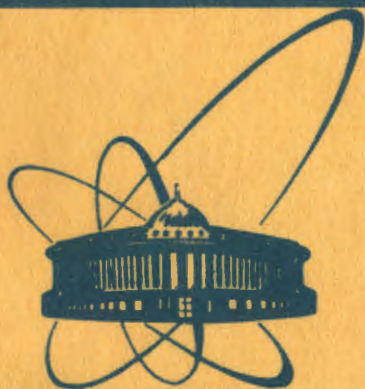


27/x-83



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

5520/83

6-83-454

В.А.Морозов, М.Будзынски, О.И.Кочетов

**ВОЗМУЩЕНИЕ
ГАММА-ГАММА УГЛОВЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ
В МАГНИТНЫХ ЛЕНТАХ-НОСИТЕЛЯХ**

1983

1. ВВЕДЕНИЕ

Проведение экспериментов по изучению угловых корреляций ядерных излучений короткоживущих радиоактивных нуклидов в режиме "в линию" с ускорителем, электромагнитным масс-сепаратором или реактором требует быстрой и точной транспортировки продуктов реакций к измерительным установкам. Для сбора и транспортировки короткоживущих радиоактивных ядер обычно применяются лентопротяжные устройства с использованием различных типов лент - носителей радиоактивности, которые должны быть достаточно прочны, однородны и широкодоступны. На наш взгляд, этим требованиям отвечают алюминиевые ленты и магнитные ленты BASF и SCOTCH, используемые в качестве магнитных носителей информации в вычислительной технике.

В работе /1/ сообщалось об использовании для этой цели майларовой алюминизированной ленты при измерениях угловых $\gamma\gamma$ -корреляций в режиме "в линию" на пучке ускорителя. Однако в работе /1/ не обсуждался вопрос о возможных возмущениях угловых корреляций в использующихся лентах.

Функцию угловой корреляции в общем виде можно записать следующим образом:

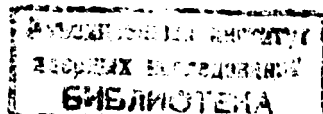
$$W(\theta, t) = \sum_k A_{kk} G_{kk}(t) P_k(\cos \theta), \quad /1/$$

где A_{kk} - коэффициенты угловой корреляции, $G_{kk}(t)$ - факторы возмущения угловой корреляции, $P_k(\cos \theta)$ - полиномы Лежандра. Вся информация об имеющем место возмущении угловой корреляции заключена в факторах возмущения.

Измерения угловых $\gamma\gamma$ -корреляций при распаде короткоживущих радиоактивных ядер, проводимые в режиме "в линию", позволяют решать две основные ядерно-спектроскопические задачи.

1. Исследование угловых корреляций с целью определения спинов возбужденных состояний атомных ядер и мультипольного состава γ -переходов. В этом случае необходимо обеспечить такие условия эксперимента /путем подбора соответствующего окружения исследуемых ядер/, при которых возмущение угловой корреляции отсутствует или сведено к минимуму ($G_{kk} \approx 1$).

2. Исследование возмущенных угловых корреляций с целью определения магнитных дипольных и электрических квадрупольных моментов возбужденных состояний ядер. При таких исследованиях требуется точно знать величины электромагнитных внеядерных полей, действующих на изучаемые ядра.



2. ОСЛАБЛЕНИЕ УГЛОВЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ В ЛЕНТАХ-НОСИТЕЛЯХ

Для оценки возмущения угловых корреляций в алюминиевых лентах и магнитных лентах BASF, SCOTCH были проведены исследования угловых корреляций $\gamma\gamma$ -каскадов /1274-123/, /873-123/ и /757-248/кэВ ^{154}Gd . Измерения проводились на автоматизированном корреляционном спектрометре с полупроводниковым $\text{Ge}(\text{Li})$ -и сцинтилляционными $2\text{NaJ}(\text{Tl})$ -детекторами /2/.

