

EVALUATION OF RADIOECOLOGICAL SITUATION IN CHERNIGOV REGION IN THE REMOTE PERIOD AFTER CHERNOBYL DISASTER

Ponomarenko N.P., Korshun M.M.

Evaluation of radioecological situation and morbidity indexes among children aged 0-14 in the areas of the Chernigov region for the period 2001-2010 has been conducted. Areas with the worst farmland pollution by Cs¹³⁷ and Sr⁹⁰ have been established. The average levels of radionuclides in milk and potatoes in radioactively contaminated areas have been analyzed. It is shown that the affected areas, compared to controls, have a worse situation in the levels and growth rates of morbidity in children.

АНАЛІЗ БЕТА-СПЕКТРІВ РІДИННО-СЦИНТИЛЯЦІЙНОГО СПЕКТРОМЕТРА ШЛЯХОМ ЇХ СТАНДАРТИЗАЦІЇ НА ОСНОВІ ЗМІЩЕННЯ І ОБЧИСЛЕННЯ У БАГАТЬОХ ВІКНАХ

Бузинний М.Г.

ДУ "Інституту гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України", м. Київ

Описано метод аналізу бета-спектрів рідинно-сцинтиляційного спектрометра реалізований на основі їх стандартизації шляхом зміщення та багато-віконних обрахунків, застосований для обчислень, зокрема, при визначенні радіовуглецю. Збіг спектрів за кінцевою точкою досягається за рахунок їх зміщення. Для розрахунків використовуються високоенергетичні вікна (ділянки) спектрів. Результат усереднення обчислень спектрів у кількох вікнах дає більш надійний розв'язок, тоді як відповідне стандартне відхилення або нестабільність результатів дає оцінку якості стандартизації.

Вступ. Підрахунки у «вікнах» використовуються в техніці рідинного сцинтиляційного лічення (РСЛ) із самого початку зокрема для вимірювання низьких рівнів ³H, ¹⁴C і Черенковського лічення. При цьому для стандартизації спектрів використовується один із методів зовнішнього стандарту. Спектрометр Quantulus 1220TM має аналого-цифровий перетворювач з логарифмуванням спектру. Конфігурація спектрометра, яку використовують для вимірювань радіовуглецю, реалізована вибором високого значення нижнього порогу, що відсікає частину спектру з низькими енергіями. Це запобігає впливу перешкод зумовлених люмінесценцією та/або тритієм.

Наявні у РСЛ пробах домішки дають гасіння і, відповідно, різну ефективність ре-

естрації спектру та його зсув. Причому залежність ефективності від гасіння мінімальна для випромінювань високих енергій. Саме тому для забезпечення сумісності спектрів при їх аналізі ми запропонували підхід, суть якого полягає у тому, що для обрахунків використовуються високоенергетичні частини спектрів, для чого відповідні ділянки суміщаються за верхньою межею. Практично це здійснюється шляхом зміщення до збігу верхньої межі спектру проби відносно спектрів калібрування.

Принциповим є те, що для обрахунків ми використовуємо декілька обмежених ділянок спектрів («вікна»), що перекриваються між собою. Розрахунки виконуються для кожної відповідної ділянки за її характеристиками, а остаточним результатом є статистичне усереднення результатів, які отримані по окремим ділянкам. Невизначеність (похибку) розрахунків отримують як стандартне відхилення результатів розрахованих по окремим ділянкам.

Методи. Раніше ми використовували бета-спектрометричний метод аналізу багатоконпонентних бета-спектрів у випадку ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ⁴⁰K [3], а пізніше для виділення ²¹⁰Pb на фоні штучних та природних радіонуклідів [2]. В обох випадках для корекції гасіння ми використовували зсув спектру проби відносно калібрувальних спектрів.

