

УДК 543.422.3:543.426:546.681

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНЕ ТА СПЕКТРОФЛУОРИМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ГАЛІЮ

Сухарев С.М., Сухарева О.Ю.

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 88000, м. Ужгород, вул. Підгірна, 46;
e-mail: depchem@univ.uzhgorod.ua; ssukharev@ukr.net

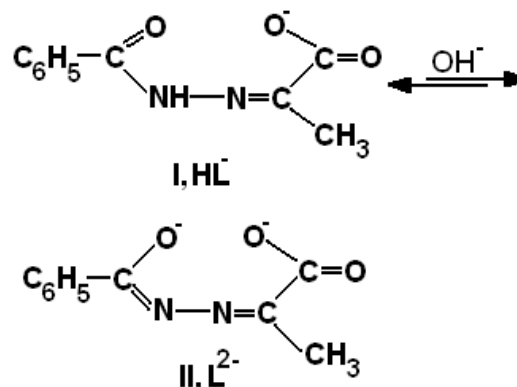
В аналітичній хімії галію важливу роль відіграють спектрофотометричні та флуориметричні методи аналізу, які базуються на використанні органічних реагентів [1-5]. Серед аналітичних форм, які використовуються для визначення галію, важливу роль відіграють йонні асоціати (ЙА) галогенідних комплексів галію з основними барвниками [6-8]. На їх використанні розроблено стандартні методики визначення вмісту галію у різноманітних об'єктах [9-12]. Але пошук нових аналітичних форм на основі комплексів галію з органічними реагентами, які придатні для спектрофотометричного та флуориметричного його визначення є актуальним.

В роботі [13] показано, що натрієві солі ацилгідрозонів пірвіноградної кислоти та ціаніновий барвник астрафлосин FF (АФ) є ефективними реагентами для екстракційно-фотометричного визначення галію та індію у вигляді їх ЙА. Встановлено, що в аналогічних умовах з даними реагентами такі ЙА утворюють Al(III), Ga(III), In(III), Tl(III), Fe(II, III), а при попередньому нагріванні – також Cr(III), Rh(III), Ir(III), Co(III) та Mn(III). За умов екстракційно-фотометричного визначення галію, можна усунути вплив Al(III) та Fe(II, III) використанням фторид-іонів, але вплив In(III) і Tl(III) усунути неможливо. Тому пошук більш селективних аналітичних форм, які б дозволяли визначати Ga(III) у присутності In(III) і Tl(III) без його виділення екстракцією хлоридних комплексів [1] є перспективним.

В даній роботі представлені дослідження по спектрофотометричному та флуориметричному визначенню Ga(III) у вигляді його ЙА з натрієвою сіллю бензоїлгідрозону пірвіноградної кислоти (БГПВ) та ціаніновим барвником АФ.

Експериментальна частина

У роботі використані 0,05-0,0001 моль/дм³ водні розчини БГПВ, які одержані розчиненням точної наважки реагенту. У водному розчині БГПВ може реалізовувати амідогідрозонову (I) та гідрозон- α -оксиазінову (II) таутомерні форми, за рахунок чого утворювати з катіонами металів комплекси різного складу і типу [13-15]:



Використовували 0,001 моль/дм³ водний розчин комерційного реагенту астрафлосин FF (хлоридна сіль), що одержаний шляхом розчиненням точної наважки реагенту.

Вихідний стандартний розчин галію (0,1 моль/дм³) одержували розчиненням точної наважки високочистого металу (марки В-4) у розведеній сульфатній кислоті «х.ч.», а розчини менших концентрацій відповідним поетапним розведенням вихідного безпосередньо перед дослідженням.

Кислотність середовища, яку створювали ацетатно-амонійним буферним розчином (1 моль/дм³), контролювали за допомогою рН-метра «ОР-211/1». Всі використані у роботі реагенти мали кваліфікацію не нижче «ч.д.а.».

