 10^{-4}$		Порушення синтезу гемоглобіну, захворювання дихальних шляхів, ураження ЦНС, печінки, нирок, статевих залоз, органів кровообігу, спричиняє авітаміноз С та В
8	Цинк (Zn)	$\leq 1,0$	0,005 — (діти) 0,025 — (дорослі)	Епідемічний зуб, агресивність, уповільнення зростання, анемія, випадіння волосся, ураження шкіри	Ішемічна хвороба, ураження серцево — судинної системи, канцерогенна дія
9	Стронцій (Sr)	$\leq 7,0$	0,001		Функціональні зміни печінки, стронцієвий рахіт, уривська хвороба (захворювання суглобів з порушенням росту та окостеніння)
10	Кадмій (Cd)	$\leq 0,001$	$0,1 \times 10^{-5}$ – $0,5 \times 10^{-5}$		Хвороба «ітай-ітай», захворювання кісток та суглобів, ниркові, онкологічні захворювання, порушення перебігу вагітності, мертвонародження, пошкодження кісткової тканини, анемія, гастрит, хвороба нирок та статевих залоз
11	Кобальт (Co)	$\leq 0,1$	$0,2 \times 10^{-4}$ – $0,5 \times 10^{-4}$	Захворювання системи крові, зміна морфологічного складу крові, пригнічення імунних та окисно-відновних реакцій, порушення обміну вітаміну В12	Порушення функціонального стану ЦНС та щитоподібної залози
12	Хром (Cr)	$\leq 0,05$	0,0002– 0,00025	Цукровий діабет	Порушення функцій печінки та нирок, алергічні, мутагенні та канцерогенні дії, шкіряні хвороби, сухість та біль у ротовій порожнині, слабкість

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Загальновідомо, що забрудненість навколишнього природного середовища токсичними сполуками негативно впливає на життя і здоров'я людини, до того ж є найактуальнішою проблемою людства, тому дослідженнями у сфері впливу на людський організм металів і токсичних елементів, що містяться у питній

воді, та наслідками такого впливу займаються дедалі більше вчених та співробітників різних наукових закладів.

У практичній роботі О.Ф. Мисник та А.О. Литвиненко [6] доводять, що забруднення питної води солями важких металів може мати незворотні наслідки для здоров'я людини, спричиняючи порушення функцій багатьох

систем організму (нервової, імунної, серцево-судинної тощо).

В інших публікаціях [3, 7] наведено результати, які стосуються токсичної дії концентрацій важких металів на живі організми, у т.ч. і на людський.

Дослідженнями І.А. Ширяєвої та К.В. Попової [8] встановлено, що навіть наявність середньорічного вмісту важких металів у питній воді в межах встановлених нормативів може призвести до неприпустимого канцерогенного ризику для здоров'я людини за її споживання.

Метою дослідження була екологічна оцінка якості питної водопровідної води, яка виробляється на водопровідних спорудах комунального підприємства КП «Житомирводоканал» щодо вмісту таких важких металів, як алюміній, залізо, марганець, мідь, молібден, свинець, цинк, стронцій, кадмій, нікель, кобальт та хром за багаторічний період.

Матеріали та методи. Для досягнення поставленої мети були виконані такі завдання:

- проаналізовано стан питної води за вмістом важких металів у спосіб порівняння статистичних даних якості питної води за токсикологічними показниками металів із нормативами ДСанПіНу 2.2.4-171-10 [9];

- встановлено рівень забрудненості питної води важкими металами;

- визначено загальну кількість відібраних проб питної води у розрізі певних мікроелементів, проб із перевищенням нормативів та визначено питому вагу проб води із перевищеннями нормативів;

- визначено методи чи заходи для покращення очищення питної води від забруднення металами.

Досліджуваний період становить 13 років (2005–2017), упродовж якого було відібрано та досліджено зразки питної води на вміст: алюмінію — 3217 проб, заліза — 3244 проби, марганцю — 1945 проб, на вміст інших важких металів — від 84 до 156 проб залежно від мікроелемента.

Відбір проб питної води з резервуарів для визначення вмісту важких металів (кадмію, кобальту, міді, молібдену, нікелю, свинцю, стронцію, хрому та цинку) здійснювали один раз на місяць (у разі повного аналізу відбір проб питної води для визначення алюмінію, заліза та марганцю здійснювали щоденно). Показники якості води визначали за загальноприйнятими методиками: залишковий алюміній — за ГОСТ 18165-89; залізо загальне — за ГОСТ 4011-72; важкі метали — за «Методикою виконання вимірювань масової концентрації алюмінію, заліза, кадмію, кобальту, марганцю, міді, молібдену, нікелю, свинцю, стронцію, хрому та

цинку у питній воді» на атомно-абсорбційному спектрофотометрі «Сатурн-3-П1» з використанням електротермічної атомізації, а також ДСТУ ISO 11885:2005 «Якість води. Визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою». Статистичні дані оброблено з обчисленням за кожний рік мінімального (min), максимального (max) та середнього значення ($M \pm m$) концентрацій металів з використанням пакета прикладних програм Microsoft Excel. Також обчислено питому вагу проб з перевищенням нормативних значень показників якості питної води. Екологічну оцінку якості питної води проводили шляхом порівняння фактичних даних із нормативами ДСанПіНу 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» та нормативами Директиви Ради 98/83/ЄС «Про якість води, призначеної для споживання людиною» [10]. Всі дослідження проводили в контрольно-вимірвальній лабораторії за додержанням санітарно-гігієнічних норм водопостачання КП «Житомирводоканал».

Викладення основного матеріалу дослідження. Основними і єдиними джерелами централізованого питного водопостачання м. Житомира є поверхневі водосховища «Відсічне» та «Денеші». Їх побудовано послідовно, один за одним у руслі маловодної р. Тетерів з використанням гідротехнічних споруд. Забір та підйом води для забезпечення господарсько-побутових потреб міста відбувається з водосховища «Відсічне».

Якість питної водопровідної води безпосередньо залежить від стану поверхневої води у джерелі водопостачання. Зауважимо, що якість води у джерелі-водосховищі «Відсічне» погіршується з кожним роком. Це зумовлено, як змінами кліматичних умов, так і наявністю гідротехнічних споруд, без яких, на жаль, неможливо накопичити необхідний запас води. Альтернативних джерел централізованого питного водопостачання міста не існує, оскільки вся джерельна та артезіанська вода у його межах і прилеглих територій має дуже високий вміст заліза, марганцю або радону.

На основі отриманих багаторічних статистичних даних щодо якості питної водопровідної води на вміст важких металів була проведена санітарно-гігієнічна оцінка відповідності питної води вимогам ДСанПіНу 2.2.4-171-10 (Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»). Середньорічний вміст важких металів у питній водопровідній воді за 2005–2017рр., максимальні та мінімальні значення цього показника наведено в табл. 2.

