

ВИЗНАЧЕННЯ АБСОЛЮТНИХ ЙМОВІРНОСТЕЙ ВИПРОМІНЮВАННЯ ГАММА КВАНТІВ В РОЗПАДІ ^{241}Am

В. Лебедь^{1,2}, О. Жуков¹, І. Малюк¹, М. Стрільчук¹, В. Тришин¹

¹ *Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна*

² *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Гамма промені ^{241}Am використовуються програмами MGA [1] і FRAM [2] для побудови внутрішньої кривої відносної ефективності реєстрації при визначенні ізотопного складу плутонію та визначення віку плутонієвих зразків. Для коректної побудови такої кривої потрібно знати точні значення абсолютних ймовірностей випромінювання гамма квантів в розпаді ^{241}Am . У випадку вимірювання сильноекраниваних зразків програма FRAM використовує високоенергетичну ділянку гамма спектру з великою кількістю складних мультиплетів і інтерференцій з участю малоінтенсивних гамма-квантів ^{241}Am , квантові виходи яких відомі з невеликою точністю, що погіршує якість аналізу. В даній роботі автори провели уточнення абсолютних ймовірностей випромінювання низки гамма квантів в розпаді ^{241}Am .

Для вимірювання гамма-спектру ^{241}Am використовувався напівпровідниковий детектор з надчистого германію моделі BE6530 фірми CANBERRA, добре охарактеризований для цілей математичного моделювання.

Для отримання статистично забезпеченого гамма спектру джерело ^{241}Am активністю $\sim 10^8$ Бк відомої конструкції вимірювалось в «близькій» геометрії впродовж 17 діб. При цьому для суттєвого зменшення завантаження спектрометричного тракту, зумовленого гамма-квантами з енергією 59 кеВ, а також для мінімізації впливу ефектів випадкового і каскадного сумування, між джерелом і детектором розміщувалась система поглинаючих фільтрів з Pb, Cd і Cu. Виміряний гамма-спектр приведено на рис. 1.

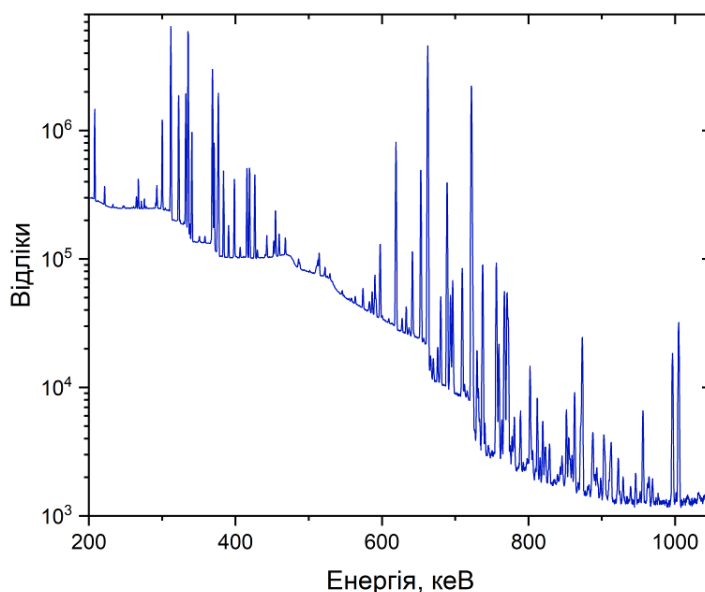


Рис. 1. Гамма-спектр ^{241}Am .

На основі математичної моделі геометрії вимірювання в середовищі Geant4 [3] був розрахований хід кривої ефективності реєстрації для даної геометрії вимірювань (Рис 2). Математична модель була валідована за допомогою аналізу відношень виміряних значень відносної ефективності реєстрації для гамма-ліній ^{241}Am , ^{154}Eu і ^{233}Pa з добре відомими значеннями квантових виходів. Відхилення виміряних відношень від розрахованих не перевищували 2%.

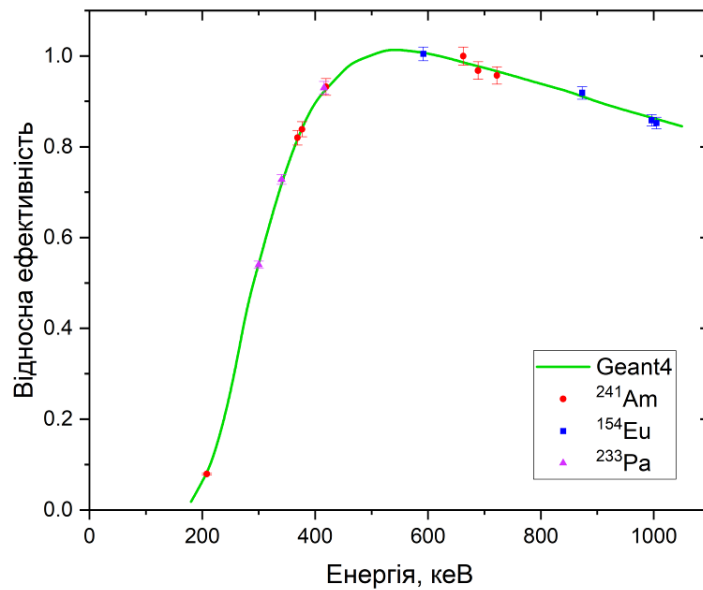


Рис. 2. Відносна ефективність реєстрації.

Використовуючи отримані при обробці спектру інтенсивності гамма-ліній і значення відносних ефективностей реєстрації автори розрахували абсолютні ймовірності випромінювання гамма квантів в розпаді ^{241}Am . Отримані ймовірності випромінювання для більше ніж 100 гамма-квантів були порівняні з величинами з таблиці ядерних даних [4]. Для відносно інтенсивних гамма квантів спостерігається узгодження отриманих авторами ймовірностей випромінювання гамма-квантів з таблицями ядерних даних в межах невизначеностей, окрім гамма-кванту 722 кеВ, який є ключовим для побудови відносної ефективності реєстрації та обробки високоенергетичної частини спектру за допомогою програми FRAM і інтенсивність якого значно завищена в сучасних таблицях [2]. Для малоінтенсивних гамма-квантів відхилення сягали 90%.

1. Gunnink, R., MGAU: A New Analysis Code for Measuring U-235 Enrichments in Arbitrary Samples, UCRL-JC-114713, Lawrence Livermore National Laboratory (1994).
2. T. E. Sampson, G. W. Nelson, T. A. Kelley et al., FRAM Version 5.2 User Manual, Los Alamos National Laboratory, LA-UR-08-2014, Los Alamos, NM, USA (2008).
3. Agostinelli, S., et al. Geant4 – A Simulation Toolkit. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, 506, no. 3 (2003) 250–303. [https://doi.org/10.1016/S0168-9002\(03\)01368-8](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(03)01368-8)
4. Nuclear Data Sheets for A = 237, Nuclear Data Sheets, Volume 107, Issue 8, (2006), 2323-2422. <https://doi.org/10.1016/j.nds.2006.07.001>