Ионы ^{154}Eu внедрялись в изучаемые ленты с помощью электромагнитного масс-сепаратора при ускоряющем потенциале $V_{\text{уск.}} = 75$ кВ. Доза имплантированных ионов составляла 3×10^{13} ионов/см 2 .

Коэффициенты угловых корреляций, определенные в результате измерений, даны в табл.1. Для сравнения там же приведены результаты измерений угловых корреляций с жидким источником ^{154}Eu , представляющим собой 0,1N водный раствор HCl . Все измерения были выполнены при комнатной температуре.

Таблица 1

Экспериментальные значения коэффициентов угловых корреляций γ -излучений ^{154}Gd ($A_{kk} = A'_{kk} G_{kk}(\infty)$)

| Источник | (1274 - 123) кэВ | | (873 - 123) кэВ | | (757 - 248) кэВ | |
|----------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | $A_{22}(A_{22})$ | $A_{44}(A_{44})$ | $A_{22}(A_{22})$ | $A_{44}(A_{44})$ | $A_{22}(A_{22})$ | $A_{44}(A_{44})$ |
| BASF | 0,175(5) | -0,010(8) | 0,005(6) | 0,229(10) | 0,150(3) | -0,168(6) |
| SCOTCH | 0,178(5) | 0,023(9) | -0,002(5) | 0,233(9) | 0,151(3) | -0,163(6) |
| Al | 0,190(4) | 0,013(8) | 0,004(4) | 0,251(9) | 0,147(3) | -0,160(6) |
| 0,1N HCl | 0,197(4) | 0,014(8) | 0,001(5) | 0,258(9) | 0,152(3) | -0,163(6) |
| HCl /3/ | 0,193(5) | 0,015(9) | 0,003(5) | 0,256(10) | 0,150(4) | -0,162(5) |
| - | 0,236(6)* | - | - | 0,323(1)* | - | - |

* A_{kk} - невозмущенные коэффициенты угловых корреляций, определенные в работе /3/.

В результате анализа коэффициентов угловых корреляций $A_{kk} = A'_{kk} G_{kk}(\infty)$ /табл.1/ были определены интегральные коэффициенты возмущения угловых корреляций $G_{kk}(\infty)$ в Al, BASF и SCOTCH лентах и 0,1N растворе HCl /табл.2/. Кроме того, в табл.2 приведены $G_{22}(\infty)$, измеренные нами ранее в работе /4/ для $\gamma\gamma$ -каскада /180-86/ кэВ ^{155}Gd в алюминиевой фольге и 0,1N растворе HCl .

Коэффициенты ослабления угловых корреляций $G_{22}(\infty)$ и $G_{44}(\infty)$ для $\gamma\gamma$ -каскадов /1274-123/, /873-123/, /757-248/ кэВ ^{154}Gd и /180-86/ кэВ ^{155}Gd

| Источник | ^{154}Gd | | | ^{155}Gd | |
|----------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | (1274-123) кэВ | (873-123) кэВ | (757-248)кэВ | (180-86) кэВ | |
| | $G_{22}(\infty)$ | $G_{44}(\infty)$ | $G_{22}(\infty)$ | $G_{44}(\infty)$ | $G_{22}(\infty)$ |
| BASF | 0,742(28) | 0,709(31) | 0,987(28) | 1,031(53) | |
| SCOTCH | 0,754(28) | 0,721(28) | 0,993(28) | 1,000(52) | |
| Al | 0,805(27) | 0,777(28) | 0,967(28) | 0,982(52) | 0,862(15) |
| 0,1N HCl | 0,835(30) | 0,798(28) | 1,000 | 1,000 | 0,883(19) |

