

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ААС ТА АЕС-ІЗП ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ВОДІ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

І. М. Андрусина, О. Г. Лампека, І. О. Голуб

Державна установа «Інститут медицини праці АМН України», м.Київ
e-mail: irina_andrei@voliacable.com

Вивчено вміст 20-ти хімічних елементів в питній і природній воді різних областей України. Виявлений найбільший вміст арсену, кальцію, кадмію, хлоридів, заліза, літію, свинцю в артезіанській і колодязній водах. Вміст алюмінію, арсену, хлоридів, заліза і нікелю був найбільшим в природній воді. Як у питній, так і в природній воді концентрація деяких есенційних елементів була достатньо низькою. Виявлені різнонаправлені зміни токсичних і есенційних елементів можуть несприятливо позначитися на здоров'ї населення і проявитись в порушеннях формування організмів водних гідро біонтів. Проведений порівняльний аналіз двох інструментальних методів ПААС і АЕС-ІЗП свідчить про високу інформативну значимість методу АЕС-ІЗП в гігієнічній практиці.

Ключові слова: хімічні елементи, вода різного призначення, порівняльний аналіз, ААС, АЕС-ІЗП.

Вступ

Несприятлива екологічна ситуація у промислово розвинених містах обумовлює підвищення рівня серцево-судинних, онкологічних захворювань, розлади репродуктивної функції, імунітету та інших систем. Відомо, що з водою людина одержує до 25% добової потреби хімічних речовин. Тому нестача або надлишок МЕ та МаЕ у питній воді може сприяти формуванню та розвитку фізіологічних зрушень, а в окремих випадках бути першопричиною формування патологічних станів [1,2]. Відомо, що надмірне надходження кадмію з питною водою може призводити до онкологічних захворювань легень та статевої систем, а стронцію - до порушень формування опорно-рухового апарату. Нестача у воді йоду спричиняє захворювання на дифузний зоб щитоподібної залози, а літію – викликає розвиток психічних захворювань (маніакально-депресивного синдрому, шизофренії). В той же час, при лікуванні анемії та деяких захворювань травного шляху призначається мінеральна вода, яка містить арсен, фтор, бор, йод та інші елементи [1-6].

В умовах інтенсивного антропогенного забруднення довкілля, охорона водних ресурсів є однією з актуальних проблем. Особливо це стосується мегаполісів і міських агломерацій, до яких в повній мірі відноситься м.Київ [7-9].

Традиційно для оцінки забруднення води важкими металами застосовують різні фізико-хімічні методи, зокрема методи атомно-абсорбційної спектрофотометрії (ААС) у двох варіантах - атомно-абсорбційної спектрометрії у полум'ї (ПААС), та графітовій печі – (ЕТААС). Окремо в цьому ряду стоять такі методи, як рентгено-флуоресцентний (який застосовується переважно для вимірювання у твердих зразках) та метод іонної хроматографії, який є найбільш чутливим для визначення аніонів та лужних металів. За останні роки розвинувся новий прецесійний метод - атомно-емісійна спектрометрія з індуктивно зв'язаною плазмою (АЕС-ІЗП). Метод АЕС-ІЗП завдяки сполученню низької межі вимірювання, селективності та експресивності, включаючи можливість багатоелементного аналізу, все більше знаходить застосування у біології, медицині та екології [1,6,10,11].

Вище зазначене зумовило мету нашої роботи – провести порівняльне дослідження по вивченню можливостей застосування методів атомно-абсорбційної спектрофотометрії та атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою (АЕС-ІЗП) для визначення

деяких хімічних елементів у воді та встановити можливості визначення їх методом АУС-ІЗП у водах різного господарсько-побутового користування на Україні.

Матеріали та методи дослідження

Були проведені дослідження по визначенню вмісту хімічних елементів у 241 пробі питної води та воді поверхневих і підземних вододжерел з різних регіонів України (2007-2009 р.р.). Проби води відбирали відповідно до вимог ГОСТу 2448-80 „Вода питьевая. Отбор проб” [12-14]. Вміст хімічних елементів у воді визначали за допомогою методів полуменевої атомно-абсорбційної спектрофотометрії на приладі «Сатурн-3» Северодонецького ОКБА (Україна) та атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою (АЕС-ІЗП) на приладі Optima 2100 DV фірми Perkin-Elmer (США). Визначення вмісту хімічних елементів проводили за методиками Міжнародного стандарту ISO [15-17].

Математичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою методів варіаційної статистики з використанням програм статистичного аналізу Microsoft Excel [18].

Результати та їх обговорення

Аналіз даних літератури показав, що вміст хімічних елементів у різних типах вод за нормативами ВООЗ, Американського агентства по охороні навколишнього середовища (ЕРА) та ДСТУ, що діють на Україні, за деякими елементами дещо відрізняється (табл. 1).

Таблиця 1. Порівняння нормативів якості води різного призначення деяких країн

Елемент	ГДК води рибно-господарського користування [14]	ГОСТ 2874-82 [13]	ГДК (для питної води) [13]		
			ВООЗ	ЕРА	СанПИН 2.1.4.559-96
Al	0,08	0,5	0,2	0,2	0,5
As	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05
Ba	20	0,1 [12]	0,7	2,0	0,1
Ca	180	-		100	
Cd	0,005	0,001 [12]	0,003	0,005	0,001
Cl	300	-	250	250	350
Co	0,05	-			0,1
Cr	0,001(0,005)	0,05 [12]	0,05		0,05
Cu	0,005	1,0	2,0(1,0)	2,0	1,0
Fe	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3
Li	0,15	-			0,03
Mg	40	-		50	
Mn	0,01	0,1	0,5(0,1)	0,05	0,1
Mo	0,0012	0,25	0,07		0,25
Ni	0,01	0,1 [12]	0,02	0,02	0,1
Pb	0,1	0,03	0,01	0,015	0,03
Se	0,0016	0,01 [12]	0,01	0,05	0,01
Sr	10,0	-			7,0
V	0,001	-			0,1
Zn	0,01	5,0	3,0	5,0	5,0

Так, за нормативами ВООЗ та ЕРА вміст Al у 2,5 разів, для As, Ni у 5 разів, для Ba, Pb, Mo у 3,0 та 3,5 разів нижче, ніж ГДК для питної води за ГОСТ 2874-82 та СанПин 2.1.4.559-96. Крім того, перелік обов'язкових для контролю параметрів залишено тільки для найпоширеніших речовин, які можуть знаходитись у питній воді, вплив яких на здоров'я

людини доведено. Слід відмітити, що в основу нормативів ЄС покладено критерії та нормативи ВООЗ. Крім того, завдяки одному з головних принципів європейського законодавства для країн членів ЄС є обмеження щодо встановлення вищих нормативів в окремих країнах оскільки здоров'я людини має захищатись однаково в межах ЄС. Відмінним від українського водного законодавства є вимога проводити контроль якості питної води безпосередньо у жилих будинках, та водосховищах [19,20]. Ці заходи сприяють не тільки покращенню якості питної води, але дають змогу удосконалювати систему контролю за її якістю.

Сьогодні для визначення хімічних елементів у екології, біології та медицині українські дослідники частіше застосовують методи атомно-абсорбційної спектроскопії у полум'ї (ПААС), графітовій печі – (ЕТААС), а останнім часом і новий прецесійний метод атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою (АЕС-ІЗП). Ці методи мають не тільки різну чутливість при визначенні хімічних елементів у воді а й мають різні за природою хімічні та фізичні завади. Тому нами було проведено порівняльне визначення вмісту важких металів у воді (водопровідній та артезіанській) Отримані результати опрацьовано статистично та представлено у таблиці 2.

Виявлено дещо вищий вміст Ca, Mg, Mn та Fe у водопровідній і артезіанській водах при визначенні їх методом ПААС порівняно з АЕС-ІЗП. В той же час вищий вміст Pb, Cu, Zn виявлено при визначенні методом АЕС-ІЗП. Причиною можуть бути спектральні завади, які характерні для цього методу. Визначення Pb, Cu, Zn потрібно проводити з використанням методів корекції фону. Відомо, що визначення металів методом ПААС у переважній більшості випадків потребує концентрування проб, що обумовлює втрати легких металів на сполук металів з галогенами. Крім того, відомими недоліками методу є спектральні та матричні завади, тому визначення деяких хімічних елементів методом ПААС потребує внесення модифікаторів матриці для усунення цих завад [13,17].

