

сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

94-267

P13-94-267

Ж.Сэрээтэр, М.Б.Юлдашев, В.М.Горожанкин,  
К.Я.Громов, В.Г.Калинников, В.В.Кузнецов,  
Б.П.Осипенко, В.И.Фоминых

УСТАНОВКА

ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРОВ ЭВК

И  $\gamma$ -СОВПАДЕНИЙ

1994

## 1. Введение

При изучении спектров конверсионных электронов (ЭК) нейтронодефицитных изотопов с помощью полупроводниковых детекторов слабые пики конверсионных электронов подавляются непрерывным позитронным излучением, что сильно затрудняет или делает невозможным измерение интенсивностей линий конверсионных электронов. Применение магнитного спектрометра типа мини-апельсина (в дальнейшем будем называть мини-апельсином) позволяет освободить спектры ЭК от позитронного излучения и увеличить эффективность регистрации ЭК.

В настоящей работе описывается установка с мини-апельсином, предназначенная для измерения спектров ЭК и  $e\gamma$ -совпадений.

## 2. Аппаратура и методика измерений

Мини-апельсин [1] включает в себя постоянные магниты в форме клина, создающие тороидальное магнитное поле, и Si(Li)-детектор. Конструкция данного мини-апельсина описана в [2].

Вакуумная камера, в которой расположены магниты и детектор электронов, откачивается магниторазрядным насосом типа "Норд-100" до давления  $2 \cdot 10^{-4}$  Па. Исследуемый источник излучений вводится в камеру через шлюз без нарушения высокого вакуума, что особенно важно, когда Si(Li)-детектор охлажден. Для установки или замены источника требуется 10-15 минут.

Спектры ЭК изучаются с помощью Si(Li)-детектора

( $100\text{мм}^2 \times 3\text{мм}$ ) с разрешением 2.5 кэВ на линии K1063  $^{207}\text{Bi}$ . Для измерения спектров  $\gamma$ -лучей, совпадающих с конверсионными электронами, используются стандартные H<sub>r</sub>Ge- или Ge(Li)-детекторы. Накопление информации от детекторов излучений и их обработка проводится с помощью персонального компьютера IBM/AT, программное обеспечение которого позволяет накапливать одиночные  $\beta^-$ - и  $\gamma$ -спектры и одновременно спектры интегральных и дифференциальных совпадений.

Для мини-апельсина имеются два типа магнитов, которые обеспечивают высокую эффективность регистрации конверсионных электронов в диапазоне энергий электронов от 100 до 2000 кэВ. Эффективность (трансмиссия) мини-апельсина определяется как отношение скорости счёта, измеренной с магнитом, к скорости счёта, измеренной без него, умноженное на величину телесного угла, выделяемого детектором [3]. В области энергий электронов до 500 кэВ мини-апельсин проградуирован по эффективности с помощью источника  $^{169}\text{Yb}$  [4].

Для измерения спектров конверсионных электронов в диапазоне 1-2 МэВ использованы толстые магниты типа 6А. Расстояние между источником и магнитом, а также расстояние между детектором и магнитом были подобраны так, чтобы регистрировать электроны в области энергий от 900 до 2000 кэВ. Калибровка мини-апельсина по эффективности в области энергий электронов выше 1 МэВ затрудняется тем, что нет достаточного количества стандартных калибровочных источников для электронов. В работе [5] мини-апельсин был прокалиброван в диапазоне энергий от 500 до 1800 кэВ с помощью ЭК  $^{207}\text{Bi}$  и непрерывного  $\beta^-$ -спектра  $^{90}\text{Sr}$ . Однако процедура калибровки по этому методу достаточно сложна.