Спектри світлопоглинання реєстрували на спектрофотометрі «Specord M-40»,

оптичну густина вимірювали на фотоелектроколориметрі КФК-3, спектри люмінесценції реєстрували на спектрофлуориметричній установці на базі МДР-12 (ЛОМО, Росія).

Квантово-хімічні розрахунки проводили за допомогою пакету програм «HyperChem V. 8.0.8» напівемпіричними методами (PM3). Напівемпіричні розрахунки проводились з повною оптимізацією геометричних параметрів (норма градієнту не перевищувала 0,001 ккал/моль) в наближенні обмеженого методу Хартри-Фока без урахування електронної кореляції.

Результати та їх обговорення

Попередні дослідження показали, що в слаболужному середовищі іони Ga(III) з реагентами БГПВ та АФ утворює ЙА, який придатний для спектрофотометричного та флуориметричного визначення галію.

Спектрофотометрія. При утворенні ЙА галію з БГПВ та АФ спостерігається батохромний зсув максимуму поглинання розчину ЙА галію відносно максимуму поглинання розчину АФ. Це може бути використано для спектрофотометричного визначення галію з даними реагентами.

Дослідження впливу різноманітних факторів на утворення ЙА галію з БГПВ та АФ у водному розчині показало, що умови утворення ЙА галію близькі до умов екстракційно-фотометричного його визначення [13]. Так, оптимальні межі кислотності розчину спектрофотометричного визначення галію складають рН 6,0-9,3, тоді як для екстракційно-фотометричного – лише рН 6,2-7,5. Інші умови утворення ЙА галію, як і його склад та таутомерна форма ліганду в комплексі, є аналогічними [13]. У складі ЙА галію, реагент БГПВ реалізує гідрозон- α -оксиазинову форму (II).

Особливістю ЙА металів з гідразонами та основними барвниками, у яких як ліганди використовуються ацилгідрозони піровиноградної кислоти, є висока їх гідрофільність. Тому подібні ЙА більшості металів (Al, In, Tl, Cr та інші) добре розчинні у воді і не викликають батохромний зсув максимуму світлопоглинання у водному розчині, хоча вилучаються толуеном [13-15]. Виключенням

є ЙА Ga(III) та Fe(III) з БГПВ та АФ, утворення яких у водному розчині супроводжується батохромним зсувом максимуму світлопоглинання. На рис. 1 представлено спектри світлопоглинання водного розчину ЙА Ga(III) з БГПВ та АФ при різних концентраціях галію. З рисунку видно, що контрастність реакції є досить малою ($\Delta\lambda = 45$ нм), але при невисоких концентраціях АФ його поглинання при $\lambda=583$ нм, що відповідає максимуму світлопоглинання ЙА галію, є незначним. При високих концентраціях АФ, поглинання його розчинів при $\lambda=583$ нм стає відчутним, що може заважати визначенню галію.

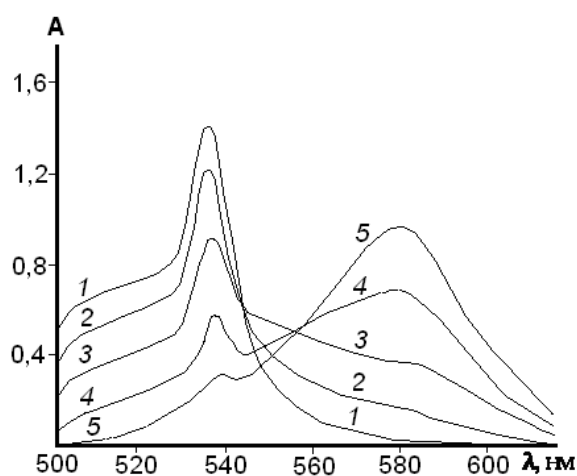


Рис. 1. Спектри світлопоглинання розчинів ЙА Ga(III) з БГПВ та АФ при різних концентраціях галію: 1 – 0; 2 – $0,5 \times 10^{-5}$; 3 – $1,0 \times 10^{-5}$; 4 – $2,0 \times 10^{-5}$; 5 – $3,0 \times 10^{-5}$ моль/дм³; $C_{\text{БГПВ}} = 4 \times 10^{-4}$ моль/дм³; $C_{\text{АФ}} = 2 \times 10^{-5}$ моль/дм³; $l = 0,5$ см; рН 8,5.