Коэффициенты ослабления для каскадов, следующих через состояния 123 кэВ $1^{\pi} = 2^+$, $T_{1/2} = 1,19 /2/$ нс/ ^{154}Gd и 86 кэВ $1^{\pi} = 5/2^+$, $T_{1/2} = 6,48 /6/$ нс/ ^{155}Gd , несколько отличаются. И это вполне понятно, если учесть различия во времени жизни этих состояний, а также в величинах их квадрупольных моментов и g -факторов: $Q /2^+ / = 1,74/5/$ б/ ^{154}Gd , $Q /5/2^+ / = 0,14$ б/ ^{155}Gd и $g /2^+ / = 0,41/5/^{154}\text{Gd}$, $g /5/2^+ / = 0,20/10/^{155}\text{Gd}$. Ослабления угловой корреляции $\gamma\gamma$ -каскада /757-248/ кэВ ^{154}Gd не наблюдалось /табл.2/, поскольку время жизни промежуточного состояния 248 кэВ в этом каскаде $T_{1/2} = 46 /1/$ пс/ ^{154}Gd достаточно мало.

Как видно из табл.2, ослабление угловых $\gamma\gamma$ -корреляций для радиоактивных источников в жидком виде /которые обычно используются для получения минимально возмущенной угловой корреляции/ и при внедрении в алюминиевую, BASF и SCOTCH ленты, практически одинаково.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНУТРЕННИХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЯДРА-ЗОНДЫ ^{154}Gd , В МАГНИТНЫХ ЛЕНТАХ-НОСИТЕЛЯХ

Исследование внутренних магнитных полей на примесных ядрах ^{154}Gd в магнитных лентах BASF и SCOTCH проводилось методом интегральных возмущенных угловых $\gamma\gamma$ -корреляций. Измерялись скорости счета совпадений $N(+)$ при угле между детекторами $\theta = 135^{\circ}/225^{\circ}$ для двух противоположных направлений внешнего поляризуемого магнитного поля $H_{\text{внешн.}} = 0,8$ Тл/, создаваемого электромагнитом броневого типа. Затем определялась относительная скорость счета совпадений:

$$R = 2 \frac{N(\uparrow) - N(\downarrow)}{N(\uparrow) + N(\downarrow)} = \frac{a_2 \sin 4\Delta\bar{\theta}_2}{a_0 - a_4 \cos^2 4\Delta\bar{\theta}_4}, \quad /2/$$

где

$$\Delta\bar{\theta}_k = 1/k \arctg [k\omega r G_{kk}(\infty)],$$

$$a_0 = \frac{1}{64} [64 + 16 A_{22} G_{22}(\infty) + 9 A_{44} G_{44}(\infty)],$$

$$a_2 = \frac{1}{64} [48 A_{22} G_{22}(\infty) + 20 A_{44} G_{44}(\infty)],$$

$$a_4 = \frac{35}{64} A_{44} G_{44}(\infty).$$

Частота ларморовской прецессии ω связана с величиной эффективного магнитного поля выражением:

$$\omega = -4,79 \cdot 10^{-1} g \cdot H_{\text{эфф.}} / \text{Тл}. \quad /3/$$

После обработки спектров совпадений^{/9/} были получены следующие значения R (BASF) = 0,038/5/ и R (SCOTCH) = 0,034/5/ для каскада $i1274-i231$ кэВ ^{152}Gd . С использованием вышеприведенных формул /2/ и /3/, были определены величины эффективных магнитных полей, действующих на ядра Gd в магнитных лентах $H_{\text{эфф.}}$ (BASF) = -2,9/3/ Тл и $H_{\text{эфф.}}$ (SCOTCH) = -2,6/3/ Тл. В табл.3, кроме того, для сравнения приведены значения сверхтонких магнитных полей на ядрах Gd в ферромагнитных матрицах Fe, Co и Ni, измеренные в работах /10-15/. Сверхтонкие магнитные поля в этих матрицах наиболее хорошо изучены, поэтому они обычно используются при измерениях магнитных моментов короткоживущих ядерных состояний с $T_{1/2} = 10^{-9} \div 10^{-12}$ /с, в частности, методами возмущенных угловых корреляций.

