

ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ПОИСКУ РАСПАДА ЯДЕР ^{58}Ni ПО КАНАЛУ e^-e^+ -КОНВЕРСИИ

*С.И.Васильев, А.А.Клименко, С.Б.Осетров, [А.А.Поманский],
А.А.Смольников*

*Институт ядерных исследований РАН
117312 Москва, Россия*

Поступила в редакцию 15 апреля 1993 г.

С помощью двухкристального гамма-спектрометра за время измерения 100 ч. установлены пределы на период полураспада ядер ^{58}Ni по каналу e^-e^+ -конверсии для переходов $0^+ - 0^+$, $0^+ - 2^+$ соответственно: $T_{1/2}(0\nu + 2\nu) > 7,0 \cdot 10^{23}$ лет, $T_{1/2}(0\nu + 2\nu) > 4,0 \cdot 10^{20}$ лет

Для исследования распада ядер ^{58}Ni по каналу e^-e^+ -конверсии использовалась установка, состоящая из двух детекторов NaI(Tl) $\phi 15 \times 15$ см. Установка размещается в подземной низкофоновой лаборатории Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ РАН на глубине 660 м водного эквивалента [1]. Для подавления фона от внешних гамма-квантов собрана пассивная защита, состоящая из 15 см свинца, 6 см бескислородной электролитической меди и 3 см вольфрама.

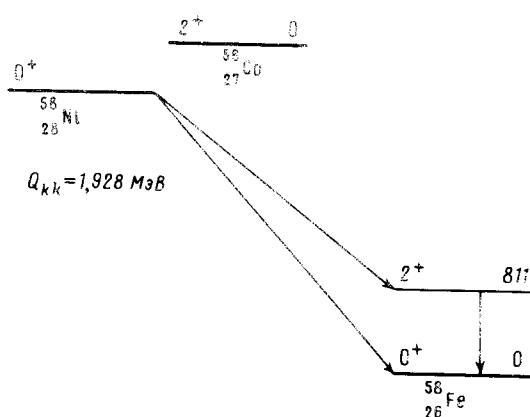


Рис.1

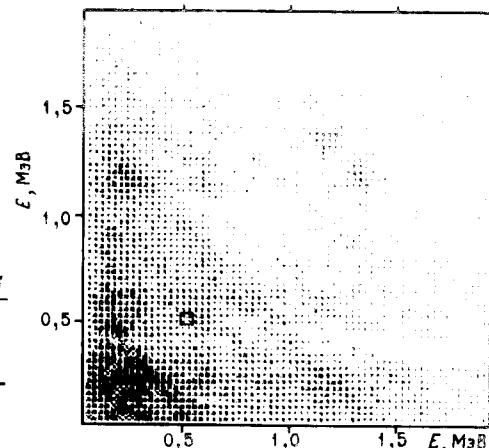


Рис.2

Рис.1. Схема триплета ядер $^{58}\text{Ni}-^{58}\text{Co}-^{58}\text{Fe}$

Рис.2. Экспериментальный многомерный спектр с двух детекторов NaI(Tl), набранный за 100 ч, для образца ^{58}Ni

На рис.1 приведена схема триплета ядер $^{58}\text{Ni}-^{58}\text{Co}-^{58}\text{Fe}$, а также возможная схема распада ^{58}Ni по каналу e^-e^+ -конверсии на уровня 0^+ и 2^+ дочернего ядра. С экспериментальной точки зрения данный переход с излучением e^+ имеет определенные преимущества ввиду того, что испущенный позитрон

рождаст два аннигиляционных строго скоррелированных гамма-кванта. В слу-
чай перехода $0^+ \rightarrow 2^+$ на первый возбужденный уровень дочернего ядра ^{58}Fe
образуются два аннигиляционных гамма-кванта с энергиями по 511 кэВ ка-
ждый и один гамма-квант с энергией 811 кэВ. В данном случае использование
многомерных спектров ($E_\gamma \times E_\gamma$) дает дополнительные преимущества при реги-
страции каскадных гамма-квантов и повышает чувствительность эксперимента
[1].