Водний розчин АФ поглинає при $\lambda=538$ нм [16, 17], тоді як ЙА галію – при $\lambda=583$ нм ($\epsilon=7,1 \times 10^4$). Забарвлення ЙА виникає практично миттєво, після додавання буферного розчину, і стійке протягом 30 хв. Після цього ЙА галію поступово збільшує розчинність, що супроводжується зникненням максимуму світлопоглинання при $\lambda=583$ нм.

Спектрофотометричному визначенню галію з БГПВ та АФ заважають іони Fe(II, III), які можна усунути (до 500 кратних кількостей) додаванням фторидів. Слід зазначити, що хоча іони Al(III), In(III), Tl(III) та інші не утворюють у водному розчині ЙА

з досліджуваними реагентами, вони можуть вступати у конкуруючу реакцію з БГПВ. Тому можливий вплив Al(III) усувають фторид-іонами, а кількість інших іонів металів не повинна перевищувати 100-кратної кількості галію.

Для пояснення причини особливої поведінки ЙА галію з БГПВ та АФ нами проведено квантово-хімічні розрахунки властивостей комплексів та ЙА деяких тривалентних металів з досліджуваними реагентами, а також визначені методом Комаря [18] константи утворення цих сполук. У табл. 1 представлено деякі параметри досліджуваних сполук.

Таблиця 1. Деякі характеристики комплексів та ЙА тривалентних металів

Комплекс, ЙА	S	p	β
$[\text{Ga}(\text{БГПВ})_2]^-$	761,3	10,01	$2,8 \times 10^{11}$
$[\text{Ga}(\text{БГПВ})_2]\text{АФ}$	1181,4	7,02	$8,9 \times 10^5$
$[\text{Al}(\text{БГПВ})_2]^-$	733,9	9,51	$1,7 \times 10^{13}$
$[\text{Al}(\text{БГПВ})_2]\text{АФ}$	1134,1	7,57	$9,7 \times 10^5$
$[\text{In}(\text{БГПВ})_2]^-$	802,3	11,69	$1,9 \times 10^{11}$
$[\text{In}(\text{БГПВ})_2]\text{АФ}$	1215,8	9,35	$4,8 \times 10^5$
$[\text{Tl}(\text{БГПВ})_2]^*$	1020,1	6,58	$2,4 \times 10^6$
$[\text{Tl}(\text{БГПВ})_2]\text{АФ}^*$	1477,8	16,27	$4,3 \times 10^3$

Примітка. β – константа стійкості комплексу або ЙА; S – ентропія (при 293К) Дж/градхмоль; p – дипольний момент, Дебай; * значна деформація внутрішньої координаційної сфери комплексу.

Із даних табл. 1 видно, що при переході від комплексів металів до їх ЙА значно знижується стійкість сполук, що зумовлено зміною характеру взаємодії (координаційна взаємодія у комплексах та іонна в ЙА). Крім того, при переході від комплексів металів до їх ЙА проходить пониження дипольного моменту сполук, крім сполук талію. Це, в свою чергу, визначає здатність ЙА металів вилучатися толуеном, тоді як комплекси не екстрагуються.

Слід звернути увагу, що ЙА галію з БГПВ та АФ має найменше значення дипольного моменту, тому можна припустити, що він є найменш розчинним у воді. Отже, саме цей факт зумовлює утворення ЙА галію з БГПВ та АФ у водному

середовищі і викликає батохромний зсув максимуму світлопоглинання ЙА відносно максимуму поглинання АФ (утворення колоїдного розчину). Крім того, існує певна кореляція між значеннями дипольного моменту ЙА металів та їх стійкістю.

На основі проведених досліджень нами розроблена методика спектрофотометричного визначення галію у ґрунтах заповідних територій (Національних природних парках Закарпатської області).

Методика спектрофотометричного визначення галію у ґрунтах. Пробу ґрунту відбирають та готують згідно ГОСТ 17.4.4.02-82 [19], а далі мінералізують як для валового аналізу при визначенні мікрокомпонентів згідно [20]. Одержують кислий розчин мінералізату. 2,5 см³ досліджуваного розчину переносять у полімерні градуйовані пробірки, додають 0,5 см³ насиченого розчину NaF, 0,4 см³ водного розчину БГПВ (0,02 моль/дм³), 0,1 см³ водного розчину АФ (0,001 моль/дм³) і перемішують розчин. Далі буферним розчином з рН=9 доводять до об'єму 5,0 см³, перемішують і вимірюють оптичну густину при $\lambda=583$ нм в кюветах з $l=1,0$ см відносно розчину порівняння (готують аналогічно, з додаванням 0,2 см³ 0,01 моль/дм³ розчину трилону Б). Вміст галію знаходять методом добавок.

Результати визначення вмісту галію у ґрунтах національних природних парків Закарпатської області представлено у табл. 2. Правильність методики перевіряли паралельним аналізом зразків ґрунту методом атомно-абсорбційної спектрометрії.

Результати визначення вмісту галію у ґрунтах заповідних територій Закарпаття, які представлені у табл. 2 показують, що знайдений вміст галію у буроземах є характерним для його природного вмісту. Звичайний вміст галію у ґрунтах складає 2-70 мг/кг, максимальний – до 300 мг/кг [21].

Пропонована методика спектрофотометричного визначення галію у ґрунтах є простою у виконанні та має задовільні метрологічні характеристики. Недоліком методики є необхідність використання методу добавок.

Таблиця 2. Результати визначення валового вмісту галію у ґрунтах заповідних територій Закарпатської області ($n=6$; $P=0,95$)

Зразок ґрунту	Знайдено галію, мг/кг	
	СФ	Метод ААС
НПП «Зачарований край»		
№ 1*	1,14±0,05	1,08±0,07
№ 2*	0,97±0,04	1,02±0,06
№ 3*	0,81±0,04	0,86±0,06
№ 4**	1,42±0,06	1,34±0,08
НПП «Ужанський»		
№ 1*	0,79±0,04	0,75±0,06
№ 2*	0,94±0,05	1,03±0,05
№ 3**	1,88±0,07	1,80±0,10
№ 4***	3,14±0,11	3,22±0,08
НПП «Синевир»		
№ 1*	0,84±0,04	0,78±0,07
№ 2**	1,07±0,05	1,05±0,07
№ 3***	2,23±0,08	2,31±0,07
№ 4***	2,81±0,11	2,75±0,09

Примітка. СФ – спектрофотометричний метод (пропонований); Ґрунти: * бурі гірсько-лісові неглибокі щепенувато-кам'яністі середньо суглинкові; ** бурі гірсько-лісові середньо глибокі та глибокі опідзолені оглеєні щепенувато-кам'яністі важко суглинкові; *** дерново-буроземні на елювії-делювії щільних порід.

Флуориметрія. Для флуориметричного визначення галію використовують гідрозони кількох класів [4, 22, 23], хоча ці реагенти не можуть конкурувати за ефективністю з оксифлавонами або азобарвниками [1]. Проте для вирішення окремих аналітичних задач комплекси галію з гідрозонами можуть бути ефективними аналітичними формами для його флуориметричного визначення.