Середньорічний уміст металів у питній водопровідній воді м. Житомира за період 2005–2017 рр.*

№	Назва мікроелемента	Одиниці вимірювання	Норматив ДСанПіну 2.2.4-171-10	Роки досліджень				
				2005	2006	2007	2008	2009
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Залишковий алюміній (Al)	мг/дм ³	$\leq 0,2(0,5)^2$	$\frac{0,32 \pm 0,14}{0,04 - 0,5}$	$\frac{0,27 \pm 0,16}{0,04 - 0,5}$	$\frac{0,17 \pm 0,08}{0,04 - 0,48}$	$\frac{0,29 \pm 0,13}{0,04 - 0,6}$	$\frac{0,19 \pm 0,1}{0,04 - 0,4}$
2	Залізо загальне (Fe)	мг/дм ³	$\leq 0,2(1,0)^1$	$\frac{0,144 \pm 0,047}{0,1 - 0,28}$	$\frac{0,146 \pm 0,046}{0,1 - 0,29}$	$\frac{0,113 \pm 0,024}{0,1 - 0,24}$	$\frac{0,133 \pm 0,041}{0,1 - 0,29}$	$\frac{0,121 \pm 0,033}{0,1 - 0,23}$
3	Марганець (Mn)	мг/дм ³	$\leq 0,05(0,5)^1$	$\frac{0,091 \pm 0,121}{0,012 - 0,88}$	$\frac{0,076 \pm 0,087}{0,01 - 0,52}$	$\frac{0,026 \pm 0,022}{0,002 - 0,136}$	$\frac{0,06 \pm 0,08}{0,002 - 0,442}$	$\frac{0,068 \pm 0,071}{0,001 - 0,354}$
4	Мідь (Cu)	мг/дм ³	$\leq 1,0$	$\frac{0,002 \pm 0,001}{0,001 - 0,004}$	$\frac{0,0022 \pm 0,0002}{0,001 - 0,003}$	$\frac{0,0025 \pm 0,0014}{0,001 - 0,006}$	$\frac{0,0029 \pm 0,0013}{0,001 - 0,005}$	$\frac{0,0027 \pm 0,0021}{0,001 - 0,008}$
5	Молібден (Mo)	мг/дм ³	$\leq 0,07$	$\frac{0,0045 \pm 0,003}{0,001 - 0,013}$	$\frac{0,0072 \pm 0,006}{0,002 - 0,018}$	$\frac{0,011 \pm 0,007}{0,003 - 0,028}$	$\frac{0,01 \pm 0,006}{0,002 - 0,02}$	$\frac{0,011 \pm 0,006}{0,002 - 0,024}$
6	Свинець (Pb)	мг/дм ³	$\leq 0,01$	$\frac{0,0019 \pm 0,0005}{0,001 - 0,0028}$	$\frac{0,002 \pm 0,0016}{0,001 - 0,007}$	$\frac{0,0022 \pm 0,0009}{0,001 - 0,004}$	$\frac{0,0014 \pm 0,0007}{0,0009 - 0,003}$	$\frac{0,0016 \pm 0,0008}{0,001 - 0,003}$
7	Цинк (Zn)	мг/дм ³	$\leq 1,0$	$\frac{0,019 \pm 0,0064}{0,011 - 0,032}$	$\frac{0,025 \pm 0,0034}{0,019 - 0,031}$	$\frac{0,043 \pm 0,061}{0,011 - 0,212}$	$\frac{0,043 \pm 0,054}{0,014 - 0,212}$	$\frac{0,027 \pm 0,013}{0,009 - 0,051}$
8	Стронцій (Sr)	мг/дм ³	$\leq 7,0$	$\frac{0,227 \pm 0,11}{0,1 - 0,398}$	$\frac{0,160 \pm 0,074}{0,093 - 0,365}$	$\frac{0,152 \pm 0,053}{0,09 - 0,265}$	$\frac{0,158 \pm 0,061}{0,093 - 0,33}$	$\frac{0,143 \pm 0,069}{0,089 - 0,345}$
9	Кадмій (Cd)	мг/дм ³	$\leq 0,001$	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
10	Нікель (Ni)	мг/дм ³	0,02	$\frac{0,0065 \pm 0,0025}{0,003 - 0,01}$	$\frac{0,0297 \pm 0,011}{0,035 - 0,05}$	$\frac{0,013 \pm 0,007}{0,006 - 0,029}$	$\frac{0,013 \pm 0,006}{0,0016 - 0,025}$	$\frac{0,0082 \pm 0,004}{0,004 - 0,016}$
11	Кобальт (Co)	мг/дм ³	$\leq 0,1$	не визнач.	не визнач.	не визнач.	не визнач.	не визнач.
12	Хром (Cr)	мг/дм ³	$\leq 0,05$	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Продовження таблиці 2

№	Назва мікроелемента	Одиниці вимірювання	Норматив ДСанПіНу 2.2.4-171-10	Роки досліджень				
				2010	2011	2012	2013	2014
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Залишковий алюміній (Al)	мг/дм ³	$\leq 0,2(0,5)^2$	$\frac{0,19 \pm 0,1}{0,04 - 0,4}$	$\frac{0,199 \pm 0,089}{0,04 - 0,46}$	$\frac{0,27 \pm 0,078}{0,04 - 0,6}$	$\frac{0,4 \pm 0,069}{0,24 - 0,5}$	$\frac{0,476 \pm 0,249}{0,11 - 1,56}$
2	Залізо загальне (Fe)	мг/дм ³	$\leq 0,2(1,0)^1$	$\frac{0,173 \pm 0,044}{0,1 - 0,3}$	$\frac{0,142 \pm 0,052}{0,09 - 0,26}$	$\frac{0,102 \pm 0,007}{0,1 - 0,16}$	$\frac{0,132 \pm 0,057}{0,1 - 0,3}$	$\frac{0,151 \pm 0,056}{0,1 - 0,29}$
3	Марганець (Mn)	мг/дм ³	$\leq 0,05(0,5)^1$	$\frac{0,179 \pm 0,231}{0,016 - 1,231}$	$\frac{0,082 \pm 0,078}{0,003 - 0,522}$	$\frac{0,055 \pm 0,052}{0,001 - 0,34}$	$\frac{0,052 \pm 0,041}{0,007 - 0,343}$	$\frac{0,054 \pm 0,041}{0,002 - 0,27}$
4	Мідь (Cu)	мг/дм ³	$\leq 1,0$	$\frac{0,0019 \pm 0,001}{0,001 - 0,004}$	$\frac{0,0029 \pm 0,0021}{0,001 - 0,007}$	$\frac{0,0017 \pm 0,0011}{0,001 - 0,004}$	$\frac{0,0016 \pm 0,0015}{0,001 - 0,006}$	$\frac{0,0014 \pm 0,0007}{0,001 - 0,003}$
5	Молібден (Mo)	мг/дм ³	$\leq 0,07$	$\frac{0,0023 \pm 0,001}{0,001 - 0,005}$	$\frac{0,0055 \pm 0,004}{0,001 - 0,012}$	$\frac{0,0089 \pm 0,006}{0,002 - 0,024}$	$\frac{0,014 \pm 0,01}{0,002 - 0,03}$	$\frac{0,011 \pm 0,0088}{0,003 - 0,034}$
6	Свинець (Pb)	мг/дм ³	$\leq 0,01$	$\frac{0,0016 \pm 0,001}{0,001 - 0,005}$	$\frac{0,0017 \pm 0,0003}{0,001 - 0,005}$	$\frac{0,0011 \pm 0,0003}{0,001 - 0,002}$	$\frac{0,0014 \pm 0,0008}{0,001 - 0,003}$	$\frac{0,0012 \pm 0,0006}{0,001 - 0,003}$
7	Цинк (Zn)	мг/дм ³	$\leq 1,0$	$\frac{0,033 \pm 0,017}{0,014 - 0,064}$	$\frac{0,031 \pm 0,02}{0,014 - 0,075}$	$\frac{0,022 \pm 0,012}{0,003 - 0,036}$	$\frac{0,018 \pm 0,01}{0,006 - 0,036}$	$\frac{0,015 \pm 0,01}{0,004 - 0,034}$
8	Стронцій (Sr)	мг/дм ³	$\leq 7,0$	$\frac{0,131 \pm 0,05}{0,043 - 0,231}$	$\frac{0,124 \pm 0,047}{0,057 - 0,179}$	$\frac{0,101 \pm 0,03}{0,052 - 0,166}$	$\frac{0,105 \pm 0,041}{0,042 - 0,163}$	$\frac{0,168 \pm 0,055}{0,099 - 0,282}$
9	Кадмій (Cd)	мг/дм ³	$\leq 0,001$	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
10	Нікель (Ni)	мг/дм ³	0,02	$\frac{0,018 \pm 0,015}{0,003 - 0,051}$	$\frac{0,014 \pm 0,009}{0,003 - 0,03}$	$\frac{0,012 \pm 0,009}{0,004 - 0,038}$	$\frac{0,005 \pm 0,005}{0,001 - 0,015}$	$\frac{0,006 \pm 0,005}{0,001 - 0,016}$
11	Кобальт (Co)	мг/дм ³	$\leq 0,1$	$\frac{0,008 \pm 0,002}{0,006 - 0,009}$	$\frac{0,0098 \pm 0,006}{0,003 - 0,025}$	$\frac{0,0048 \pm 0,004}{0,001 - 0,011}$	$\frac{0,0091 \pm 0,0058}{0,001 - 0,015}$	$\frac{0,0017 \pm 0,001}{0,001 - 0,004}$
12	Хром (Cr)	мг/дм ³	$\leq 0,05$	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Продовження таблиці 2