Запропоновано нині підхід для обробки спектрів для рідинно-сцинтиляційного спектрометра Quantulus 1220TM при вимірюванні ¹⁴C, при використанні трьох видів тефлонових флаконів: 7 мл, 3 мл та 0,8 мл, останні мають два різновиди. Для стандартизації ми використовуємо набори спектрів для різних рівнів гасіння калібрування та фону виміряні протягом тривалого часу [1,2], а при обробці вводимо контрольоване зміщення спектрів для їх збігу за верхньою межею, а розрахунки проводимо для кількох високо-

енергетичних ділянок спектрів, що перекриваються. Візуальний збіг кінцевої точки спектрів досягається контрольованим зміщенням спектру зразка відносно каліброваних спектрів, див. рис. 1. Ми використовуємо автоматичний режим вибору шкали для кожного спектру для їх візуального порівняння. Спільне відображення спектрів калібрування, проби і фону та підбір величини зміщення спектру проби дозволяє досягти візуально прийняттого збігу ділянок спектрів за кінцевою точкою.

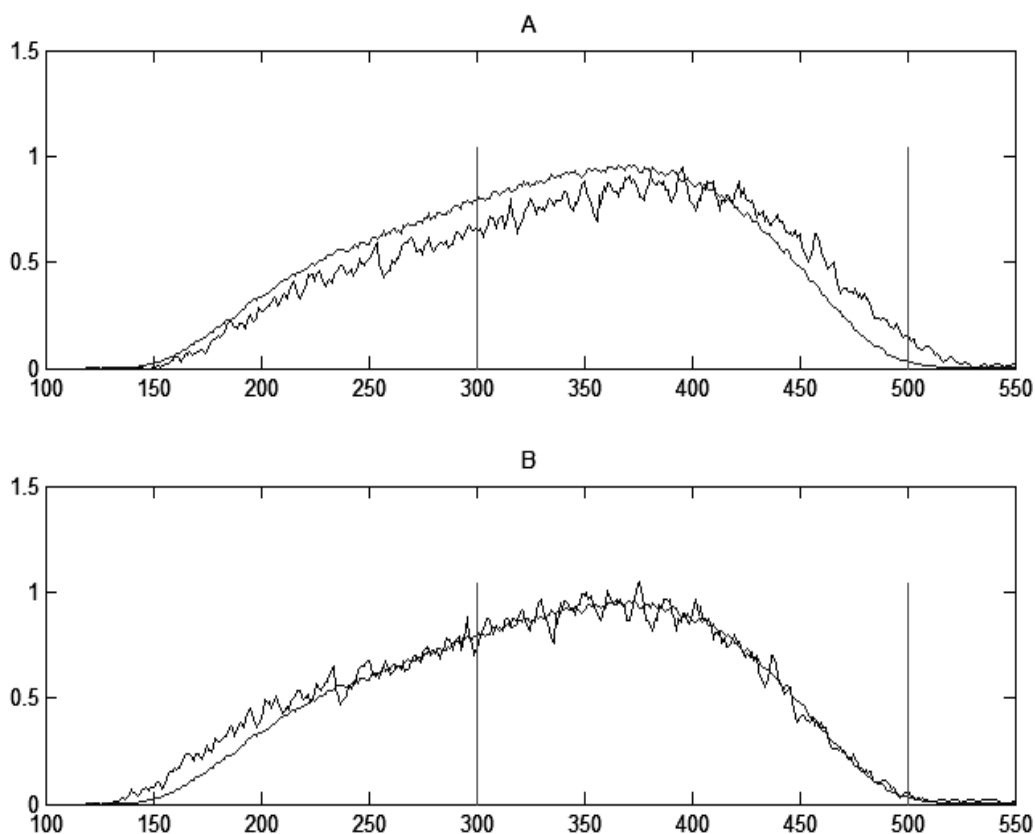


Рисунок 1. Нормовані спектри калібрування та проби до (А) та після (Б) їх суміщення.

