

# КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ВОДИ. НОВІ ДЕРЖАВНІ СТАНДАРТИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТОКСИКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

**В. Гончарук**, доктор хімічних наук, академік НАНУ, директор,  
**Н. Кушевська**, доктор технічних наук, завідувачка відділом аналітичної хімії,  
**Г. Терлецька**, кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник,  
Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського НАНУ, м. Київ

## КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ. НОВЫЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

В. Гончарук, доктор химических наук, академик НАНУ, директор,  
Н. Кушевская, доктор технических наук, заведующая отделом аналитической химии,  
Г. Терлецкая, кандидат химических наук, старший научный сотрудник,  
Институт коллоидной химии и химии воды им. А. В. Думанского НАНУ, г. Киев

## WATER QUALITY CONTROL. NEW STANDARDS FOR DETERMINATION OF TOXICOLOGICAL PARAMETERS

V. Goncharuk, Doctor of Chemical Sciences, Academician of NAS of Ukraine, Director,  
N. Kushchevska, Doctor of Technical Sciences, Head of Analytical Chemistry Department,  
H. Terletska, Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher, A. V. Dumanskyi Institute  
of Colloid and Water Chemistry of NAS of Ukraine, Kyiv

Останнім часом в Україні значна увага приділяється розробленню нових нормативних документів (НД) щодо гігієнічних та екологічних вимог до питної води та води з джерел водопостачання [1–3]. У цих НД перелік показників якості води та їх значення відповідають вимогам Директиви ЄС 98/83/ЄС [4] та рекомендаціям Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) [5]. Кількість показників хімічного складу питної води, що визначають її токсикологічну безпечність або впливають на органолептичні властивості, значно збільшена — якщо в чинному стандарті [6] вона дорівнює 21, то в [1] — 60, у проєкті [3] — 57, у джерелах водопостачання [3] — 53. Нормативи для токсичних хімічних елементів при централізованій (ЦСВП) та нецентралізованій (підземна вода та вода питна централізованого питного водопостачання, які

У статті розглянуто стан методичного забезпечення аналітичного контролю якості води — нові державні стандарти, розроблені в 2008—2010 роках, що базуються на високочутливих, селективних і досить простих методиках, які розроблені в Україні або гармонізовані з міжнародними стандартами<sup>1</sup>.

очищені при використанні ефективних сучасних технологій кондиціонування, фасована та нефасована) (НСВП) системах водопостачання наведено у табл. 1 [1–7]. Сучасним гігієнічним вимогам до питної води повинно відповідати і методичне забезпечення аналітичного контролю; особливо це стосується визначення мікрокількості токсичних елементів, органічних забруднювачів та продуктів, що утворюються при знезараженні питної води.

<sup>1</sup> Матеріали цієї роботи доповідалися авторами на науково-практичному семінарі «Актуальні якості води – 2010» у ДП «УкрНДНЦ»

Таблиця 1. Нормативи щодо вмісту у питній воді токсичних хімічних елементів при ЦСВП та НСВП

Елемент	[6, 7]	[1]	[3]	[2]		[4]	[5]
				(ЦСВП)	(НСВП)		
Ag, мкг/дм <sup>3</sup>	50	—	—	—	25	—	—
Al, мкг/дм <sup>3</sup>	500	200	50—500	200(500)	*	200	
As, мкг/дм <sup>3</sup>	50	10	1—50	10	*	10	10
Ba, мкг/дм <sup>3</sup>	100	—	100—2000	100	100	—	700
Be, мкг/дм <sup>3</sup>	0,2	0,2	0,2—4	0,2	*	—	—
Cd, мкг/дм <sup>3</sup>	1	1	0,1—5	1	*	5	3
Co, мкг/дм <sup>3</sup>	—	100	10—50	—	*	—	—
Cr, мкг/дм <sup>3</sup>	—	50	4—50	50	*	50	50
Cu, мкг/дм <sup>3</sup>	1000	1000	1—50	1000	*	2000	2000
Fe, мкг/дм <sup>3</sup>	300	200	50—1000	200	*	200	—
Hg, мкг/дм <sup>3</sup>	0,5	0,5	0,2—2,5	0,5	*	1	1
Mn, мкг/дм <sup>3</sup>	100	50	10—1000	50	*	50	400
Mo, мкг/дм <sup>3</sup>	250	0,07	5—200	70	—	—	70
Ni, мкг/дм <sup>3</sup>	100	20	20—100	100	*	20	20
Pb, мкг/дм <sup>3</sup>	30	10	5—100	10	*	10	10
Sb, мкг/дм <sup>3</sup>	—	5	0,1—2	5	*	5	20
Se, мкг/дм <sup>3</sup>	10	10	1,0—10	10	10	10	10
Tl, мкг/дм <sup>3</sup>	0,1	—	0,1—2	0,1	*	—	—
V, мкг/дм <sup>3</sup>	100	—	2—20	—	—	—	—
Zn, мкг/дм <sup>3</sup>	5000	1000	10—1000	5000	*	—	—

\* — елементи «відсутні», тобто не виявляються найбільш чутливими стандартними методиками аналізу, орієнтовну межу виявлення яких наведено у табл. 3.

Таблиця 2. ДСТУ, розроблені або гармонізовані ТК 147 та відділом аналітичної хімії Інституту колоїдної хімії та хімії води (ІКХХВ) у 2008—2010 роках

НД	Показники, що визначаються	Метод аналізу	Робочий діапазон концентрацій, мкг/дм <sup>3</sup>
[9] (на затвердженні)	Ag, Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, V, Zn	Атомно-абсорбційна спектроскопія з графітовою пічкою	Cd — 0,1—4; Ag, Mn, Zn — 1—15; Cr, Cu, Fe, Mn — 2—30; Al, Co, Mo, Ni, Tl — 5—60; As, Pb, Se, Sb, V — 10—100
[10] (на затвердженні)	Аніонні поверхнево-активні речовини	Фотометричний з метиленовим блакитним	100—5000
[11] (на затвердженні)	Окремі фталати, в т. ч. ди-(2-етилгексил)фталат	Хромато-мас-спектрометричний у поєднанні з твердофазною екстракцією	0,02—0,15
[12]	Перхлорат-іони	Фотометричний твердофазний	15—2000
[13]	Бромат-іони	хемілюмінесцентний	3—80
[14]	Tl	Інверсійна вольтамперометрія з попереднім концентруванням Tl (III) на MnO <sub>2</sub>	0,02—2
[15]	Ni	Фотометричний безекстракційний	10—250
[16]	Ag	Фотометричний безекстракційний	10—200

Таблиця 3. Орієнтовні межі виявлення та оптимальні діапазони концентрацій при визначенні нормованих елементів у воді методами ЕТ-ААС, ІЗП-АЕС

Елемент	Метод ЕТ-ААС			Метод ІЗП-АЕС	
	[9]		[17]	[18]	[19]
	Межа виявлення, мкг/дм <sup>3</sup>	Робочий діапазон, мкг/дм <sup>3</sup>	Робочий діапазон, мкг/дм <sup>3</sup>	Типові межі виявлення, мкг/дм <sup>3</sup>	Типові межі виявлення, мкг/дм <sup>3</sup>
Ag	0,2	1—10	0,5—10	4,7	20
Al	1	6—60	10—100	30	30
As	1	10—100	5—300	35	80
Ba	—	—	10—2000	1	4
Be	—	—	0,1—2,0	0,2	—
Cd	0,1	0,1—4	0,1—10	2,3	10
Co	1	6—60	1—50	4,7	10
Cr	0,5	2—20	1—50	4,7	10
Cu	0,5	3—30	1—50	3,6	10
Fe	1	3—30	40—250	4,1	10
Mn	0,5	1,5—15	1—50	1	20
Mo	1	6—60	1—200	5,3	2
Ni	1	7—70	1—50	10	—
Pb	1	10—100	1—50	28	70
Sb	1	10—100	5—20	20	100
Se	2	15—150	2—50	50	100
Tl	1	6—60	—	27	27
V	2	20—200	5—50	5	10
Zn	0,5	0,5—5	1—50	1,2	5

Удосконалення методичної бази для аналітичного контролю якості води вирішується шляхом уведення міжнародних стандартів як національних. Для визначення вмісту хімічних речовин у воді, починаючи з 2001 року, набули чинності близько 40 національних стандартів [8], ідентичних міжнародним.

У нових стандартах для визначення показників  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{O}_2$ , Ca, Ca+Mg, Fe, ХПК (хімічна потреба в кисні), БПК (біохімічне споживання кисню), лужності, залишкового активного хлору використовуються традиційні титриметричні, фотометричні та електрометричні методики; для визначення вмісту неорганічних аніонів — рідинна іонна хроматографія, для визначення високолетких хлорованих вуглеводнів, хлоровмісних пестицидів, поліхлорованих біфенілів та хлорбензолів — газова хроматографія з електронно-захоплювальним детектуванням; для визначення поліциклічних ароматичних вуглеводнів — високоєфективна рідинна хроматографія з флуоресцентним детектуванням. Мікрокількості 33 елементів визначають методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою згідно з [18]. Робота в цьому напрямку продовжується,

оскільки існує значна кількість неорганічних та органічних компонентів, для визначення яких чинні стандартні методики недостатньо чутливі, мало селективні або зовсім відсутні.

ТК 147 «Якість питної води» та відділом аналітичної хімії ІКХХВ НАНУ розроблено 8 нових національних стандартів [9—16] (табл. 2). В аналітичну практику, як національні, вводяться міжнародні стандарти, а також розроблені в Україні для визначення мікрокількостей талію, нікелю, срібла, бромат- та перхлорат-іонів, які базуються на високочутливих, селективних і досить простих методиках, розроблених в Україні. Нижче нові державні стандарти розглянуто більш детально.

Стандарт [9] регламентує визначення мікрокількостей токсичних елементів (Ag, Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, V, Zn) методом атомно-абсорбційної спектроскопії з графітовою пічкою (ЕТ—ААС). В Україні відсутній національний стандарт для аналізу води методом ААС з електротермічним збудженням, але відповідні засоби вимірювання виробляються вітчизняними підприємствами та широко застосовуються в аналітичних лабораторіях СЕС, екологічних центрах, водоканалах та підприємствах. ▶

Таблиця 4. Результати визначення нормованих мікроелементів в артезіанській воді в системі бюветного водопостачання м. Києва в 1998—2004 роках методом ААС

Показники	Значення показників, мг/дм <sup>3</sup>			Вода питна водопровідна, м. Київ
	Сеноманський горизонт, (глибина 90—193 м) 122 бювети	Юрський горизонт (глибина 256—337 м), 34 бювети	Вода з юрського та сеноманського горизонтів змішана 49 бюветів	
Fe	0,05—0,79	0,1—1,4	0,05—0,45	0,2—0,45
Mn	0,025—0,2	0,01—0,15	0,01—0,2	0,03—0,2
Cu	< 0,0010—0,003	< 0,001—0,03	< 0,001—0,006	0,001
Zn	< 0,04—0,9	< 0,04—1,5	< 0,04—0,25	0,009—0,015
Ni	< 0,001—0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Pb, Cd, Be, Cr	Менше 0,1ГДК кожного елемента			
Al	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,15—0,75
Ba	< 0,01—0,03	0,1—0,4	0,01—0,3	0,025

Таблиця 5. Результати аналізу стандартного зразка донних відкладів SRM 1944 (Standard reference material<sup>®</sup> 1944, New York — New Jersey Waterway Sediment, NIST) методом ААС з графітовою пічкою

Елемент	Сертифікована концентрація, мкг/г (суха вага)	Визначена середня концентрація, мкг/г (суха вага) (n = 3)	Відтворюваність (n = 3), %	Точність, % (відхилення від сертифікованого значення)
Cd	8,8 ± 1,4	7,9	± 3,5	9,7
Cr	266 ± 24	251	± 1,7	5,6
Mn	505 ± 25	512	± 0,5	1,4
Ni	76,1 ± 5,6	71,2	± 1,1	6,4
Zn	652 ± 7,5	641	± 1,8	1,6
Pb	330 ± 48	301	± 1,1	8,8
Ag	6,4 ± 1,7	6,3	± 5,1	2,4
Cu	380 ± 40	354	± 0,4	6,8

де n — кількість паралельно проаналізованих наважок стандартного зразка

Стандарт [18], призначений для визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ІЗП-АЕС), потребує використання дорогої апаратури та є недостатньо чутливим для визначення цілого ряду елементів на рівні ГДК та нижче. Порівняння гігієнічних нормативів для низки токсикантів (табл. 1) з межею їх визначення методом ІЗП-АЕС (табл. 3, [18, 19]) свідчить про неможливість виявлення на рівні встановлених нормативів берилію, кадмію, миш'яку, нікелю, ртуті, свинцю, селену, стибію, талію, хрому. Відповідно до стандарту [5], що розробляється, в доочищеній питній воді токсичні хімічні елементи нормуються на

рівні «відсутність», тобто вони не повинні виявлятися найбільш чутливими стандартними методами; тому межі виявлення токсичних компонентів мають бути досить низькими. Уведення [9] дозволить виявляти у воді токсичні хімічні елементи на рівні таких концентрацій: Cd, Be, Ag — 0,1 мкг/дм<sup>3</sup>; Cr, Cu, Mn, Zn — 0,5—1,0 мкг/дм<sup>3</sup>; Al, Fe, Co, Mo, Ni, Pb, Tl, As, Sb, Se, V — 1—2 мкг/дм<sup>3</sup>. Межа визначення методу для кожного елемента залежить від матриці зразка, інструменту, типу розпилювача, застосування хімічних модифікаторів і дозволяє вимірювати масову концентрацію переважної більшості перелічених елементів на рівні ГДК без додаткової пробопідготовки.

Матричний ефект можна повністю або частково подолати шляхом оптимізації температурних програм, застосування пічок та платформ з піролітичним покриттям, застосуванням хімічних модифікаторів, використанням методу стандартних добавок та корекції фону. У табл. 4 та 5 наведено приклади застосування методу ААС з електротермічною атомізацією для моніторингу якості питної води в б'юветах м. Києва [20] та визначення екологічно значущих металів в стандартних зразках донних відкладів.

У стандарті [10] наведено методу визначення аніонних поверхнево-активних речовини (ПАР) екстракційно-спектрофотометричним методом.

Ці речовини є одними з найпоширеніших хімічних забруднювачів водою; їх присутність погіршує органолептичні характеристики води та погіршує процеси самоочищення. Утворена ними піна є вагомою екологічною проблемою внаслідок концентрування в ній органічних забруднюючих речовин та патогенних мікроорганізмів, що становлять епідеміологічну загрозу навколишньому середовищу.

Поява аніонних ПАР у питній воді є результатом неефективного очищення води на сучасних водопровідних очисних спорудах. Згідно з [3] цей узагальнений показник нормується на рівні «відсутність» при аналізі води стандартним методом. За [4] концентрація ПАР нормується на рівні 10—250 мкг/дм<sup>3</sup> залежно від класу якості води. Метод базується на утворенні у лужному середовищі асоціатів аніонних ПАР з метиленовим блакитним та їх екстракції хлороформом з наступним обробленням хлороформного екстракту кислотою для усунення заважаючих факторів і визначення масової концентрації ПАР за оптичною густиною екстракту значення довжини хвилі  $\lambda = 650$  нм. Робочий діапазон вимірювання становить 0,05—5 мг/дм<sup>3</sup> за відносної похибки 19 % на рівні ГДК.

У стандарті [11] наведено методу визначення окремих **фталатів** (дифіри орто-фталевої кислоти) методом газової екстракції-мас-спектрометрії.

Фталати належать до низки найважливіших продуктів хімічної промисловості, основними джерелами їх надходження в навколишнє середовище є побутові відходи, що містять полімерні матеріали. Фталати добре розчинні у воді, мають значні термо- (до 400 °С) і фотостабільність, стійкість до гідролізу в нейтральних середовищах, що призводить до постійного їх накопичення в природних об'єктах. Агенція з охорони навколишнього середовища США (US EPA) включила шість основних фталатів (диметилфталат, диметилфталат, ди-н-бутилфталат, н-бутилбензилфталат, ди-(2-етилгексил)фталат і ди-н-октилфталат) до переліку пріоритетних забруднюючих речовин. Згідно з нормативом ВООЗ [7] допустимий вміст ди-(2-етилгексил)фталату в питній воді складає 8 мкг/л.

В Україні вміст ди-(2-етилгексил)фталату нормується у воді з джерел господарсько-питного водопостачання згідно з [4], проте стандартного метода його контролювання не існує. Національний стандарт [11] містить методи виділення та концентрування визначуваних сполук з водної фази за допомогою твердофазної екстракції (на поруватих полімерних сорбентах), елюювання етилацетатом, очищення концентрату на оксиді алюмінію та кількісне визначення методом хромато-мас-спектрометрії. Межа визначення фталатів становить 0,02—0,15 мкг/дм<sup>3</sup> і залежить від індивідуальної речовини, значення «холостого» дослід (фону) та кваліфікації аналітика. Величина фону за вмістом ди-(2-етилгексил)фталату може складати до 0,1 мкг/дм<sup>3</sup> у воді та 300 нг/м<sup>3</sup> у повітрі. Значний досвід в розробленні та застосуванні методу хромато-мас-спектрометрії для визначення обмежено-летких органічних забруднювачів у воді та донних відкладах має ІКХХВ НАН України [21].

У [12] наведено методу визначення масової концентрації перхлорат-іонів фотометричним методом.

Перхлорат-іони є забруднювачами навколишнього середовища антропогенного походження і належить до 2 класу небезпечних речовин. Залишкові кількості перхлоратів знаходять у природних об'єктах районів, де проводились вибухові і піротехнічні роботи. Солі перхлоратів широко використовують як основний компонент ракетного палива, вибухових і піротехнічних сумішей. Із стічними водами аерокосмічної галузі, фармацевтичних виробництв перхлорат потрапляє до ґрунтових вод, а потім — до джерел водопостачання. З 1997 року перхлорат знаходять в джерелах водопостачання різних країн на рівні  $\leq 50$  мкг/дм<sup>3</sup>.

Через загрозу здоров'ю людини та все частіше знаходження його в джерелах питного водопостачання перхлорат включено до переліку речовин, на які потрібно встановити ГДК у питній воді. Сьогодні вважається, що ГДК перхлорату у воді буде знаходитись на рівні 20—25 мкг/дм<sup>3</sup>. В Україні вміст перхлорату нормується на рівні 5 мг/дм<sup>3</sup> [2], тому є потреба переглянути існуючі нормативи та провести екологічний моніторинг природних, стічних і питних вод. Для цього необхідно мати високочутливу стандартну методу визначення перхлорату.

У [12] використана методика сорбційно-фотометричного визначення перхлоратів, яка базується на утворенні у водному розчині забарвленого іонного асоціату перхлорат-іону з кристалічним фіалковим, концентруванні асоціату на таблетці з пінополіуретану, яку попередньо оброблено толуолом, та вимірюванні дифузного відбиття забарвленої твердої носія [22]. Інтенсивність забарвлення таблетки при максимальній довжині хвилі  $\lambda_{\max} = 600$  нм

пропорційна концентрації перхлорату в пробі води. Визначенню 10 мкг перхлорату не заважають 1000-кратний надлишок  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , 200-кратний надлишок  $\text{Cl}^-$ , та 50-кратний надлишок  $\text{NO}_3^-$ ; заважають аніонні ПАВ, які в разі присутності потрібно видалити. Робочий діапазон визначення перхлорату дорівнює 0,01—0,8 мг/дм<sup>3</sup>, відносна похибка становить 15—45 %.

До [13] включено методику визначення масової концентрації у воді бромат-іонів.

Ці речовини відносяться до побічних продуктів процесів знезараження питної води і можуть утворюватись при обробці окисниками води, що містить броміди та інші сполуки броду. ГДК бромату у питній воді встановлена на рівні 10 мкг/дм<sup>3</sup> відповідно до вимог директиви [4] та рекомендацій ВООЗ. В Україні відсутній національний стандарт на визначення масової концентрації бромат-іонів у воді з джерел питного водопостачання та питній воді на рівні ГДК. Існує стандарт ISO 15061:2001 Якість води. Визначення розчиненого бромату, який ґрунтується на використанні іонної хроматографії для розділення іонів та мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ІЗП) для їх детектування.

Методика, що включена до [13], передбачає застосування дешевого і простого у використанні приладу для вимірювання світіння — хемілюмінесцентного фотометра або люмінометра. Хемілюмінесцентний метод визначення мікрокількостей бромат-іонів, базується на відновленні бромату до броміду, окисненні броміду калієм двохромовоокислим до броду, газовій екстракції останнього та детектуванні у потоці газуносія за реакцією з люмінолом [23, 24]. Інтенсивність світіння розчину люмінолу пропорційна концентрації бромату у пробі води. Визначенню бромату не заважають хлорид-іони до 1,0 г/дм<sup>3</sup>, залишковий активний хлор та озон до 20 мг/дм<sup>3</sup>, йодиди та йодати до 0,04 мг/дм<sup>3</sup>, хлорати до 30 мг/дм<sup>3</sup>, а також інші макро- і мікрокомпоненти питної води. Робочий діапазон методики становить 0,003—0,08 мг/дм<sup>3</sup>, границя сумарної відносної похибки вимірювання для концентрації бромат-іонів 3—50 мкг/дм<sup>3</sup> — 30 %, для концентрації бромат-іонів 50—80 мкг/дм<sup>3</sup> — 20 %.

У стандарті [14] наведено методику визначення масової концентрації талію методом інверсійної вольтамперометрії.

Талій є одним з найбільш токсичних елементів; нормативи щодо його вмісту в воді знаходять в межах від «відсутність» до 0,1—2 мкг/дм<sup>3</sup> (табл. 1). НД Росії та США регламентують вміст талію у питній воді на рівні 0,1 мкг/дм<sup>3</sup> та 0,5—2 мкг/дм<sup>3</sup> відповідно. В Україні державний стандарт на метод визначення талію у воді відсутній. Межа визначення талію методами ЕТ-ААС, ІЗП-АЕС становить

6 мкг/дм<sup>3</sup> та 30 мкг/дм<sup>3</sup> відповідно, що не дозволяє проводити визначення на рівні встановлений нормативів.

Одним з найбільш чутливих методів для визначення мікрокількостей талія є інверсійна вольтамперометрія, яка дозволяє визначати  $\geq 2$  мкг/дм<sup>3</sup> талію [25], проте для визначення на рівні ГДК цей метод потребує попереднього концентрування талію. При розробленні державного стандарту метод інверсійної вольтамперометрії був поєднаний [26] з попереднім концентруванням іонів талію співосадженням гідроксиду Тl (III) з гідроксидом Mn (IV). Далі концентрат розчиняють у присутності відновника та кількісно визначають Тl (I) у змінно-струменевому режимі, що включає електроконцентрування Тl (I) на ртутному плівковому електроді та подальше зняття анодної вольтамперограми. Кількісне визначення талію проводять методом стандартних добавок. Спосіб виділення та концентрування талію з проб вод, який описаний у [14], дозволяє усунути заважаючий вплив металів, близьких до талію за хімічними та електрохімічними властивостями (Pb, Cd, Cu), а також вплив інших компонентів матриці води [26]. Діапазон вимірювання масової концентрації талію становить 0,02—2 мкг/дм<sup>3</sup>; відносна похибка для концентрацій 0,02—0,1 мкг/дм<sup>3</sup> дорівнює  $\pm 50$  %, для концентрацій 0,1—0,5 мкг/дм<sup>3</sup> —  $\pm 30$  %, для концентрацій 0,5—2 мкг/дм<sup>3</sup> —  $\pm 20$  %.

У стандарті [15] наведено методику визначення масової концентрації нікелю експресним безекстракційним фотометричним методом.

Нікель відноситься до токсичних елементів з канцерогенною дією і його вміст контролюється у природних, питних та стічних водах. ГДК нікелю в питній воді встановлена на рівні 0,02—0,1 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 1). Національного стандарту на метод визначення нікелю у воді безекстракційним фотометричним методом не існує. ААС з електротермічною атомізацією дозволяє визначати нікель у воді на рівні ГДК (табл. 3), але потребує досить складної та дорогої апаратури.

Розроблення [15] обумовлено необхідністю у простій, експресній та екологічно безпечній методиці для поточного визначення мікрокількостей нікелю на рівні ГДК. Методика базується на утворенні забарвленої у червоний колір комплексної сполуки Ni (II) з 1-(2-піридилазо)нафтолом-2 (ПАН) при рН 9,5—10 у водно-міцелярному середовищі, яке створене введенням неіоногенної поверхнево-активної речовини ОС-20. Для усунення заважаючої дії інших важких металів використовують маскуючі реагенти, які вводять при певному порядку змішування компонентів. У цих умовах визначенню нікелю не заважають Fe, Cu, Zn, Cd, Pb, Mn, Co(II) при сумарному вмісті  $\leq 5$  мг/дм<sup>3</sup> [27]. Діапазон визначення



11. ДСТУ ISO. Якість води. Визначення окремих фталатів методом газової хроматографії/мас-спектрометрії (ISO 18856:2004(E). Water quality — Determination of selected phthalates using gas chromatography/mass spectrometry, IDT) (на розгляді).
12. ДСТУ 7147:2010. Якість води. Визначення масової концентрації перхлорат-іонів фотометричним методом. Вводиться вперше.
13. ДСТУ 7148:2010. Якість води. Визначення масової концентрації бромат-іонів хемілюмінесцентним методом. Вводиться вперше.
14. ДСТУ 7149:2010. Якість води. Визначення масової концентрації талію методом інверсійної вольтамперометрії. Вводиться вперше.
15. ДСТУ 7150:2010. Якість води. Визначення масової концентрації нікелю експресним безекстракційним фотометричним методом. Вводиться вперше.
16. ДСТУ 7151:2010. Якість води. Визначення масової концентрації срібла експресним безекстракційним фотометричним методом. Вводиться вперше.
17. ГОСТ Р 51309-99. Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектрометрии.
18. ДСТУ ISO 11885:2005. Якість води. Визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою.
19. US EPA Method 6010C. Inductively coupled plasma — atomic emission spectrometry (Індуктивно зв'язана плазма — атомно-емісійна спектрометрія).
20. Бювети Києва. Якість артезіанської води / За редакцією В.В. Гончарука. — Київ, 2003. — 110 с.
21. Милюкин М. В. Идентификация микропримесей ограниченно-летучих органических соединений нейтрального и кислого характера в концентратах природных и питьевых вод после твердофазной экстракции методом хромато-масс-спектрометрии // Химия и технология воды. — 1996. — Т. 18, № 6. — С. 615—631.
22. Патент 81585, Україна, МПК 7. Спосіб визначення перхлорату у воді / Доленко С. О., Куцевська Н. Ф., Гончарук В. В. — Опубл. 10.01.2008. Бюл. № 1.
23. А. С. № 1394101, СССР. Способ определения бромидов // Пилипенко А.Т., Зуй О. В., Терлецкая А. В., Онопа Н. В., Б.И. № 17, 1988.
24. Зуй О.В. Хемилюминесцентное определение следовых количеств броматов // Химия и технология воды. — 1998. — Т. 20. — № 6. — С. 592—597.
25. Козина С.А. Концентрирование микроколичеств таллия соосаждением на коллекторе с последующим инверсионным вольтамперометрическим определением // Химия и технология воды. — 2005. — Т. 27. — № 4. — С. 357—363.
26. Патент 77482, Україна, МПК 7, G01N 27/26, 27/42, 27/40. Інверсійний вольтамперометричний спосіб визначення талію у водному середовищі // Козіна С. О. — Надр. 15.12.2006, Бюл. № 12.
27. Патент 75500, Україна, МПК 7, G01 N21/00. Фотометричний спосіб визначення нікелю у воді / Терлецька Г. В., Богословська Т. О., Ієвлева О. С., Куцевська Н. Ф. — Надр. 17.04.2006. — Бюл. № 4.
28. Пилипенко А. Т., Мацibuра Г. С., Терлецкая А. В. Сопоставление фотометрических методов определения серебра в питьевой воде // Химия и технология воды. — 1986. — Т. 8. — № 5. — С. 46—49. ■

ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ ФАХІВЦІВ

**СЕМІНАР-ПРАКТИКУМ «ВНУТРІШНІ АУДИТИ: РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ПРАКТИЧНІ НАВИЧКИ З ПІДГОТОВКИ, ПРОВЕДЕННЯ Й АНАЛІЗУ»**

**7** грудня 2010 року компанія «Абіс-Софт» разом з ТОВ «Глобал Сертіфік» і ТОВ «ТЮФ ЗЮД Україна» проводить Перший Всеукраїнський семінар-практикум, присвячений особливостям здійснення внутрішніх аудитів.

У ході семінару експерти з аудиту систем управління нададуть консультації з питань підготовки й проведення внутрішніх аудитів. Запланована практична робота із програмним комплексом, розробленим спеціально для автоматизації систем менеджменту «ABIS-ISO».

Відвідувачі семінару отримають інформацію: як підвищити ефективність роботи внутрішніх аудиторів; які невідповідності виявляють зовнішні аудитори у ході перевірки процесу «Внутрішні аудити» найчастіше і як їх уникнути; як використати механізм внутрішніх аудитів, щоб він приносив максимум корис-

ті для компанії; наочні приклади застосування системи електронного документообігу й системи управління записами із систем управління «ABIS-ISO» для автоматизації процесу «Внутрішні аудити».

Цільова аудиторія семінару-практикуму — керівники й відповідальні із систем управління якістю (охорони навколишнього середовища, харчової безпеки, охорони праці); співробітники служб сертифікації та якості.

Організаційний внесок — 300 грн.

Кожний учасник заходу одержить сертифікат учасника семінару ТОВ «Абіс-Софт» і ТОВ «Глобал Сертіфік».

**Телефони для довідок та реєстрації у Києві:** 044 360-00-56, **в Одесі:** 0482 34-33-22.

Додаткову інформацію можна отримати на сайті компанії «Абіс-Софт»: <http://www.abissoft.com> ■