№	Назва елемента	Одиниці вимірювання	Норматив ДСанПіну 2.2.4-171-10	Роки досліджень			
				2015	2016	2017	2005-2017
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Залишковий алюміній (Al)	мг/дм ³	$\leq 0,2(0,5)^2$	$\frac{0,21 \pm 0,11}{0,01 - 0,6}$	$\frac{0,298 \pm 0,076}{0,1 - 0,48}$	$\frac{0,22 \pm 0,093}{0,033 - 0,44}$	$\frac{0,27 \pm 0,15}{0,01 - 1,56}$
2	Залізо загальне (Fe)	мг/дм ³	$\leq 0,2(1,0)^1$	$\frac{0,1 \pm 0,009}{0,08 - 0,22}$	$\frac{0,103 \pm 0,01}{0,1 - 0,17}$	$\frac{0,103 \pm 0,01}{0,1 - 0,15}$	$\frac{0,128 \pm 0,044}{0,08 - 0,3}$
3	Марганець (Mn)	мг/дм ³	$\leq 0,05(0,5)^1$	$\frac{0,03 \pm 0,022}{0,001 - 0,146}$	$\frac{0,141 \pm 0,281}{0,002 - 1,237}$	$\frac{0,068 \pm 0,123}{0,006 - 0,783}$	$\frac{0,075 \pm 0,123}{0,001 - 1,237}$
4	Мідь (Cu)	мг/дм ³	$\leq 1,0$	$\frac{0,0014 \pm 0,0007}{0,001 - 0,003}$	$\frac{0,0017 \pm 0,0009}{0,001 - 0,003}$	$\frac{0,0018 \pm 0,0013}{0,001 - 0,005}$	$\frac{0,0021 \pm 0,0001}{0,001 - 0,008}$
5	Молібден (Mo)	мг/дм ³	$\leq 0,07$	$\frac{0,011 \pm 0,009}{0,001 - 0,032}$	$\frac{0,011 \pm 0,0089}{0,002 - 0,034}$	$\frac{0,0035 \pm 0,003}{0,001 - 0,009}$	$\frac{0,0086 \pm 0,0073}{0,001 - 0,034}$
6	Свинець (Pb)	мг/дм ³	$\leq 0,01$	$\frac{0,001}{0,001}$	$\frac{0,001}{0,001}$	$\frac{0,001}{0,001}$	$\frac{0,0014 \pm 0,0009}{0,0009 - 0,007}$
7	Цинк (Zn)	мг/дм ³	$\leq 1,0$	$\frac{0,023 \pm 0,013}{0,003 - 0,046}$	$\frac{0,028 \pm 0,02}{0,009 - 0,078}$	$\frac{0,017 \pm 0,015}{0,002 - 0,046}$	$\frac{0,0268 \pm 0,0264}{0,002 - 0,212}$
8	Стронцій (Sr)	мг/дм ³	$\leq 7,0$	$\frac{0,182 \pm 0,058}{0,125 - 0,28}$	$\frac{0,156 \pm 0,078}{0,07 - 0,281}$	$\frac{0,25 \pm 0,128}{0,104 - 0,527}$	$\frac{0,158 \pm 0,079}{0,042 - 0,527}$
9	Кадмій (Cd)	мг/дм ³	$\leq 0,001$	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
10	Нікель (Ni)	мг/дм ³	0,02	$\frac{0,007 \pm 0,004}{0,002 - 0,015}$	$\frac{0,0048 \pm 0,003}{0,001 - 0,01}$	$\frac{0,0037 \pm 0,002}{0,001 - 0,008}$	$\frac{0,011 \pm 0,01}{0,001 - 0,051}$
11	Кобальт (Co)	мг/дм ³	$\leq 0,1$	$\frac{0,0046 \pm 0,0028}{0,001 - 0,01}$	$\frac{0,0082 \pm 0,007}{0,001 - 0,024}$	$\frac{0,0028 \pm 0,0022}{0,001 - 0,007}$	$\frac{0,006 \pm 0,005}{0,001 - 0,025}$
12	Хром (Cr)	мг/дм ³	$\leq 0,05$	0,001	0,001	0,001	0,001

* — у чисельнику — середнє значення \pm станд. відхилення (M \pm m), у знаменнику (m) та мінімальне (min) та максимальне (max) значення.

** — Норматив, наведений у дужках, установлюється для питної води, обробленої реагентами, що містять алюміній

*** — Норматив, наведений у дужках, має право використовувати підприємство питного водопостачання до 1 січня 2020 р. за певних винятків, пов'язаних з особливими природними умовами та технологією підготовки питної води, що не дає можливості довести якість питної води до необхідного нормативу, про це повинно бути вказано у технологічному регламенті або іншому документі з описом технологічного процесу виробництва питної води.

Динаміку зміни середньорічного вмісту важких металів у питній воді за роками наведено на рис. 1 та 2.

Встановлено, що впродовж досліджуваного періоду концентрація таких металів, як кадмій і хром не змінювалася, була стабільною і становила 0,0001 та 0,01 мг/дм³ відповідно, що не перевищувало норматив.

Середні багаторічні дані щодо концентрацій таких важких металів, як мідь, молібден, цинк, стронцій і кобальт не перевищували встановлених нормативів, і їх значення впродовж періоду спостережень становили (мг/дм³): мідь — 0,0021±0,0001, молібден — 0,0086±0,0073, свинець — 0,0014±0,0009, цинк — 0,0268±0,0264, стронцій — 0,158±0,079, кобальт — 0,006±0,005.