Полученные значения внутренних магнитных полей в магнитных лентах BASF и SCOTCH не так велики, как в матрицах Fe, Co и Ni /табл.3/. Однако поле такой величины вполне достаточно для измерений магнитных моментов возбужденных состояний ядер с временем жизни порядка наносекунд методами возмущенных угловых корреляций.

4. ВЫВОДЫ

Как показали проведенные исследования, при измерениях угловых корреляций в режиме "в линию" с целью определения мультипольного состава гамма-переходов и спинов уровней атомных ядер в качестве средств накопления и транспортировки короткоживущих радиоактив-

Сверхтонкие магнитные поля $H_{\text{СТ}}$ на ядрах Gd в ферромагнитных матрицах Fe, Co и Ni и в магнитных лентах BASF и SCOTCH, измеренные при комнатной температуре

| Матрица $H_{\text{СТ}}$ (Тл) | Метод измерения | Примечание | Литература |
|------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------|
| Fe -20,8(1,9) | ДВУК * | поле в местах замещения | /10/ |
| Fe -21,3(1,5) | ДВУК | "-" | /11/ |
| Fe -20,0(5,0) | ИВУК ** | эффективное поле | /12/ |
| Fe -18,0(9,0) | ИВУК | "-" | /13/ |
| Fe -26,0(8,0) | ДВУК | поле в местах замещения | /14/ |
| Co -9,5 | ИВУК | эффективное поле | /15/ |
| Ni -17,5(4,5) | ДВУК | поле в местах замещения | /14/ |
| Ni -3,8 | ИВУК | эффективное поле | /15/ |
| Ni -2,9(0,3) | ДВУК | поле в местах замещения | /11/ |
| BASF -2,9(0,3) | ИВУК | эффективное поле | наст. работа |
| SCOTCH -2,6(0,3) | ИВУК | эффективное поле | наст. работа |

* - дифференциальные возмущенные угловые корреляции.
** - интегральные возмущенные угловые корреляции.

ных нуклидов можно использовать алюминиевые ленты и магнитные ленты BASF и SCOTCH. Особый интерес может представить использование магнитных лент BASF и SCOTCH при изучении методами возмущенных угловых корреляций магнитных моментов возбужденных состояний ядер, время жизни которых - порядка нескольких наносекунд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yamamoto H. et al. Proc. of the Int. Conf. on Nucl. Struct. Amsterdam, 1982, vol.1, p.177.
2. Аликов Б.А. и др. Прикладная ядерная спектроскопия, 1977, 7, с.86.
3. Gupta J.V. et al. Z.Phys., 1974, A282, p.179.
4. Будзынский М. и др. Изв. АН СССР, сер. физ., 1980, 44, с.1791.
5. Bellafiore D.J. Hyp.Int., 1977, 3, p.173 and references therein.

6. Armon H. et al. Phys.Lett., 1976, 43B, p.80.
7. Cook D.C. et al. Hyp.Int., 1978, 5, p.479.
8. Harmatz B. Nucl. Data Sheets, 1979, 26, p.281.
9. Бруданин В.Б. и др. ОИЯИ, 6-82-23, Дубна, 1982.
10. Будзынски М. и др. Тезисы XXIX Совещания по ядерной спектроскопии и структуре ядра. Рига, 1979. "Наука", Л., 1979, с.450.
11. Ваврышук Я. и др. ОИЯИ, Р6-10703, Дубна, 1977.
12. Bochm F. et al. Phys.Lett., 1966, 21, p.217.
13. Grodzins C. et al. Phys.Lett., 1966, 21, p.214.
14. Klepper O. et al. Z.Phys., 1968, 217, p.425.
15. Brenn R. et al. Z.Phys., 1968, 209, p.197.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