Попередні дослідження показали, що в слаболужному середовищі розчин комплексу Ga(III) з БГПВ має жовту флуоресценцію, але інтенсивність флуоресценції розчину реагенту є більш інтенсивною. Додавання АФ з утворенням ЙА галію, як це зазначалося нами раніше, призводить до інтенсифікації флуоресценції комплексу(ЙА) галію та пригнічення флуоресценції розчину БГПВ. Аналогічні ЙА з реагентами БГПВ та АФ, які здатні до флуоресценції, утворюють крім Ga(III), іони Al(III), In(III) та Fe(III). Вплив Al(III) та Fe(III) (до 1000-кратних

кількостей) можна усунути додаванням фторидів, але вплив In(III) усунути маскуванням практично неможливо, тому визначення галію можливе лише в об'єктах, у яких відсутній індій.

Вивчення впливу рН середовища на флуоресценцію ЙА Ga(III) з БГПВ та АФ показало, що визначення галію можливе в межах рН 7,0-9,5, але оптимальним є рН 8,5-9,5 коли мінімальна флуоресценція розчину реагенту. Межі рН флуоресцентного та спектрофотометричного визначення галію у вигляді його ЙА з БГПВ та АФ співпадають.

На рис. 2 представлено спектри флуоресценції розчину ЙА галію з БГПВ та АФ, а також розчину реагентів (БГПВ та АФ) у аналогічних умовах.

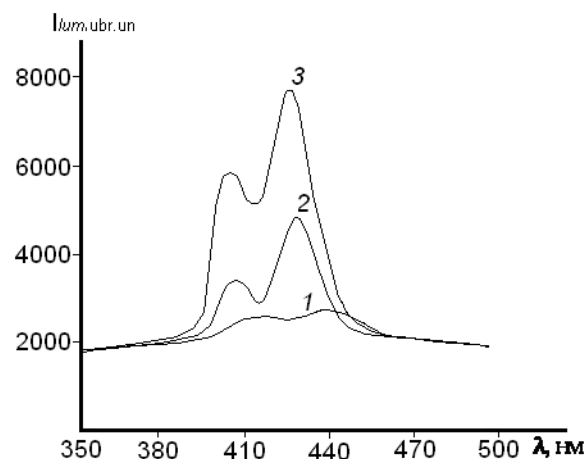


Рис. 2. Спектри люмінесценції ЙА галію з БГПВ та АФ, при різних концентраціях Ga: 1 – 0; 2 – $1,0 \times 10^{-6}$; 3 – $2,0 \times 10^{-6}$ моль/дм³; $C_{\text{БГПВ}} = 4 \times 10^{-4}$ моль/дм³; рН 9,2; $\lambda_{\text{exc}} = 337$ нм; $T = 300\text{K}$; $U = 2100\text{V}$.

Із даних рис. 2 видно, що спектр флуоресценції ЙА галію має два максимуми випромінювання (при $\lambda = 407,3$ нм та $\lambda = 433,2$ нм), більш інтенсивний при $\lambda = 433,2$ нм. Флуоресценція реагентів є незначною (максимум при $\lambda = 438,2$ нм). Максимум поглинання ЙА, який відноситься до флуоресценції знаходиться при $\lambda = 337$ нм, хоча в спектрі розчину ЙА галію наявні інтенсивні смуги поглинання при 538 нм (АФ) та 583 нм (ЙА галію).

Пропорційність інтенсивності флуоресценції ЙА галію з БГПВ та АФ спостерігається в межах концентрації галію

0,0-0,7 мкг/см³, межа виявлення (за 3S-критерієм) складає 3,4 нг/см³.

На основі проведених досліджень нами розроблена методика спектрофлуориметричного визначення галію у намулах (седиментах) малих річок заповідних територій (національних природних парків Закарпатської області).

Методика спектрофлуориметричного визначення галію у намулах. Намули відбирають згідно ГОСТ 17.1.5.01-80 [24] і готують кислотну витяжку згідно РД 52.18.191-89 [25]. Одержаний кислий розчин аналізують. 2,5 см³ досліджуваного розчину переносять у полімерні градуйовані пробірки, додають 0,5 см³ насиченого розчину NaF, 0,4 см³ водного розчину БГПВ (0,01 моль/дм³), 0,2 см³ водного розчину АФ (0,001 моль/дм³) і перемішують розчин. Далі буферним розчином з рН~9 доводять до об'єму 5,0 см³, перемішують і вимірюють інтенсивність флуоресценції при $\lambda=433,2$ нм (опромінення досліджуваного розчину здійснюють при $\lambda=337$ нм). Розчин порівняння готують аналогічно, з додаванням 0,2 см³ 0,01 моль/дм³ розчину трилону Б. Вміст галію знаходять за калібрувальним графіком.

Таблиця 3. Результати визначення вмісту галію у намулах малих річок заповідних територій Закарпатської області ($n=6$; $P=0,95$)

Зразок намулу	Знайдено галію, мкг/кг	
	ФМ	Метод ААС
НПП «Зачарований край»		
р. Ільничка	11,29±0,68	12,01±1,09
р. Іршава	10,47±0,64	н/в
р. Синявка	6,98±0,48	н/в
р. Боржава	19,14±0,97	18,77±1,24
НПП «Ужанський»		
р. Уж	23,69±1,21	23,21±1,35
р. Лубня	12,53±0,75	13,16±1,18
р. Уличка	9,91±0,67	н/в
р. Вишка	11,07±0,70	н/в
НПП «Синевир»		
р. Слобода	8,24±0,58	н/в
р. Теремля	14,65±0,89	14,93±1,15
р. Сухар	7,44±0,52	н/в
р. Озерянка	9,53±0,59	н/в

Примітка. ФМ – флуориметричний метод; н/в – не виявлено.

Правильність методики перевірялася паралельним аналізом намулів методом електротермічної ААС. Результати визначення галію у намулах малих річок заповідних територій представлені у табл. 3.

Аналіз даних табл. 3 показує, що вміст галію у намулах малих річок заповідних територій є незначним. Пропонована методика флуориметричного визначення галію є більш чутливою, ніж методика визначення методом ААС, вона проста у виконанні і має задовільні метрологічні характеристики.

Висновки

Показано можливість спектрофотометричного та флуориметричного визначення галію у вигляді його йонних асоціатів з бензоїлгідрозом пірвіноградної кислоти та астрафлосином. Розроблені методики визначення галію у ґрунтах (спектрофотометрія) та намулах річок (спектрофлуориметрія) Національних природних парків Закарпаття.

Література

1. Дымов А.М., Савостин А.П. Аналитическая химия галлия. – М.: Наука, 1958. – 258 с.
2. Нагиев Х.Д., Кулиева Ф.В., Гамбаров Д.Г. Фотометрическое определение галлия в присутствии алюминия // Журн. аналит. химии. – 2007. – 62, № 8. – С. 811-813.
3. Алиева Р.А., Алиева Ф.С., Чырагов Ф.М. Спектрофотометрическое определение комплексообразования галлия (3+) с 2,3,4-тригидрокси-4'-фторазобензолом в присутствии уротропина и дифенилнунанидина // Изв. вузов. Цв. металлургия. – 2006. – № 3. – С. 24-27.
4. Tang Bo, Jiang Chongqiu, Fu Hongyan, Lu Ping. Fluorimetric Reaction of Salicylaldehyde Salicyloylhydrazone With Gallium and Its Application // Chinese Journal of Analytical Chemistry. – 1996. – 24, № 4. – P. 467-470.
5. Determination of traces of gallium in biological materials by fluorometry / Urena E., Garcia de Torres A., Cano Pavon J. M., Gomez Ariza J. L. // Anal. Chem. – 1985. – 57, № 12. – P. 2309-2311.
6. Базель Я.Р., Киш П.П., Шевчук Л.И. Экстракция и фотометрическое определение галлия в виде хлоридных комплексов стириловым красителем // Журн.аналит.химии. – 1991. – 46, №8. – С. 1520-1524.
7. Киш П.П., Букович А.М. Экстракційно-фотометричне визначення галію з вікторією

голубою 4R // Укр.хім.журн. – 1969. – **35**, № 12. – С. 1290-1296.