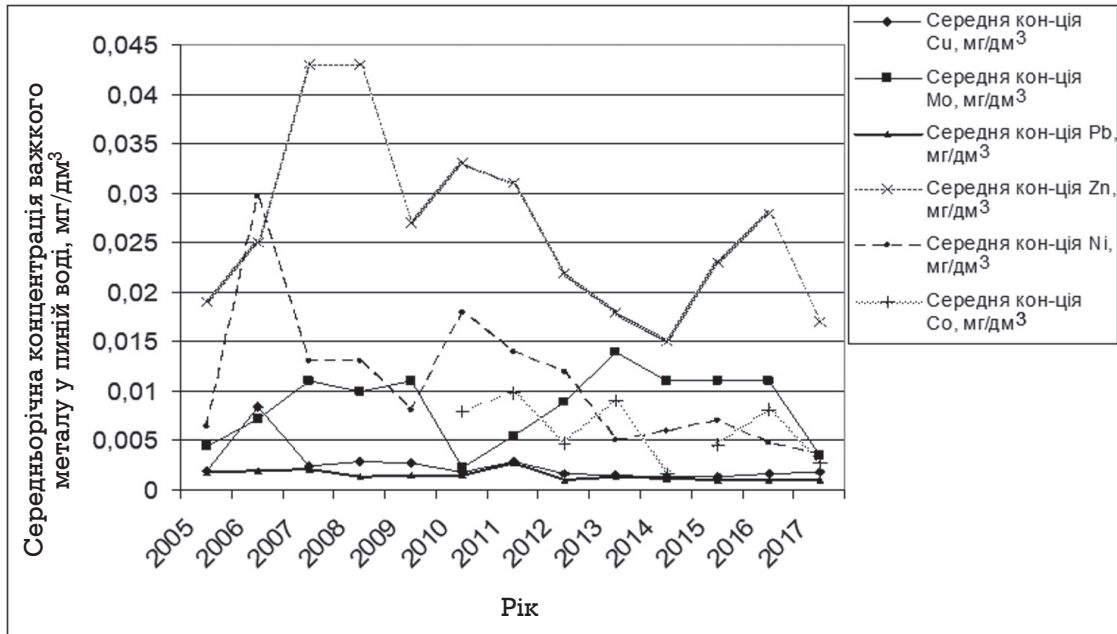


Рис. 1. Середньорічні показники концентрації важких металів у питній водопровідній воді

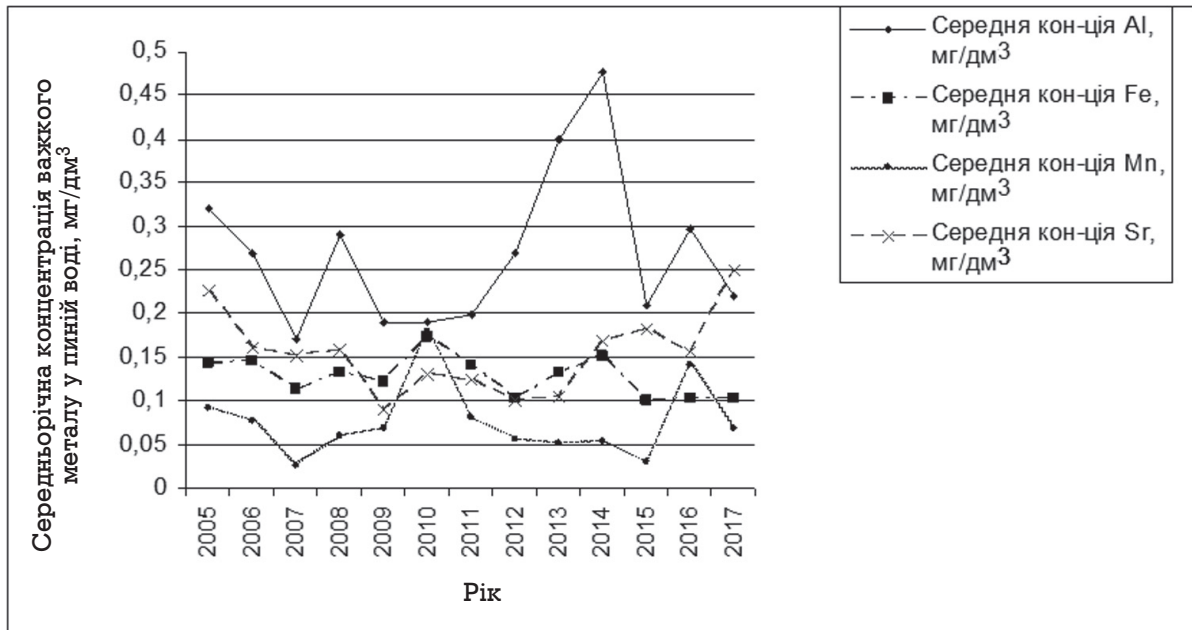


Рис. 2. Середньорічні показники концентрації важких металів у питній водопровідній воді

Зафіксовано лише одноразове перевищення вмісту свинцю у червні 2011 р., коли максимальне значення становило $0,013 \text{ мг/дм}^3$, що в 1,3 раза вище за норматив. Таке одноразове перевищення концентрації свинцю не властиво для якості питної води, оскільки впродовж досліджуваного періоду подібних проявів більше не спостерігалось, тому це значення до уваги ми не брали. Отримана нами інформація щодо вмісту досліджуваних важких металів у питній воді вказує на низький рівень її забрудненості.

Щодо токсикологічного показника нікелю (Ni), то впродовж періоду дослідження його значення варіювало у межах $0,001\text{--}0,051 \text{ мг/дм}^3$. Середній багаторічний уміст мікроелемента у питній воді був на рівні $0,011 \pm 0,01 \text{ мг/дм}^3$, а у 2006 р. зафіксовано перевищення відповідного нормативу у 1,5 раза (середньорічне значення становило $0,0297 \text{ мг/дм}^3$). У всі інші роки значення середньорічних показників нікелю не перевищувало встановлений норматив — $0,02 \text{ мг/дм}^3$, але максимальні значення у 2006, 2007, 2008, 2010, 2011 та 2012 роках становили $0,05$, $0,029$, $0,025$, $0,051$, $0,03$ та $0,038 \text{ мг/дм}^3$, що вище за норматив у 2,5, 1,5, 1,3, 2,6, 1,5 та 1,9 раза відповідно. Як відомо, хронічна інтоксикація організму Ni спричиняє руйнування серцевої та інших тканин, що зумовлено блокуванням ферментів та взаємодією нікелю з нуклеїновими кислотами [3]. Останні п'ять років рівень вмісту Ni не перевищував нормативного значення, тому можна стверджувати про низький рівень забрудненості питної води цим мікроелементом.

Уміст у питній воді заліза (Fe) впродовж 2005–2017 рр. варіював у межах $0,08\text{--}0,3 \text{ мг/дм}^3$. Рівень загрози здоров'ю людини від перевищення рівня Fe у питній воді достеменно не вивчено, але існує думка, що вода із вмістом Fe понад $0,2 \text{ мг/дм}^3$ може спричинити різні алергічні реакції та зміни складу крові. Залізо може нагромаджуватися у печінці, що шкідливо впливає на її клітини та, зрештою, призводить до їх руйнування. У ДСанПіНі 2.2.4-171-10 щодо заліза вказано два нормативи — $\leq 0,2$ (1,0). Норматив, наведений у дужках, підприємство водопостачання має право використовувати до 01.01.2020 р., якщо на це є необхідність. Але це не зменшує шкідливості присутнього у питній воді Fe, про що йшлося вище. До того ж у вже згаданій Директиві [10] норматив для Fe становить теж $0,2 \text{ мг/дм}^3$. Тому для аналізу ми орієнтувалися саме на нього. Середньорічні значення вмісту Fe у питній водопровідній воді за весь період дослідження не перевищували відповідного нормативу, а середній багаторічний уміст металу був на рівні $0,128 \pm 0,044 \text{ мг/дм}^3$. Але

максимальні його значення були вищими за $0,2 \text{ мг/дм}^3$ упродовж тривалого часу (2005–2011 та 2013–2014 рр.). Результати наших досліджень дають підстави констатувати, що забрудненість питної води Fe є середнім.