Таблиця 2. Порівняння методів ААС та АЕС-ІЗП визначення хімічних елементів у водопровідній та артезіанській воді різних регіонів України (M±m)

Елемент, мг/л	Водопровідна вода		Артезіанська вода	
	ААС	АЕС-ІЗП	ААС	АЕС-ІЗП
Ca	67,70± 0,13	33,97 ± 3,93	280,33± 13,76	152,65 ± 21,46
Mg	3,91± 0,41	4,37 ± 0,39	64,95± 3,76	28,86± 4,67
Pb	0,035± 0,006	0,05 ± 0,01	0,014± 0,001	0,14 ± 0,03
Mn	0,029± 0,004	0,008± 0,001	0,004 ± 0,001	0,018± 0,006
Fe	0,16± 0,01	0,13± 0,04	0,065 ± 0,003	0,01 ± 0,003
Cu	0,01± 0,002	0,05 ± 0,007	0,004± 0,001	0,14 ± 0,03
Zn	0,10 ± 0,02	0,13± 0,02	0,08± 0,01	0,16 ± 0,04

Результати АЕС-ІЗП аналізу вмісту 20-ти хімічних елементів у водах різних вододжерел України наведені у таблицях 3-4. Було встановлено, що у водопровідній воді вищий за норматив є вміст Ca (на 12 %) та Se (у 2,8 рази) (див.табл. 3). Вміст Ni був на 29,85% вищим за норматив ВООЗ та ЕРА. В той же час спостерігався значно нижчий за діючий норматив ГДК вміст Ba (у 25,9 разів), Co (у 333,3 разів), Cr (у 1,78 разів), Mo (у 62,5 разів), Li (у 1,30 разів) (за ГДК ВООЗ та ЕРА також). Враховуючи той факт, що для багатьох з цих елементів переважно характерний водний шлях надходження у живий організм, нестача їх у питній воді може спричинити небезпечні для здоров'я порушення функцій травлення та виділення їх нирками, опорно-рухової та нервової систем, про що свідчать дані літератури [2,21,23].

Таблиця 3. Вміст хімічних елементів у водопровідній та артезіанській воді різних вододжерел м. Києва та області, визначених методом АЕС-ІЗП (мг/л)

Елемент	Водопровідна вода (M± m, n=38)	Артезіанська вода (M± m)	ГДК (для питної води) [13]			
			ВООЗ	ЕРА	СанПиН 2.1.4.559-96	ГОСТ 2874-82
Al	0,22±0,004	2,91±0,75	0,2	0,2	0,5	0,5
As	0,031±0,002	0,42 ±0,11	0,01	0,05	0,05	0,05
Ba	0,027±0,001	0,078±0,019	0,7	2,0	0,1	0,1 [12]
Ca	112,20±9,47	121,51±31,08		100		-
Cd	0,001±0,0001	0,01±0,003	0,003	0,005	0,001	0,001 [12]
Cl	117,20±16,32	980,6±91,82	250	250	350	-
Co	0,0003±0,0001	0,002 ±0,001			0,1	-
Cr	0,028±0,003	0,42 ±0,11	0,05		0,05	0,05 [12]
Cu	0,027±0,002	0,066±0,017	2,0(1,0)	2,0	1,0	1,0
Fe	0,028±0,004	2,01 ±0,52	0,3	0,3	0,3	0,3
Li	0,023±0,003	0,089±0,022			0,03	-
Mg	12,20±0,88	20,45±3,87		50		-
Mn	0,013±0,002	0,04±0,009	0,5(0,1)	0,05	0,1	0,1
Mo	0,004±0,001	0,048±0,012	0,07		0,25	0,25
Ni	0,067±0,009	0,065±0,017	0,02	0,02	0,1	0,1 [12]
Pb	0,022±0,001	0,11±0,026	0,01	0,015	0,03	0,03
Se	0,028±0,002	0,023±0,003	0,01	0,05	0,01	0,01 [12]
Sr	2,01±0,21	4,60± 0,67			7,0	-
V	0,001±0,0001	0,003± 0,001			0,1	-
Zn	0,061±0,008	0,64 ±0,16	3,0	5,0	5,0	5,0

Примітка: виділені значення вищі за норматив.

У артезіанській воді спостерігався значно вищий вміст таких елементів як Al (у 5,8 разів), As (у 8,4 рази), Cd (у 10 разів), Cl (у 2,8 рази), Cr (у 8,4 рази), Fe (у 6,7 разів), Li (у 3,0 разів), Pb (в 3,7 разів) порівняно з діючим на Україні ГДК (див.табл 3). При цьому вміст Ni та Se у артезіанській воді був вищим за ГДК ВООЗ та ЕРА відповідно у 3,2 та 2,3 рази. Виявлений факт свідчить про забруднення важкими металами артезіанської води. В той же час вміст таких есенціальних елементів, як Cu, Mg, Co, V, Sr, Zn у артезіанській воді був нижчим за ГДК у 1,52 -50 разів.

Відомо, що у відношенні кожного МаЕ та МЕ існує межа. Зниження або перевищення їх вмісту у питній воді не проходить для здоров'я людини безслідно [2,21,24,25]. Так, тривале вживання питної води з жорсткістю більше 10 мг-екв/л (високий вміст Ca) призводить до патологічних змін серцево-судинної та сечостатевої систем. Високий вміст хлоридів (більше 400 мг/л) корелює з захворюванням печінки, серця, нирок. Низький вміст Mg у питній воді може супроводжуватись високим вмістом важких металів (Pb, Cd), які також негативно впливають на серцево-судинну систему. Підвищений вміст у питній воді Fe негативно впливає на шкіру людини. Збільшення вмісту Al у питній воді пропорційно підвищенню захворювання нервової системи (наприклад хвороба Альцгеймера). Знаходження у питній воді великих концентрацій Ca, Sr, Si, Fe, Cl та низької – Mg корелює з захворюваністю на сечо-кам'яну хворобу. В районах, де питна вода містить незначні концентрації Zn та Ca, підвищена захворюваність на остеосаркому.

Виявлено також високий вміст хімічних елементів у колодязній воді (див табл.4). Так, вищим за норматив ГДК для України був вміст As (у 7,6 разів), Ba (у 2,6 разів), Cd (у 20 разів), Cl (у 2,2 рази), Pb (у 6,3 рази), Ni (у 1,6 разів), Se (у 2,6 разів). Вміст Ca у колодязній воді був у 1,48 разів вищим за норматив ЕРА. Було встановлено низький вміст хімічних елементів у колодязній воді: Co (у 20 разів), Cr (у 1,47 разів), Cu (у 27,8 разів), Fe (у 1,58 разів), Mo (у 5 разів), Zn (у 16 разів) відповідно до нормативу ГДК діючого на Україні.

Спостерігався високий вміст хімічних елементів у поверхневих водах (табл. 4). Так, вищим за норматив ГДК для України був вміст Al (у 68,5 разів), Cl (у 1,47 разів), Cr (у 1,8 разів), Cu (у 2,4 рази), Fe (у 1,5 рази), Mn (у 6,0 разів), Mo (у 3,33 рази), Ni (у 4,7 рази), Se (у 16,25 рази), V (у 2,0 рази). В той же час встановлено низький вміст у природній воді Ba (у 270,3 рази), Ca (у 1,48 рази), Co (у 50 разів), Mg (у 2,22 рази), Sr (у 2,09 разів), порівняно з нормативом ГДК. Відомо [7,24,29], що низький вміст Ca та Mg у воді (м'яка вода) сприяє поглинанню організмами важких металів, тому що останні проникають у клітини організму тими ж транспортними шляхами, що і необхідні МаЕ та МЕ, тобто жорсткість води має інгібуєчий вплив на поглинання важких металів. Крім того, токсична дія високих концентрацій Al та Cl [25,27] у поверхневих водах може спричинити порушення формування нервової та кістково-м'язової систем водних гідробіонтів.

Висновки

Таким чином, у деяких регіонах України вміст хімічних елементів у підземних та поверхневих водах варіював у широких межах, що пояснюється геохімічними особливостями територій розташування вододжерел, їх участі у геофізичних та у біохімічних процесах, антропогенним впливом на довкілля.

Виконані дослідження дозволили зробити порівняльний аналіз вмісту важких металів та есенціальних мікроелементів у поверхневих та підземних водах і за ступенем забруднення ранжувати їх у наступний ряд: водопрвідна → артезіанська → колодязна → поверхнева.

Отримані результати свідчать про найбільше забруднення важкими металами (Cr, Cu, Fe, Mn, Ni) та іншими хімічними елементами (Al, Cl) поверхневих вод (річки та озера). В той же час спостерігався низький вміст есенціальних хімічних елементів (Ca,Co,Mg) у поверхневих водах. Відомо, що низькомінералізовані води є ефективними модифікаторами негативного впливу на організм тварин важких металів у низьких дозах [4,24-30]. Враховуючи, що водний шлях надходження цих елементів у живий організм є головним, особливо, для водних гідробіонтів, слід зазначити, що дисбаланс МаЕ та МЕ у середовищі їх існування може призвести до порушення їх розвитку [21,22,24-26].

Виявлено знижений вміст есенціальних елементів (Cu,Mg,Ca,V,Sr,Zn) та підвищений - токсичних елементів (Al,As,Cd,Cr,Fe) у пробах підземної води (артезіанській та колодязній). Це також може бути причиною формування фізіологічних зрушень, в першу чергу органів травлення, ендокринної, серцево-судинної, сечовидільної, кістково-м'язової систем, які супроводжуються порушенням мінерального обміну іонів [2,4,5,21-25].

Завдання визначення малих концентрацій хімічних елементів у воді потребують використання високочутливих інструментальних методів аналізу. Головні вимоги, яким повинні відповідати ці методи – сполучення низьких порогів визначення, високої чутливості та селективності. Таким чином, результати проведених досліджень не залишають сумніву що метод АЕС-ІЗП є перспективним для цілей гігієнічного моніторингу водного середовища та вивчення взаємозв'язку між мінеральним складом питної води та здоров'ям населення.

Таблиця 4. Вміст хімічних елементів у колодязній та поверхневих (річки, озера) водах різних джерел м. Києва та області, визначених методом АЕС-ІСП (мг/л)

Елемент	Колодязна вода (M± m)	Поверхневі води (M± m) X min	ГДК води рибно-господарського користування [14]	ГОСТ 2874-82
Al	0,13± 0,027	5,48±0,97	0,08	0,5
As	0,38 ±0,086	0,044±0,011	0,05	0,05
Ba	0,26± 0,058	0,074±0,016	20	0,1 [12]
Ca	148,38 ±30,10	121,53±25,58	180	-
Cd	0,020 ±0,046	0,001±0,0001	0,005	0,001 [12]
Cl	779,2 ±39,50	442,02±102,94	300	-
Co	0,005± 0,001	0,001±0,0001	0,05	-
Cr	0,034 ±0,008	0,009±0,002	0,001(0,005)	0,05 [12]
Cu	0,036 ±0,008	0,012±0,003	0,005	1,0
Fe	0,19± 0,042	0,15±0,041	0,1	0,3
Li	0,025± 0,005	0,004±0,001	0,15	-
Mg	45,79± 9,42	18,01±3,97	40	-
Mn	0,11 ±0,024	0,06±0,017	0,01	0,1
Mo	0,05± 0,011	0,004±0,001	0,0012	0,25
Ni	0,16± 0,036	0,047±0,013	0,01	0,1 [12]
Pb	0,19± 0,043	0,014±0,001	0,1	0,03
Se	0,026± 0,005	0,026±0,004	0,0016	0,01 [12]
Sr	2,85± 0,65	4,78±0,93	10,0	-
V	0,006 ±0,001	0,002±0,0001	0,001	-
Zn	0,31 ±0,07	0,012±0,003	0,01	5,0

Примітка: виділені значення вищі за норматив.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ААС И АЕС-ИСП ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДЕ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

И. Н. Андрусина, Е. Г. Лампека, И. А. Голуб
 ГУ «Институт медицины труда АМН Украины», г. Киев
 e-mail: irina_andrei@voliacable.com

В работе представлены результаты исследований по изучению содержания 20-ти химических элементов в питьевой и природной воде разных областей Украины. Выявлено наибольшее содержание мышьяка, кальция, кадмия, хлоридов, железа, лития, свинца в артезианской и колодезной водах. Содержание алюминия, мышьяка, хлоридов, железа и никеля было наибольшим в природной воде. Как в питьевой, так и в природной воде концентрация некоторых эссенциальных элементов была достаточно низкой. Выявленные разнонаправленные изменения токсичных и эссенциальных элементов могут неблагоприятно сказаться на здоровье населения и проявиться в нарушениях формирования организмов водных гидробионтов. Проведенный сравнительный анализ двух инструментальных методов ПААС и АЕС-ИСП свидетельствует о высокой информативной значимости метода АЕС-ИСП в гигиенической практике.

Ключевые слова: химические элементы, вода различного назначения, сравнительный анализ, ААС, АЕС-ИСП.

COMPARATIVE ANALYSES OF SPECTRAL METHODS AAS AND AES-ISP OF THE DETECTION CHEMICAL ELEMENTS IN WATER DIFFERENT APPOINTMENT

Andrusishina I.N., Lampeka E.G., Golub I.A.

Institute for Occupational Health AMS, Kiev

e-mail: irina_andrei@voliacable.com

This article discusses the results of measurement of drinking and natural water levels of 20 chemical elements in different Ukraine area. The highest levels of arsenic, calcium, cadmium, chloride, iron, lithium and lead were detected in artesian and well drinking water. The highest aluminium, arsenic, chloride, iron and nickel levels were detected in natural water. Both drinking and natural water levels of certain essential elements were pretty low. Such opposite tendencies in toxic and essential elements levels can adversely affect the health of local population, and also result in abnormal outcomes in the formation of water hydrobionts. Two spectral methods AAS and AES-ISP are compared demonstrate highly informative capacity of AES-ISP method in practical hygiene.

Key words: chemical elements, water different appointment, comparative analyses, AAS, AES-ISP.

Список літератури:

1. Скальній А. В. Медико-екологічна оцінка ризику гіпермікроелементозів у населення мегаполіса / [А. В. Скальній, А. Т. Быков, Е. П. Серебрянський, М. Г. Скальняк]. – Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2003. – 134 с.
2. Проданчук М.Г. Науково-методичні аспекти токсиколого-клінічних досліджень впливу мінерального складу питної води на стан здоров'я населення України / [М. Г. Проданчук, І. В. Мудрий, В. І. Великий та ін.]. – 2006. – №3. – С. 4-7
3. Білецька Е. М. Фізіолого-гігієнічні особливості забезпеченості селеном міського населення Дніпропетровської області та його вплив на показники цереброваскулярної захворюваності / Білецька Е. М., Н. Огул, Г. Стронітьська // Довкілля та здоров'я. – 2008. – №2(45). – С. 60-62
4. Тулакин А. В. Гигиеническая характеристика питьевого водопользования в районах экологического неблагополучия / А. В. Тулакин, С. И. Плитман, Ю. В. Новиков // Гиг. и сан. – 1996. – №1. – С. 10-12
5. Фетисова Г. К. Роль минерального состава питьевой воды в формировании неинфекционной патологии населения / Г. К. Фетисова // Гиг. и сан. – 2004. – №1. – С. 20-22.
6. Кудрин А. В. Микроэлементы в неврологии / А. В. Кудрин, О. А. Громова. – М.: ГЕОТАР-Медиа, 2006. – 304 с.
7. Зубенко И. Б. Содержание растворенного хрома в некоторых водоемах городской зоны Кисва / И. Б. Зубенко, П. Н. Линник // Друга міжнародна конференція "Чистота довкілля в нашому місті". – Трускавець, 2004. – С. 94-95.
8. Прокопов В. О. Гігієнічна оцінка централізованого господарсько-питного водопостачання України / В. О. Прокопов, О. М. Кузьмінець, В. А. Соболев // Довкілля та здоров'я. – 2008. – №4(47). – С. 14-18.
9. Демченко В. Ф. Пілотні дослідження щодо проблеми забруднення питної води перхлоратами та важкими металами / [В. Ф. Демченко, І. М. Андрусішина, І. А. Голуб та ін.]. // Тези VIII науково-практич. конф. «Актуальні проблеми токсикології. Безпека життєдіяльності людини». – Київ, 2007. – С. 61
10. Скальній А. В. Химические элементы в физиологии и экологии / А.В. Скальній. – М.: ОНИКС 21 век. Мир, 2004. – 215 с.

11. Томсон М. Руководство по спектрометрическому анализу с индуктивно связанной плазмой / М. Томсон, Д. Н. Уолт. – М.: Недра, 1988. – 288 с.
12. Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання. ДСАНПН / Зареєстровано міністерством юстиції України від 15.04.1997р. за № 136/1940. – 24с.
13. Вода питна. Нормативні документи. Довідник. – Львів: НТЦ “Леонорм-стандарт”, 2001. – Т.2. – 234 с.
14. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – М.: Изд-во ВНИРО, 1999. – 304 с.
15. Визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв’язаною плазмою у воді. ДСТУ ISO 11885:1996. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 14 с.
16. Дмитриева М. Т. Методические рекомендации по спектральному определению тяжелых металлов в биологических материалах и объектах окружающей среды / М. Т. Дмитриева, Э. И. Грановский. – М., 1986. – 54 с.
17. Методическое пособие. Атомно-абсорбционный анализ в санитарно-гигиенических исследованиях/под ред. Л.Г.Подуновой, М.: «Чувашия», 1997. – 208 с.
18. Антомонов М. Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных / М. Ю. Антомонов. – К., 2006. – 558 с.
19. Прокопов В. О. Гігієнічна оцінка централізованого господарсько-питного водопостачання України / В. О. Прокопов, О. М. Кузьмінець, В. А. Соболев // Довкілля та здоров’я. – 2008. – №4(47). – С. 14-17
20. Шестопалов В. М. Безпечність питної води в Європейському і Українському водному законодавстві / [В. М. Шестопалов, М. В. Набока, С. А. Омельчук, Л. П. Почкайлова]. // Довкілля та здоров’я. – 2008. – №4(47). – С. 18-25
21. Медведев Е. В. Связь содержания микроэлементов в питьевой воде с развитием мочекаменной болезни у населения Московской области / Е. В. Медведев // Мед.труда и пром.экол. – 2007. – №2. – С. 14-17
22. Фетисова Г. К. Роль минерального состава питьевой воды в формировании неинфекционной патологии населения / Г. К. Фетисова // Гиг. и сан. – 2004. – №1. – С. 20-22.
23. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. ДСТУ 4808:2007 Чинний від 01-01-2009.- 35 с.
24. Иванов С. Д. Влияние минеральной воды на показатели биомониторинга и биотестирования малых доз радиационно-ртутных воздействий / [С. Д. Иванов, Е. Г. Кованько, В. А. Якиманов и др.]. // Токе. Весник. – 2004. – №1. – С. 21-25
25. Тулакина Н. В. Аллюминий в питьевой воде и здоровье населения / [Н. В. Тулакина, Ю. В. Новиков, С. И. Плитман, В. В. Ярошев]. // Гиг и сан. – 1991. – №11. – С. 12-14
26. Климентьев И. М. Проблема якісного водопостачання у м. Одеса / І. М. Климентьев // Довкілля та здоров’я. – 2009. – №1(48). – С. 75-78
27. Романенко В. Д. Основы гидробиологии / В. Д. Романенко. – К.: Генеза, 2004. – 664 с.
28. Milieva E. Effect of mineral water composition on plant phytopathogen / E. Milieva, P. Gatseva, A. Nikov // Fifth inter.Symp. "Metals ions in biology and medicine". – Greece, 2005. – Vol. 5. – P. 776-780
29. Tepavitcharova S. Modeling of inorganic chemical species of trace elements in the river-estuary-sea water system / [S. Tepavitcharova, T. Todorov, D. Rabadjieva, et al.]. // Fifth inter. Symp. "Metals ions in biology and medicine". – Greece, 2005. – Vol. 5. – P. 766-775
30. Daskakova A. Comparative investigation on microelement levels in sampler from soil, water, fodder and internal organs of wild animals / A. Daskakova, M. Gabrashanska // Fifth inter.Symp. "Metals ions in biology and medicine". – Greece, 2005. – Vol. 5 – P. 776-780