Калибровка мини-апельсина по эффективности в этом диапазоне энергий нами проводилась с использованием радиоактивных изотопов  $^{207}\text{Bi}$ ,  $^{166}\text{Tm}$  и  $^{152}\text{Tb}$ . Для этой

цели были измерены спектры конверсионных электронов  $^{207}\text{Bi}$  с магнитом и без него при расстоянии между источником и детектором – 80мм и вычислена относительная эффективность для конверсионных линий K1063, L1063, K1770 и L1770. При этом же расстоянии между источником и детектором измерены спектры ЭВК  $^{166}\text{Tm}$  и  $^{152}\text{Tb}$  с магнитом и определены относительные эффективности. Относительные интенсивности выбранных нами наиболее сильных линий  $^{166}\text{Tm}$  и  $^{152}\text{Tb}$  известны [6,7] с погрешностью не более 5–10%. Затем значения относительных эффективностей конверсионных линий  $^{166}\text{Tm}$  и  $^{152}\text{Tb}$  нормируются к эффективности конверсионной линии K1063  $^{207}\text{Bi}$ .

На рис.1 показана кривая эффективности мини-апельсина в диапазоне энергий электронов 1–2 МэВ. Экспериментальные точки аппроксимировались полиномом четвертой степени. Непрерывная линия на рис.1 представляет кривую аппроксимации.

Выигрыш в эффективности и эффект устранения непрерывного фона, связанного с позитронным излучением, при использовании мини-апельсина продемонстрированы на примере конверсионного спектра  $^{147}\text{Tb}$  ( $T_{1/2}=1.7$  ч.). На рис.2 показан участок спектра конверсионных электронов  $^{147}\text{Tb}$  в области энергий 1–2 МэВ. В измерениях с мини-апельсином фон уменьшился на один порядок.

### 3. Заключение

Магнитный спектрометр типа мини-апельсин может быть успешно применен для измерения интенсивностей слабых линий ЭВК изотопов, испытывающих позитронный распад, для изучения спектров совпадений с линиями ЭВК, поисков и изучения ЕО-переходов и возможно для поиска моноэнергетических позитронов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (коды проектов 93-02-3756 и 94-02-04828а) и АО "Мосбизнес".

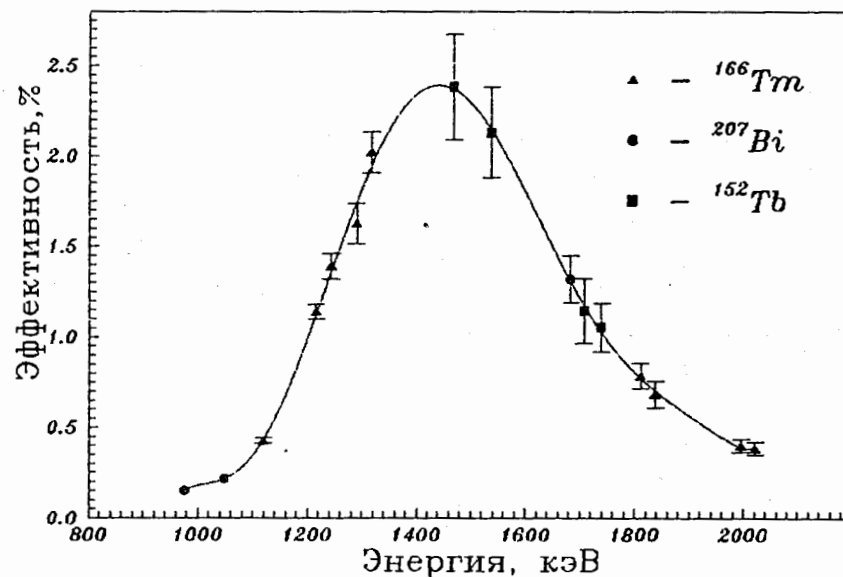


Рис.1 Эффективность мини-апельсина в области энергий электронов 1–2 МэВ(расстояния источник–магнит и детектор–магнит соответственно равны 45 и 35 мм)