Існує інший варіант вибору оптимального рішення (рис. 2), в цьому випадку проводиться аналіз результатів обрахунку спектру для декількох варіантів його зміщення (3-5) в інтервалі, наприклад: від -15 до +15 – з кроком 5 каналів, або -10 до +10 з кроком 2 канали), що відповідає зміщенню спектру на відповідну кількість каналів вліво або вправо. Крок зміщення спектрів фіксований, він може бути наперед заданим, як у попередньому прикладі, або таким, що встановлюється експериментально – він відпові-

дає мінімальному зміщенню, яке можна розрізнити, яке дає інші (відмінні від попередніх) результати. Далі, із набору розв'язків вибирають оптимальний, де про оптимальність свідчить мінімальне значення стандартного відхилення.

Програма *Easy View*, яку ми застосовуємо для обчислення спектрів, дозволяє в один крок вибрати спектри калібрування і фону із бібліотеки, а також задати індивідуальні параметри декількох вікон для зчитування, а потім зберегти отримані параметри

зчитування спектра кожної відповідної проби у форматі електронної таблиці для наступних розрахунків. У процесі обробки для всіх спектрів ми застосовуємо згладжування в один крок оскільки в програмі *Easy View* після застосування декількох згладжувань зсув спектрів перестає бути плавним, що затрудняє досягнення збігу кінцевих точок

спектрів. Для реалізації алгоритму стандартизації і обчислень спектрів можна використовувати спеціальні програмні продукти у яких порівнюються так звані “чисті” спектри: *зразок-фон* та *калібрування-фон*, що дозволяє досягти значно кращого збігу спектрів, досяжного для спектрів малоактивних проб.

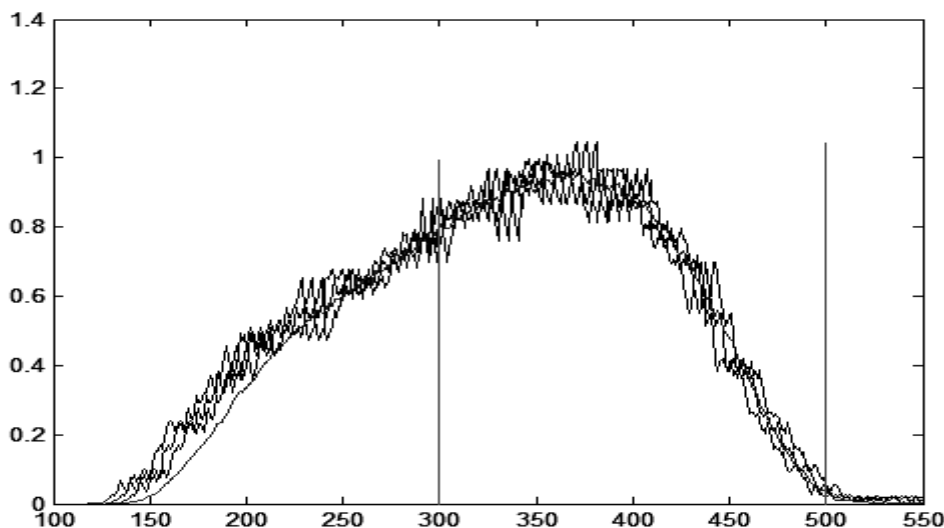


Рисунок 2. Приклад покрокового зміщення спектрів відносно спектру калібрування для проведення стандартизації і наступних обчислень.

Результати та їх обговорення. Результати застосування запропонованого підходу тестували при вимірюванні радіовуглецю в кількох пробах однієї активності, які

готували з одного зразка бензолу різного рівня гасіння шляхом розведення фоновим бензолом.

Таблиця 1. Приклад розрахунків вмісту радіовуглецю в пробі бензолу (6 вікон, 5 варіантів зсуву спектру).