Сполуки залишкового алюмінію (Al) потрапляють у питну водопровідну воду внаслідок очищення її на водопровідних спорудах за допомогою алюмінієвмісних реагентів — коагулянтів. Чим більша доза коагулянту в недосконалій і неефективній технології водопідготовки, тим більше Al металу потрапляє до питної води на виході з очисних водопровідних споруд. Рівень вмісту Al підлягає жорсткому лабораторному контролю і має проводитися щодня. Впродовж тривалого часу вміст Al у питній воді не викликав занепокоєння, поки не було встановлено, що він є сильним нейротоксикантом. Алюміній, потрапивши в організм людини, затримується в тканинах та коагулює, чим спричиняє їх руйнування, також він витісняє з кісток людини необхідний для їх міцності кальцій. Слід наголосити, що Al не виводиться з організму, а нагромаджується і може спричинити неврологічні зміни (хвороба Паркінсона інші захворювання) та негативні наслідки для здоров'я людини в (табл. 1). Хоча токсичність Al і не настільки сильна, щоб призвести до гострого отруєння, але за довготривалого вживання питної води із значним умістом цього елемента може перейти у хронічну, що зрештою також позначиться на здоров'ї людини. Токсична дія на організм може проявлятися і внаслідок водних процедур забрудненою Al водою через поверхню шкіри [11]. Тому, Al взагалі не повинно бути у питній воді, а норматив щодо цього елемента має дорівнювати 0.

У ДСанПіНі 2.2.4-171-10 для показника Al вказано два нормативи — $\leq 0,2$ (0,5). Норматив, що вказаний у дужках, встановлюється для підприємства водопостачання, які використовують в технології водопідготовки реагенти, що містять цей метал. Але ВООЗ у своїй настанові [12] норматив $0,2 \text{ мг/дм}^3$ допускає тільки для невеликих підприємств водопостачання. Зауважимо, що загалом для водопостачальних підприємств ВООЗ рекомендує норматив для Al — $0,1 \text{ мг/дм}^3$, з огляду на його нейротоксичну дію. Натомість у згаданій Директиві [10] норматив щодо Al також встановлено на рівні $0,2 \text{ мг/дм}^3$. У своєму дослідженні для екологічної оцінки питної води ми також орієнтувалися на норматив $0,2 \text{ мг/дм}^3$ (рис. 3).

Так, упродовж всього періоду дослідження спостерігався підвищений уміст Al у питній водопровідній воді. Концентрація Al варіювала у межах $0,01\text{--}1,56 \text{ мг/дм}^3$. Середньорічні показники концентрації Al стабільно перевищували

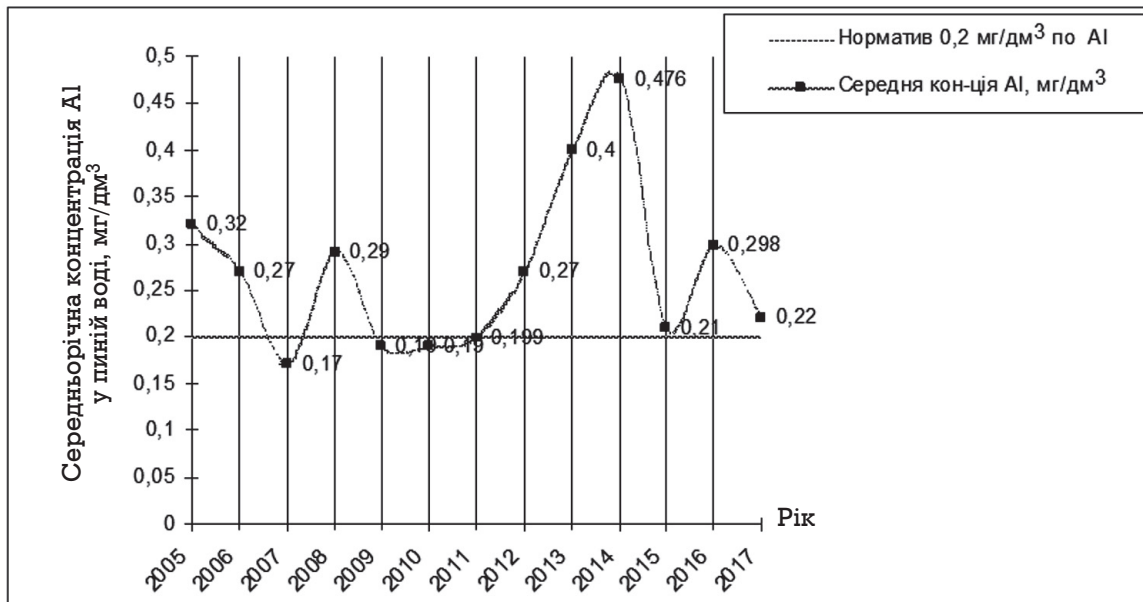


Рис. 3. Середньорічні показники концентрації залишкового алюмінію у питній водопровідній воді порівняно з нормативом 0,2 мг/дм³ ДСанПіНу 2.2.4-171-10

норматив у 1,1–2,4 рази, а середній багаторічний уміст елемента був на рівні $0,27 \pm 0,15$ мг/дм³, що 1,35 рази вище за норматив. Стосовно значень максимальних концентрацій Al у питній воді, то вони становили 0,4–1,56 мг/дм³, що в 2–7,8 рази вище за норматив. Вся отримана нами інформація свідчить про надвисокий рівень забрудненості питної води Al та її високу токсичність.

У ДСанПіНу 2.2.4–171–10 для вмісту марганцю (Mn) у питній воді також встановлено два

нормативи $\leq 0,05$ та 0,5 (табл. 2). Але оскільки у Директиві [10] норматив для Mn встановлено на рівні 0,05 мг/дм³, ми також орієнтувалися на нього. Результати наших досліджень свідчать, що значення Mn упродовж 2005–2017 рр. варіювало в межах 0,001–1,237 мг/дм³, тобто було зафіксовано перевищення нормативу в 24,7 рази. Це стосується показників серпня 2010 р. і серпня — вересня 2016 р., що, вірогідно, зумовлено високою температурою повітря (рис. 4). Якщо порівняти значення показника норма-