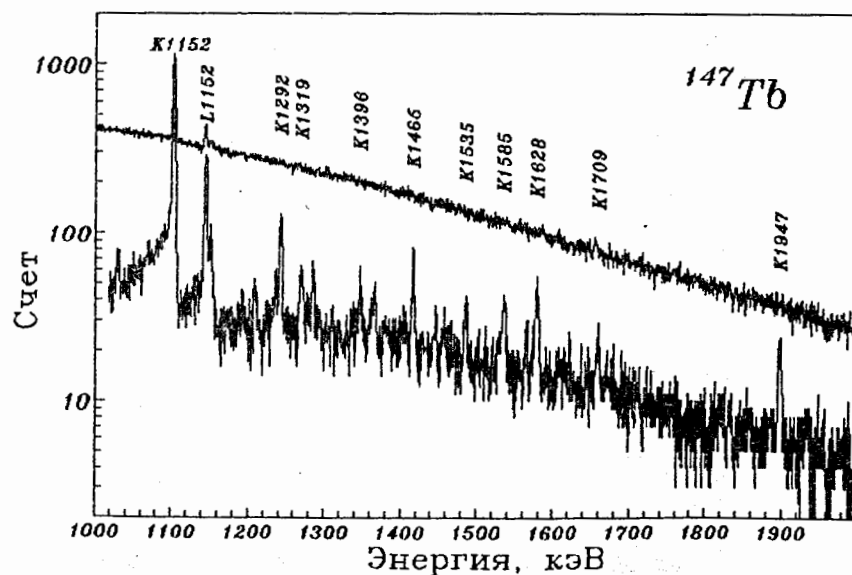


Рис.2 Спектры от источника  $^{147}\text{Tb}$  ( $T_{1/2}=1.7$ ч), измеренные с помощью Si(Li)-детектора с магнитом(внизу) и без него(вверху)

### Литература

1. I. Yan Klinken et al. - Nucl. Instr. Meth., 130(1975), p. 427.
2. Гуяш Я. и др. - ПТЭ, 1984, №3, с. 53.
3. Dresel D.W. et al. - Nucl. Instr. Meth. A275(1989), p. 201.
4. Ж. Сэрээтэр, М. Б. Юлдашев, В. М. Горожанкин, К. Я. Громов и др. Тезисы докладов 44 Совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. С.-Петербург, 1994, с. 340.
5. Farzin K.K. et al. - Nucl. Instr. Meth., 1985, A240, p. 329.
6. Адам И. и др. - Препринт ОИЯИ, 1975, 6-9316, Дубна.
7. Zolnowski D.R. et al. - Nucl. Phys., 1971, A177, p. 513.

Сэрээтэр Ж. и др.

P13-94-267

Установка для измерения спектров ЭВК и  $\gamma$ -совпадений

Описана установка с магнитным спектрометром типа мини-апельсин, предназначенная для измерения спектров конверсионных электронов и  $\gamma$ -совпадений. Определены эффективности мини-апельсина для двух типов магнита при расстояниях между источником и детектором 40 и 80 мм. Выигрыш в эффективности и эффект устранения непрерывного фона, связанного с позитронным излучением, при использовании мини-апельсина продемонстрированы на примере спектра конверсионных электронов  $^{147}\text{Tb}$  ( $T_{1/2} = 1,7$  ч) в области энергий 1—2 МэВ.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1994

Перевод авторов

Sereeter J. et al.

P13-94-267

Equipment for Measurement ICE  
and  $\gamma$ -Coincidences Spectra

The mini-orange magnetic spectrometer system for the measurement of conversion electron spectra and  $\gamma$ -coincidences has been described. Mini-orange spectrometer efficiencies for two types of magnets are determined at distances 40 and 80 mm between the source and detector. The efficiency increase and the effect of elimination of the continuous background connected with the positron radiation have been demonstrated using the mini-orange on the example of  $^{147}\text{Tb}$  ( $T_{1/2} = 1.7$  h) conversion electron spectrum in the energy range 1—2 MeV.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 1994