N	Вага	Вікно	СРМ	Фон	Ефективність	Зсув	рМС
2448	0,958	250..500	7,653	0,426	64,56%	2500	93,36
2448	0,958	200..550	8,96	0,583	73,61%	2500	94,90
2448	0,958	200..525	8,927	0,546	73,61%	2500	94,95
2448	0,958	200..500	8,892	0,506	73,51%	2500	95,14
2448	0,958	200..475	8,804	0,462	72,51%	2500	95,94
2448	0,958	200..525	9,006	0,546	73,61%	2550	95,84
2448	0,958	200..550	9,037	0,583	73,61%	2550	95,78
2448	0,958	200..500	8,967	0,506	73,51%	2550	95,99
2448	0,958	200..475	8,855	0,462	72,51%	2550	96,53
2448	0,958	250..500	7,76	0,426	64,56%	2550	94,74
2448	0,958	200..500	9,036	0,506	73,51%	2600	96,77
2448	0,958	200..525	9,081	0,546	73,61%	2600	96,69
2448	0,958	250..500	7,866	0,426	64,56%	2600	96,11
2448	0,958	200..550	9,112	0,583	73,61%	2600	96,62
2448	0,958	200..475	8,896	0,462	72,51%	2600	97,01

N	Вага	Вікно	СРМ	Фон	Ефективність	Зсув	рМС
2448	0,958	200..475	8,926	0,462	72,51%	2650	97,35
2448	0,958	200..525	9,15	0,546	73,61%	2650	97,47
2448	0,958	200..550	9,181	0,583	73,61%	2650	97,41
2448	0,958	250..500	7,973	0,426	64,56%	2650	97,49
2448	0,958	200..500	9,1	0,506	73,51%	2650	97,49
2448	0,958	200..525	9,213	0,546	73,61%	2700	98,20
2448	0,958	200..550	9,244	0,583	73,61%	2700	98,13
2448	0,958	250..500	8,07	0,426	64,56%	2700	98,75
2448	0,958	200..475	8,946	0,462	72,51%	2700	97,58
2448	0,958	200..500	9,155	0,506	73,51%	2700	98,12

Таблиця 2. Приклад усереднення результатів розрахунків вмісту радіовуглецю наведених в табл. 1.

N	Вага	Зсув	рМС	СКВ
2448	0,96	2500	94,86	0,94
2448	0,96	2550	95,78	0,65
2448	0,96	2600	96,64	0,33
2448	0,96	2650	<u>97,44</u>	<u>0,06</u>
2448	0,96	2700	98,15	0,41

Висновок

Виконання розрахунків у декількох вікнах для зміщених спектрів дозволяє отримати оптимальний результат та, водночас, провести оцінку його стійкості (невизначеності). Обробка спектру у декількох вікнах дозволяє отримати кращу (нижчу) невизначеність для зміщених спектрів навіть у випадку, коли результати є сумісними навіть без зміщення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Buzinny M.G. Beta-Spectrometric Determination of Strontium-90 in Water, Milk, and Other Samples with Ultra-Low-Level Liquid Scintillation Counter. In Liquid Scintillation Spectrometry 92, Proc. of the Int. Conf. on Advances in LSC 92. / M.G. Buzinny, A.V. Zelensky, Los' I.P. // Vienna, Austria, Sept. 14-18, 1992. Eds. J.E. Noakes, Franz Schonhofer & H.A. Polach. Radiocarbon. – Tucson 1993, – P. 439-446.
2. Buzinny M.G. Method for Pb-210 measurement in air based on LSC. In Liquid Scintillation Spectrometry 2005. / M.G. Buzinny, Yu. N. Soroka // Proc. of the Int. Conf. on Advances in LSC 2005, Katowice, Poland, October 9-13, 2005. Eds. S. Chalupnik and J.E. Noakes, Radiocarbon. – Tucson. 2006, – P. 215-220.