| | | |
|---------------|---|------------|
| D3-11787 | Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978. | 3 р. 00 к. |
| D13-11807 | Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978. | 6 р. 00 к. |
| D1,2-12036 | Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/ | 7 р. 40 к. |
| D1,2-12450 | Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978 | 5 р. 00 к. |
| D11-80-13 | Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978. | 3 р. 00 к. |
| D4-80-271 | Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/ | 8 р. 00 к. |
| D4-80-385 | Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979 | 3 р. 50 к. |
| D2-81-543 | Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979. | 3 р. 00 к. |
| D10,11-81-622 | Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980. | 5 р. 00 к. |
| D1,2-81-728 | Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981 | 2 р. 50 к. |
| D17-81-758 | Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980 | 2 р. 50 к. |
| D1,2-82-27 | Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981. | 3 р. 60 к. |
| P18-82-117 | Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981. | 5 р. 40 к. |
| D2-82-568 | Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981. | 3 р. 20 к. |
| D9-82-664 | Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981. | 3 р. 80 к. |
| D3,4-82-704 | Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982. | 1 р. 75 к. |
| | Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982. | 3 р. 30 к. |
| | Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982. | 5 р. 00 к. |

Рукопись поступила в издательский отдел
29 июня 1983 года.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

| Индекс | Тематика |
|--------|--|
| 1. | Экспериментальная физика высоких энергий |
| 2. | Теоретическая физика высоких энергий |
| 3. | Экспериментальная нейтронная физика |
| 4. | Теоретическая физика низких энергий |
| 5. | Математика |
| 6. | Ядерная спектроскопия и радиохимия |
| 7. | Физика тяжелых ионов |
| 8. | Криогеника |
| 9. | Ускорители |
| 10. | Автоматизация обработки экспериментальных данных |
| 11. | Вычислительная математика и техника |
| 12. | Химия |
| 13. | Техника физического эксперимента |
| 14. | Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами |
| 15. | Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях |
| 16. | Дозиметрия и физика защиты |
| 17. | Теория конденсированного состояния |
| 18. | Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники |
| 19. | Биофизика |

Морозов В.А., Будзыньски М., Кочетов О.И. 6-83-454
Возмущение гамма-гамма угловых корреляций
в магнитных лентах-носителях

Проведены исследования возмущений угловых корреляций гамма-каскадов /1274-123/, /873-123/ и /757-248/ кэВ ^{154}Gd в алюминиевой и магнитных лентах BASF и SCOTCH. Внедрение радиоактивного ^{154}Eu в исследуемые ленты проводилось с помощью электромагнитного масс-сепаратора при ускоряющем потенциале $V_{\text{уск.}} = 75$ кВ. Доза имплантированных ионов составляла 3×10^{13} ионов/см². В результате определены интегральные факторы ослабления угловых корреляций $Q(\infty)$ и эффективные магнитные поля, действующие на ядра примеси ^{154}Gd в BASF и SCOTCH лентах $H_{\text{эфф.}}(\text{BASF}) = -2,9/3/ \text{ Тл}$ и $H_{\text{эфф.}}(\text{SCOTCH}) = -2,6/3/ \text{ Тл}$.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Morozov V.A., Budzynski M., Kochetov O.I. 6-83-454
Perturbation of Gamma-Gamma Angular Correlations
in Magnetic Tapes of Carriers

Perturbation of angular correlations of gamma-gamma cascades /1274-123/, /873-123/ and /757-248/ keV of ^{154}Gd in aluminium and BASF and SCOTCH magnetic tapes have been investigated. Radioactive ^{154}Eu has been implanted into the tapes under investigation by means of the electromagnetic mass-separator with the acceleration potential $V_{\text{acc.}} = 75 \text{ kV}$. The dose of implanted ions was 3×10^{13} ions/cm². All this allows one to determine integral attenuation factors for angular correlations $Q(\infty)$ and effective magnetic fields affecting nuclei of the ^{154}Gd admixture in BASF and SCOTCH tapes $H_{\text{eff}}(\text{BASF}) = -2.9/3/ \text{ Tl}$ and $H_{\text{eff}}(\text{SCOTCH}) = -2.6/3/ \text{ Tl}$.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой