

## ПОШУК РІДКІСНИХ ЯДЕРНИХ РОЗПАДІВ ІЗОТОПІВ ГАДОЛІНІЮ

**В. Р. Клавдієнко<sup>1</sup>, П. Беллі<sup>2,3</sup>, Р. Бернабей<sup>2,3</sup>, Ф. А. Даневич<sup>1,2,4,5</sup>, В. Ю. Денисов<sup>1</sup>,  
А. Інчіккітті<sup>6,7</sup>, Ф. Каппелла<sup>6,7</sup>, В. Караччоло<sup>2,3</sup>, Д. В. Касперович<sup>1</sup>, М. Лаубенштейн<sup>8</sup>,  
А. Леончіні<sup>2,3</sup>, В. Мерло<sup>2,3</sup>, С. Нізі<sup>8</sup>, В. І. Третяк<sup>1,4,8</sup>, Ф. Ферелла<sup>8</sup>, Р. Черулі<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup> Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

<sup>2</sup> Секція Національного інституту ядерної фізики у Римі «Tor Vergata», Рим, Італія

<sup>3</sup> Фізичний факультет Римського університету «Tor Vergata», Рим, Італія

<sup>4</sup> Інститут експериментальної та прикладної фізики, Чеський технічний університет у Празі,  
Прага, Чеська Республіка

<sup>5</sup> Інститут науки Гран-Сассо, Л'Аква, Італія

<sup>6</sup> Секція Національного інституту ядерної фізики у Римі, Рим, Італія

<sup>7</sup> Фізичний факультет Римського університету «La Sapienza», Рим, Італія

<sup>8</sup> Національна лабораторія Гран-Сассо Національного інституту ядерної фізики, Ассерджі, Італія

Експеримент з пошуку рідкісних ядерних розпадів ізотопів гадолінію був проведений у підземній лабораторії Гран-Сассо (LNGS, Італія) за допомогою сцинтиляційного кристалу  $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}(Ce)$  (GAGG:Ce) масою 286 г. Визначено основні спектрометричні характеристики детектора та виконано розділення подій від  $\alpha$ - та  $\beta$ -частинок ( $\gamma$ -квантів) за формою сцинтиляційних імпульсів. Встановлено радіоактивне забруднення деталей експериментальної установки за допомогою розкладу  $\alpha$ - та  $\beta$  &  $\gamma$ -спектрів на окремі компоненти та часово-амплітудного аналізу. Визначено гасіння ефективності сцинтиляції для  $\alpha$ -частинок та роздільну здатність для  $\alpha$ -подій.

Для нукліду  $^{152}Gd$  вперше встановлено обмеження на період напіврозпаду ( $T_{1/2}$ ) відносно  $2\nu 2K_L$  процесу  $T_{1/2} > 9.4 \times 10^{16}$  р з довірчою ймовірністю (Д.Й.) 90% [1] та отримано нове обмеження відносно  $0\nu 2E_C$ -розпаду  $T_{1/2} > 8.2 \times 10^{16}$  р з 90% Д.Й. [1], що на чотири порядки величини перевищує попередній результат [2]. Вперше було встановлено обмеження на  $T_{1/2}$  нукліду  $^{152}Gd$  відносно  $2\alpha$ -розпаду  $T_{1/2} > 3.3 \times 10^{18}$  р з 90% Д.Й. Даний процес є теоретично можливим новим видом радіоактивності атомних ядер, який був передбачений ще у 1980-х роках, однак активні пошуки  $2\alpha$ -розпаду розпочалися після роботи 2021 року [3]. Отриманий результат наблизився до найбільш оптимістичних теоретичних передбачень симетричного  $2\alpha$ -розпаду  $^{152}Gd$   $T_{1/2} = 1.1 \times 10^{19}$  років [4]. Отримано нове значення  $T_{1/2}$  нукліду  $^{152}Gd$  відносно  $\alpha$ -розпаду на основний рівень дочірнього ядра  $T_{1/2} = (6.1^{+0.4}_{-0.5}) \times 10^{13}$  р, що з урахуванням систематичних та статистичних похибок майже в два рази відрізняється від табличного значення  $T_{1/2} = 1.08(8) \times 10^{14}$  р [5]. Така значна неузгодженість мотивує до подальших досліджень даного нукліду. Також у роботі встановлено обмеження на  $\alpha$ -розпад  $^{152}Gd$  на перший збуджений рівень  $^{148}Sm$   $T_{1/2} > 1.1 \times 10^{18}$  р з 90% Д.Й.

Для нукліду  $^{154}Gd$  вперше встановлені обмеження на  $T_{1/2}$  відносно  $\alpha$ -розпаду на основний рівень  $^{150}Sm$   $T_{1/2} > 5.3 \times 10^{18}$  р з 90% Д.Й. та відносно каналу  $2\alpha$ -розпаду  $T_{1/2} > 1.4 \times 10^{18}$  р з 90% Д.Й.

Для нукліду  $^{155}Gd$  вперше встановлено обмеження на період напіврозпаду відносно  $2\alpha$ -розпаду  $T_{1/2} > 7.7 \times 10^{20}$  р з 90% Д.Й.

1. P Belli et al, J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 53 (2026) 045101.
2. M. Laubenstein, B. Lehnert, S.S. Nagorny, S. Nisi. Eur. Phys. J. C 83 (2023) 1114.
3. V.I. Tretyak. Nucl. Phys. At. Energy 22 (2021) 121.
4. V.Yu. Denisov. Phys. Lett. B 835 (2022) 137569.
5. R.D. Macfarlane, T.P. Kohman. Phys. Rev. 121 (1961) 1758.