LSC BETA SPECTRA ANALYSIS BY STANDARDIZATION BASED ON SHIFTING AND MULTI-WINDOW COMPUTING

M. Buzinny

Radioactivity calculations using spectrum windows were widely used in the LSC technique since the beginning especially for measuring low levels of ^3H , ^{14}C and Cherenkov counting. Thus for standardization of spectra were used one of the methods based on external standard.

For a precise standardization of the spectra we use sets of calibration spectra measured under different quenching conditions, count the sample for a long time, we introduce a controlled shifting of sample spectra for processing and we apply multi-window calculation of high energy

part of the spectra. Our approach to the processing of the spectra we use both for the old and the new LS spectrometers Quantulus 1220TM when measuring ¹⁴C using two types of 7 ml and 0.8 ml Teflon vials. To prove the method we analyzed results given by our approach when measuring samples prepared from the one quenched sample of benzene by various dilutions. We used six high energy windows that partially overlap. Sample spectra were controlled shifted until coincidence of spectra end-point. Visual comparison of spectra was performed using automatic selection of scale for each spectrum. Controlled sample spectra shift and a common visualization of set of spectra: calibration, sample and background allow achieving an acceptable coincidence of spectra end-point. Another way of optimization is to perform set of calculation for each of several shifts of sample spectrum and chose an optimal based on standard deviation.

Spectra processing program Easy View enables in one-step loading of calibration and background spectra and choose pre-set of windows and then save the processing parameters of the spectrum of the sample in a spreadsheet format for subsequent calculations. During the processing of all spectra we apply one step smoothing. However, it is not applicable in Easy View to make spectra shift by channel after applying several smoothing steps that hinder achievement matches end-points of spectra. The use of specially developed software code which compares net spectra: sample-background to calibration-background provides a much better coincidence for spectra end-point, which is only attainable that way for low active samples. Performing calculations in multiple windows for shifted spectra allows obtaining optimal result and simultaneous assessing its uncertainty (discrepancy).

УДК 613.648.4:614.876

РІВЕНЬ РАДІОТРИВОЖНОСТІ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ В ПІЗНІЙ ФАЗІ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АВАРІЇ

*Шабуніна Н.Д., Тарасюк О.Є., Власюк Н.В., Семенюк Н.Д.,
Ковтонюк Н.Л., Біляєв Є.О., Кушнір Н.К.*

ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ

Актуальність. Однією з актуальних проблем впливу наслідків Чорнобильської аварії на здоров'я населення України є визначення рівня радіотривожності населення, яке проживає на радіоактивно забруднених та на умовно «чистих» територіях. Радіотривожність – це емоційний та психологічний стан людини, при якому вона суб'єктивно завищує об'єктивно існуючу, але частіше всього незначну для здоров'я небезпеку радіаційного впливу [1]. Стан радіотривожності є нормальною і адекватною реакцією людини на радіоекологічну ситуацію після аварії. Високий рівень радіотривожності населення знижує якість життя та погіршує стан його здоров'я. Термін «радіотривожність» вперше був введений в 1988 році у зв'язку з Чорнобильською аварією (1986 р.). На жаль, у засобах масової інформації та громадській свідомості виникла заміна уявлень, при якій

стан неадекватно високої радіотривожності було визначено терміном «радіофобія». Однак, радіофобія – патологічний стан психіки, при якому людина відчуває жах та панічне побоювання радіації. В медицині термін «радіофобія» застосовується виключно як клінічний діагноз, який визначає розлад психіки людини [2].

В Росії з 1988 року виконуються дослідження щодо радіотривожності населення, яке проживає на територіях аварійного радіоактивного забруднення. Від 40% до 70% населення забруднених територій вважає, що радіаційний вплив є «шкідливим» та «дуже шкідливим» для їхнього здоров'я та здоров'я їхніх близьких [3-6].

В Україні є дослідження щодо визначення відношення населення до впливу радіаційного фактора на стан здоров'я людей, які проживають на радіоактивно забруднених