Исследуемый образец Ni (природное содержание $^{58}\text{Ni} = 68,3\%$ [2]), содержит
жидкий $1,3 \cdot 10^{25}$ ядер ^{58}Ni , в виде тонких металлических пластин разме-
щался между двумя кристаллами NaI(Tl). Каждый детектор NaI(Tl) имеет
энергетическое разрешение $\sim 9\%$ для источника ^{137}Cs ($E_\gamma = 662$ кэВ). Для
энергетической калибровки и расчета эффективностей регистрации использо-
вались точечные гамма-источники ^{22}Na , ^{60}Co , ^{207}Bi , а также распределенные
источники ^{40}K , ^{232}Th , ^{238}U . В качестве контрольного фонового образца ис-
пользовались медные пластины толщиной ~ 1 см. Сигналы с двух детекторов
NaI(Tl) формировались в многомерный спектр на базе многоканального ам-
плитудного анализатора NTA-4096. Данные с анализатора записывались на
магнитную ленту и дальнейшая обработка спектров проводилась в режиме
"off-line".

На рис.2 приведен многомерный ($E_\gamma \times E_\gamma \times N$) экспериментальный спектр
с двух детекторов NaI(Tl), набранный за 100 ч для исследуемого образца
 ^{58}Ni . По осям X и Y отложены энерговыделения в детекторах, по оси Z
— количество событий. В области энергий 511 кэВ \times 511 кэВ выделен участок
матрицы, в котором ожидается регистрация двух аннигиляционных гамма-
квантов от возможного распада ^{58}Ni по каналу e^-e^+ -конверсии. Скорость
счета составила для ^{58}Ni в данной области $(0,70 \pm 0,08)$ соб/ч, для фона
— $(0,63 \pm 0,08)$ соб/ч. Учитывая, что расчетная эффективность регистрации
аннигиляционных гамма-квантов составляет $\sim 7\%$, можно получить нижний
предел на период полураспада ^{58}Ni по каналу e^-e^+ -конверсии для перехода
на основной уровень 0^+ дочернего ядра: $T_{1/2}(0\nu + 2\nu) > 7,0 \cdot 10^{20}$ лет.

Для перехода на первый возбужденный уровень дочернего ядра 2^+ ана-
лизировались следующие области многомерного спектра: 511 кэВ \times 511 кэВ,
 511 кэВ \times 811 кэВ (2 области), 511 кэВ \times 1322 кэВ (2 области). Суммарная
эффективность регистрации гамма-квантов для данных пяти областей со-
ставляет $\sim 6\%$. Скорости счета для образца ^{58}Ni и фона равны соответ-
ственно $(1,66 \pm 0,13)$ соб/ч и $(1,56 \pm 0,12)$ соб/ч. В результате для периода
полураспада ^{58}Ni по каналу e^-e^+ -конверсии в случае перехода на пер-
вый возбужденный уровень 2^+ дочернего ядра ^{58}Fe получаем ограничение
 $T_{1/2}(0\nu + 2\nu) > 4,0 \cdot 10^{20}$ лет. Результаты приведены с доверительной вероят-
ностью 68%. Полученные ограничения на период полураспада ^{58}Ni по каналу
 e^-e^+ -конверсии примерно в 10 раз превосходят данные, приведенные в работе
[3].

Авторы выражают благодарность Б.В.Притыченко за оказанную помощь в
изготовлении детекторов..

1. A.A.Klimenko, A.A.Pomanskii, A.A.Smolenskii et al., Nucl. Instr. and Meth. B17, 445 (1986).
2. C.M.Lederer and V.S.Shirley, Table of isotopes, 7-th Ed., Wiley, New York, 1978.
3. E.B.Norman and M.A.DeFaccio, Phys. Lett. B148, 31 (1984).