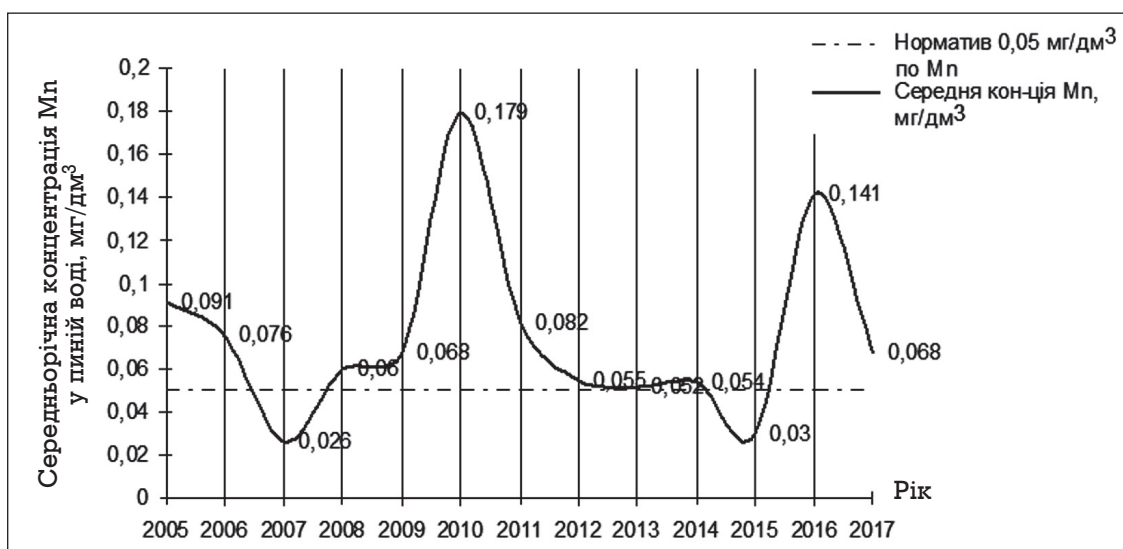


Рис. 4. Середньорічні показники концентрації залишкового марганцю у питній водопровідній воді порівняно з нормативом 0,05 мг/дм³ ДСанПіНу 2.2.4-171-10

тивом $0,5 \text{ мг/дм}^3$ ДСанПіНу, то перевищення цього елемента у питній воді становитиме 2,5 рази. Середньорічні показники вмісту Mn майже стабільно перевищували норматив $0,05 \text{ мг/дм}^3$ (окрім 2007 та 2015 рр.) у 1,1–3,6 рази, а середній багаторічний уміст Mn у питній воді був на рівні $0,075 \pm 0,123 \text{ мг/дм}^3$, що в 1,5 рази вище за норматив (табл. 2). З огляду на це, можна зробити висновок про високий рівень забрудненості питної води Mn.

Оскільки на базі контролю-вимірювальної лабораторії КП «Житомирводоканал» не було можливості виконання аналізу питної водопровідної води на вміст інших металів та елементів, то таке дослідження було проведено в 2017 р. у лабораторії ОКВП «Дніпро — Кіровоград» на сучасному ІСП-спектро-метрі іСАР 7000 відповідно до методики ДСТУ ISO 11885:2005 «Якість води. Визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою» [13]. Результати цих досліджень наведено у таблиці 3. Так, для таких видів металів та елементів, як барій, ванадій, вісмут, вольфрам, літій, олово, фосфор та титан у ДСанПіНі 2.2.4-171-10 норматив безпечності питної води не встановлено.

Виявлено, що вміст берилію, ванадію, вісмуту, вольфраму, літію, миш'яку, олова, срібла, сурми, селену та титану мав концентрацію нижчу за чутливість ІСП-спектрометра іСАР 700, на якому встановлювали їх величини. Тому можна зробити висновок, що у питній воді вказані елементи перебувають у незначних концентраціях, які не могли зашкоджують життю та здоров'ю людини, за винятком ртуті. Якщо для цих металів та елементів чутливість приладу є нижчою від встановленого нормативу, то для ртуті вона виявилася на порядок вищою, що унеможливило зробити необхідні висновки

про вміст у питній водопровідній воді ртуті та оцінити її безпечність. Для цього необхідно провести додаткові дослідження питної води на вміст цього елемента, використавши інші методи. Щодо таких показників, як бор та кремній, то перевищень нормативів не встановлено.

На думку Б.А. Ягодіна [14], під час проведення комплексної оцінки впливу токсичних важких металів та мікроелементів у питній воді на організм людини обов'язково необхідно брати до уваги існування чотирьох рівнів концентрації металу чи мікроелемента в організмі людини [3]:

- 1) дефіцит мікроелемента, що спричиняє негативні зміни в організмі;
- 2) оптимальний уміст, що сприяє нормальному функціонуванню організму;
- 3) концентрація мікроелемента, за якої в організмі починають проявлятися негативні зміни;
- 4) згубні для організму концентрації.

Відомо про існування багатьох хімічних елементів, у т.ч. і металів у організмі людини, які є необхідними для його нормального функціонування та забезпечення всіх життєво необхідних процесів. Але концентрація хімічних елементів та металів повинна бути оптимальною, оскільки високі концентрації спричиняють негативний вплив на організм.

Щодо сезонних коливань вмісту токсичних металів у питній воді впродовж року, то вони відбувалися тільки для таких елементів, як алюміній та марганець — при низьких температурах повітря їх уміст характеризувався низькими концентраціями, з поступовим збільшенням температурного режиму концентрації збільшувалися і досягали максимуму наприкінці літа — на початку осені (рис. 5).

Таблиця 3

Результати аналізу питної водопровідної води за деякими металами та елементами

№	Назва елемента	Норматив ДСанПіНу 2.2.4-171-10	Значення показника	№	Назва елемента	Норматив ДСанПіНу 2.2.4-171-10	Значення показника
1	Бор (В)	0,5	0,013	9	Миш'як (As)	0,01	<0,003
2	Барій (Ba)	не встан.	0,0338	10	Олово (Sn)	не встан.	<0,005
3	Берилій (Be)	0,0002	<0,0001	11	Ртуть (Hg)	0,0005	<0,005
4	Ванадій (V)	не встан.	<0,001	12	Срібло (Ag)	0,025	<0,001
5	Вісмут (Bi)	не встан.	<0,0003	13	Сурма (Sb)	0,005	<0,003
6	Вольфрам (W)	не встан.	<0,01	14	Селен (Se)	0,01	<0,01
7	Кремній (Si)	10	4,46	15	Фосфор (P)	не встан.	0,0263
8	Літій (Li)	не встан.	0,0031	16	Титан (Ti)	не встан.	<0,005

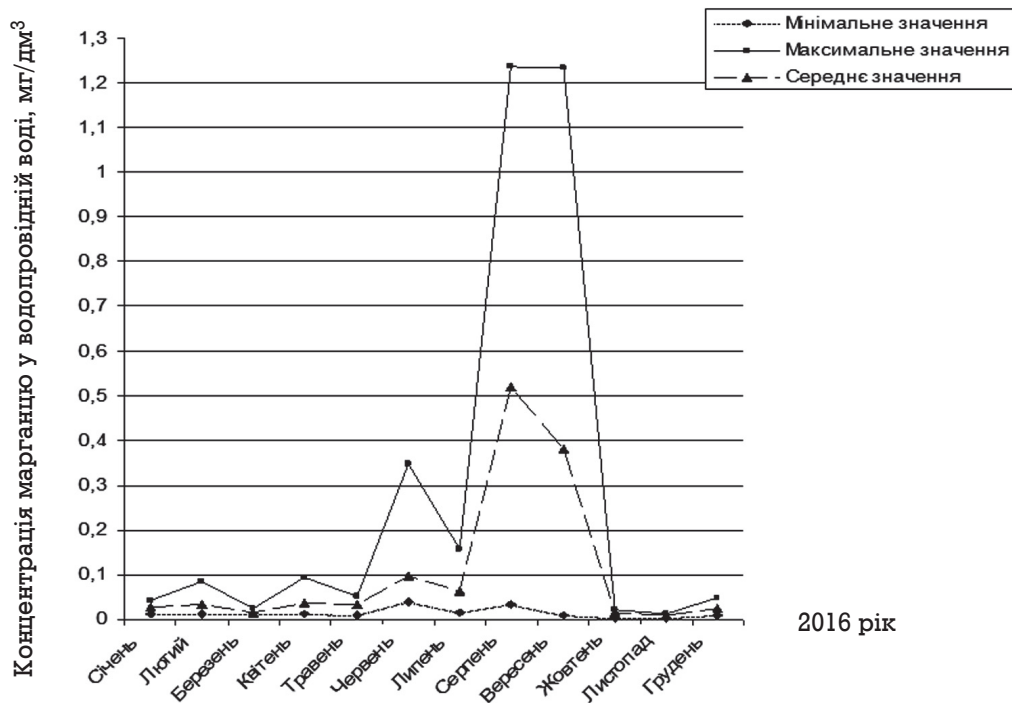


Рис. 5. Динаміка сезонних змін концентрації марганцю у питній водопровідній воді впродовж 2016 р.