8. Воронич О.Г., Базель Я.Р., Студеняк Я.І. Нові аналітичні форми для фотометричного визначення галію // Матеріали сесії Наукової ради НАН України з проблем «Аналітична хімія». – Ужгород: Вид-во УжНУ, 2003. – С. 16-17.

9. Боксит. Методы определения оксида галлия: ГОСТ 14657.11-96. – [Введен 01.01.99]. – М.: Из-во стандартов, 1996. – С. 110-116.

10. Концентраты цинковые. Метод определения галлия: ГОСТ 14048.16-80. – [Введен 01.07.81]. – М.: Из-во стандартов, 1980. – 5 с.

11. Сплавы алюминиевые, литейные и деформируемые: ГОСТ 11739.26-90. – [Введен 01.07.91]. – М.: Из-во стандартов, 1990. – С. 112-117.

12. Алюминий. Методы определения галлия: ГОСТ 12697.13-90. – [Введен 01.07.91]. – М.: Из-во стандартов, 1990. – С. 61-64.

13. Сухарев С.М., Сухарева О.Ю., Делеган-Кокайко С.В. Екстракційно-фотометричне визначення галію та індію // Укр. хім. журн. – 2010. – **76**, № 6. – С. 110-114.

14. Сухарев С.Н., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Экстракционно-фотометрическое определение хрома(III) в речных водах // Химия и технология воды. – 1997. – **19**, №1. – С. 14-18.

15. Сухарев С.Н., Чундак С.Ю. Экстракционно-фотометрическое определение алюминия в воде // Химия и технология воды. – 1996. – **18**, № 5. – С. 486-491.

16. Спектрофотометрическое изучение кислотно-основных свойств катионных цианиновых красителей / Балог Й.С., Киш П.П., Ищенко А.А. и др. // Журн. аналит. химии. – 1990. – **45**, № 3. – С. 481-490.

17. Балог Й.С., Студеняк Я.И., Киш П.П. Состояние цианиновых красителей на основе 1,3,3-триметил-3Н-индолия в водных и водно-органических средах // Журн. аналит. химии. – 1993. – **48**, № 4. – С. 631-643.

18. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. – Л.: Химия, 1986. – 432 с.

19. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа: ГОСТ 17.4.4.02-84. – [Введен 01.01.86]. – М.: Из-во стандартов, 1985. – 8 с.

20. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-02. «Методика выполнения измерений валового содержания меди, кадмия, цинка, свинца, никеля и марганца в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии».

21. Важенин И.Г. Методы определения микроэлементов в почвах, растениях и водах / И.Г. Важенин – М.: Колос, 1974. – 302 с.

22. Di-2-pyridyl ketone 2-furoylhydrazone as a reagent for the fluorimetric determination of low concentrations of gallium and its application to biological samples / Salgado M., Bosch Ojeda C., García de Torres A., Cano Pavón J.M. // Analyst. – 1988. – **113**, № 8 – P. 1283-1285.

23. Cui Wan-cang, Tang Bo, Shi Hui-ming. Studies on Fluorimetric Reaction of Salicylaldehyde Isonicotinylhydrazone with Gallium // Chemical Journal of Chinese University. – 1992. – № 3. – P. 311-314.

24. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность: ГОСТ 17.1.5.01-80. – [Введен 01.01.82]. – М.: Из-во стандартов, 2002. – 6 с.

25. Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля и кадмия) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом: РД 52.18.191-89. – [Введен 01.01.91].

SPECTROPHOTOMETRIC AND SPECTROFLUORIMETRIC DETERMINATION OF GALLIUM

Sukharev S.N., Sukhareva O.Yu.

A possibility of spectrophotometric and spectrofluorimetric determination of gallium as an ionic associations with benzoylhydrazones pyruvic acid and astraflorin is has showed. Procedures the determination of gallium in soils (spectrophotometry) and sediments of rivers (spectrofluorimetry) a National Natural Parks of Transcarpathia has developed.