За період 2005–2017 рр. виявлено, що із усієї кількості (9715 зразків) відібраних проб питної води на аналіз умісту в ній токсичних металів, 3109 зразків із них, або 32 % від загальної кількості відібраних проб, не відповідали встановленим ДСанПіНу нормам (табл. 4).

Така висока питома вага проб з перевищенням норми сформувалася, в основному, внаслідок понаднормативного вмісту у воді залишкового алюмінію (2087 зразків) і марганцю (751 зразок) та незначної частки проб із перевищенням умісту у воді заліза (252 зразки) і нікелю

Таблиця 4

Оцінка якості питної води відповідно нормативу ДСанПіНу 2.2.4-171-10, 2005–2017 рр.

№	Назва показника	Норматив ДСанПіНу 2.2.4-171-10, (мг/дм ³)	Кількість проб води за період 2005–2017 рр., зразків	Кількість проб з перевищенням норми, од.	Питома вага проб з перевищенням норми, %
1	Залишковий алюміній (Al)	≤0,2(0,5) ²	3217	2087(83) ³	64,9(2,6) ³
2	Залізо загальне (Fe)	≤0,2(1,0) ¹	3244	252	7,8
3	Марганець (Mn)	≤0,05(0,5) ¹	1945	751(32) ⁴	38,6(1,6) ⁴
4	Мідь (Cu)	≤1,0	154	0	0
5	Молібден (Mo)	≤0,07	153	0	0
6	Свинець (Pb)	≤0,01	155	0	0
7	Цинк (Zn)	≤1,0	154	0	0
8	Стронцій (Sr)	≤7,0	153	0	0
9	Кадмій (Cd)	≤0,001	150	0	0

№	Назва показника	Норматив ДСанПіНу 2.2.4-171-10, (мг/дм ³)	Кількість проб води за період 2005–2017 рр., зразків	Кількість проб з перевищенням норми, од.	Питома вага проб з перевищенням норми, %
10	Нікель (Ni)	0,02	150	18	12
11	Кобальт (Co)	≤0,1	84	0	0
12	Хром (Cr)	≤0,05	156	0	0
	Загалом		9715	3109	32,0

1 — нормативи, вказані у дужках: 1 — має право використовувати підприємство питного водопостачання до 1 січня 2020 року за певних умов; 2 — установлюється для питної води, обробленої реагентами, що містять алюміній; 3 — Кількість проб питної води з перевищенням нормативу (2); 4 — Кількість проб питної води з перевищенням нормативу (1).

(18 проб). У розрізі показників питома вага проб питної водопровідної води із понаднормативним умістом мікроелементів становила (%): залишкового алюмінію — 64,9, марганцю — 38,6, заліза загального — 7,8 та нікелю — 12.

Дані табл. 4, свідчать про значну невідповідність проб чинним нормативам і тому, обов'язково, необхідно впроваджувати ефективні методи та способи мінімізації утворення токсичних мікроелементів у питній воді.

Для мінімізації утворення залишкового алюмінію у питній воді єдиним ефективним способом є дотримання рівномірного введення у воду в процесі водопідготовки оптимальної дози коагулянта з мінімальною похибкою.

Для зведення до мінімуму вмісту інших токсичних мікроелементів у питній воді необхідно обирати сучасні методи та технології очищення води, такі як мембранні технології, будівництво додаткових споруд для видалення з річкової води органічних сполук, озонування, застосування ультрафіолетового опромінення, використання активованого вугілля, ефективних окисників — перманганату натрію, діоксиду хлору тощо.

Якщо неможливо знайти швидкого, ефективного та економічно доцільного шляху для проведення очищення всього об'єму питної води, яка подається з водопровідних споруд, то необхідно розглянути як альтернативу — встановлення локальних, колективних чи індивідуальних систем доочищення водопровідної води в місцях безпосереднього її споживання.

Висновки. При проведенні екологічної оцінки якості питної водопровідної води за вміс-

том металів та елементів встановлено, що вміст у питній воді кадмію, хрому, міді, молібдену, свинцю, цинку, стронцію та кобальту не перевищував нормативів, встановлених ДСанПіНом. Це свідчить про низький рівень забрудненості вказаними важкими металами.

Рівень забрудненості питної води нікелем характеризувався як низький, залізом — середній, марганцем — високий, а алюмінієм — надвисокий. При цьому основний ризик небезпеки внаслідок споживання питної водопровідної води полягає у її високій токсичності, що зумовлено надвисоким рівнем забрудненості залишковим алюмінієм та марганцем. Вміст у питній водопровідній воді таких металів та елементів, як берилій, ванадій, вісмут, вольфрам, літій, миш'як, олово, срібло, сурма, селен та титан знаходився у надто малих концентраціях, які не можуть нашкодити життю та здоров'ю людини. По вмісту бору та кремнію перевищень нормативу не встановлено. Щодо вмісту ртуті у питній воді, то необхідно провести додаткові дослідження.

Із всієї кількості відібраних проб на дослідження питної води на вміст токсичних важких металів 32 % зразків не відповідали встановленим ДСанПіНом нормативам. Це є високим показником і тому необхідно запроваджувати ефективні методи та способи для мінімізації утворення токсичних мікроелементів у питній воді.

У подальших дослідженнях буде проведена екологічна оцінка питної водопровідної води по органолептичним і фізико-хімічним показникам та проведена інтегральна оцінка питної води по показникам хімічної нешкідливості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коммунальная гигиена / Гончарук Е.И., Бардов В.Г., Гаркавий С.И., Яворский А.П. Киев: Здоровье, 2006. 792 с.
2. Прокопов В.О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти: монографія. Київ: ВСВ «Медицина», 2016. 400 с.

3. Черных Н.А., Баева Ю.И. Тяжелые металлы и здоровье человека. Вестник РУНД. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. 2004. №1(10). С. 125-134.
4. Коринько І.В., Панасенко Ю.О. Інноваційні технології водопідготовки: монографія. Харків: ХНАМГ, 2012. 207 с.
5. World Health Organization. (2011). Guidelines for drinking-water quality, 4th ed. Geneva: World Health Organization. URL: <http://www.who.int/iris/handle/10665/44584>.
6. Мисник О.Ф., Литвиненко А.О. Забрудненість питної води солями важких металів та вилучення їх з розчинів наноккомпозитом цирконію (IV) оксиду. Scientific Journal «ScienceRise: Biological Science». 2016. № 1. С. 31-39.
7. Капранов С.В., Кривуца Г.Г. К вопросу оценки качества питьевой водопроводной воды промышленного города за многолетний период. Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті. 2013. № 2(12). С. 44-52.
8. Ширяева И.А., Попова Е.В. Тяжелые металлы в питьевых водах различных природных геохимических провинций края как факторы канцерогенного риска для здоровья населения. Вестник Пермского университета. 2014. Вип.4. С. 89-96.
9. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» ДСанПіН 2.2.4-171-10: наказ М-ва охорони здоров'я України від 12.05.2010 р. № 400. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>.
10. Директива Ради 98/83/ЄС «Про якість води, призначеної для споживання людиною» від 03.11.1998 року. URL: <https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/usefulinf/files/es98-83.pdf>.
11. Жаровина Н.Г., Чудовский С.М. Минимизация влияния остаточного алюминия на здоровье потребителей питьевой воды.
12. World Health Organization. (2003). Aluminium in drinking-water: background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality. World Health Organization. URL: <http://www.who.int/iris/handle/10665/75362>.
13. ДСТУ ISO 11885:2005 «Якість води. Визначення 33 елементів методом атомно — емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою» (ISO 11885:1996, IDT): наказ від 05.10.2005 № 287 «Об утверждении национальных стандартов Украины и отмены в Украине действия межгосударственного стандарта».
14. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия: учебное издание. М.: Колос, 2002. 584 с.

Інформація про автора

Башинська Ірина Леонідівна — аспірант, Житомирський національний агроекологічний університет (Україна, 10008, м. Житомир, Старий бульвар, 7; e-mail: bashinskaya77@ukr.net).

I.L. Bashinskaya
Postgraduate

Zhytomyr National Agroecological University
(Ukraine, Zhitomir; e-mail: bashinskaya77@ukr.net)

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF QUALITY OF DRINKING TAP WATER IN THE CONTENT OF METALS

The article shows the current state regarding the problem of provision of benign drinking tap water to Zhytomyr population. It was conducted the environmental assessment of the quality of drinking water for the content of metals for a long period of time in accordance with the regulations with the regulations of DSanPiN 2.2.4-171-10 State sanitary norms and rules «Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption» and the standards of Council Directive 98/83/EC «On the quality of water intended for human consumption». It was established that drinking tap water was characterized by low levels of contamination by cadmium, chromium, copper, molybdenum, lead, zinc, strontium and cobalt. The content of metals and elements in the water, such as beryllium, vanadium, bismuth, tungsten, lithium, arsenic, tin, silver, antimony, selenium, titanium was found in very low concentrations, and they do not cause harm to the people's life and health. In terms of content of boron and silicon in water, the norm is not exceeded. The level of contamination of drinking water with nickel was characterized as low, iron — medium. As for the content of mercury in the water, it is necessary to conduct additional experiments as device sensitivity that we used during study was higher than the established norm and did not allow to make the conclusion about concentrations of mercury in drinking water and to assess its safety.

It was established that main risk hazard for Zhytomyr population when consuming drinking water is its high toxicity associated with the high level of contamination of residual aluminium and manganese.

High levels of aluminium contamination due to the use of water treatment technologies in high doses of reagents — aluminium coagulants and manganese — low quality of water at the source of drinking water, which for 2004–2017 years of observation on the average content of organic matter and manganese meet 2 — 3 class water quality according to the classification DSTU 4808:2007 «Sources of centralized drinking water supply. Hygienic and environmental requirements for quality and selection rules», and maximum content — 4 classes.

In the article also shown the possible consequences of the consumption of contaminated drinking water with toxic metals for human health and proposed methods and technologies for water purification that will minimize the content of harmful, toxic elements and metals.

Keywords: quality of drinking-water, sample, heavy metals, toxicity, level of contamination, norm.

REFERENCES

1. Goncharuk, E.I., Bardov, V.G., Garkavyy, S.I. & Yavorskiy, A.P. (2006). *Kommunalnaya gigiena [Communal hygiene]*. Kiev: Health, 792.
2. Prokopov, V.O. (2016). *Pytna voda Ukrainy: medyko-ekolohichni ta sanitarno — hihienichni aspekty [Drinking water of Ukraine: medical-ecological and sanitary-hygienic aspects]*. Kyiv: VSV «Medytsyna», 400.
3. Chernyih, N.A. & Baeva, Yu.I. (2006). Tyazheliye metally i zdorove cheloveka [Heavy metals and human health]. *Vestnik RUND. Ser. Ekologiya i bezopasnost zhiznedejatelnosti [Herald RUND. Ser. Ecology and life safety]*, 1(10), 125–134.
4. Korinko, I.V. & Panasenko, Yu.O. (2012). *Innovatsiini tekhnologii vodopidhotovky: monohrafiia. [Innovative technologies of water treatment: a monograph]*. Kharkiv: KhNAMH, 207.
5. World Health Organization. (2011). *Guidelines for drinking-water quality*, 4th ed. Geneva: World Health Organization. [Electronic source]. URL: <http://www.who.int/iris/handle/10665/44584>.
6. Mysnyk, O.F. & Lytvynenko, A.O. (2016). Zabrudnenist pytnoi vody soliamy vazhkykh metaliv ta vyluchennia yikh z rozchyniv nanokompozytom tsyrkoniiu (IV) oksydu [Contamination of drinking water with salts of heavy metals and their extraction from solutions by nanocomposite of zirconium (IV) oxide]. *Scientific Journal «ScienceRise: Biological Science»*, 1, 31–39.
7. Kapranov, S.V. & Krivutsa, G.G. (2013). K voprosu otsenki kachestva pitevoy vodoprovodnoy vodyi promyshlennogo goroda za mnogoletniy period [On the issue of estimating the quality of drinking tap water of an industrial city over a long period of time]. *Voda i vodoochysni tekhnologii. Naukovo-tekhnichni visti [Water and water treatment technologies. Scientific and technical news]*, 2(12), 44–52.
8. Shiryayeva, I.A. & Popova, E.V. (2014). Tyazheliye metallyi v pitevyih vodah razlichnyih prirodnyih geohimicheskikh provintsiy kraya kak faktoryi kantserogennoho riska dlya zdorovya naseleniya [Heavy metals in drinking waters of various natural geochemical provinces of the region as factors of a carcinogenic risk to public health]. *Vestnik Permskogo universiteta [Bulletin of Perm University]*, 4, 89–96.
9. State sanitary norms and rules «Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption» DSanPiN 2.2.4-171-10. [Electronic source]. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>.
10. Council Directive 98/83/EC «On the quality of water intended for human consumption». [Electronic source]. URL: <https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/usefulinf/files/es98-83.pdf>.
11. Zharovina, N.G. & Chudovski, S.M. Minimizatsiya vliyaniya ostatochnogo alyuminiya na zdorove potrebiteley pitevoy vodyi [Minimizing the effect of residual aluminum on the health of drinking water consumers].
12. World Health Organization. (2003). *Aluminium in drinking-water: background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality*. World Health Organization. [Electronic source]. URL: <http://www.who.int/iris/handle/10665/75362>.
13. DSTU ISO 11885:2005 «Iakist vody. Vyznachennia 33 elementiv metodom atomno-emisiinoi spektroskopii z induktyvno-zv'язanoiu plazmoiu» (ISO 11885:1996, IDT).
14. Yagodin, B.A., Zhukov, Yu.P. & Kobzarenko, V.I. (2002). *Agrohimiya: uchebnoe izdanie [Agrochemistry: educational edition]*. Moscow: Kolos, 584.

Author

Bashinskaya Irina Leonidovna — Postgraduate, Zhytomyr National Agroecological University (Ukraine, 10008, Zhytomyr, 7, Staryy bul'var St.; e-mail: bashinskaya77@ukr.net).