

3/ix-79

3437/2-79



**ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

A-50

P6 - 12415

**Б.А.Аликов, К.Я.Громов, Т.М.Муминов,  
Н.И.Пятов, У.С.Салимбаев, Е.Г.Цой**

**АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТЕЙ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПЕРЕХОДОВ  
В НЕЧЕТНО-НЕЙТРОННЫХ ИЗОТОПАХ ДИСПРОЗИЯ  
С  $A = 155, 157, 159, 161$**

**1979**

P6 - 12415

Б.А.Аликов,<sup>1</sup> К.Я.Громов, Т.М.Муминов,<sup>1</sup>  
Н.И.Пятов, У.С.Салимбаев,<sup>1</sup> Е.Г.Цой<sup>2</sup>

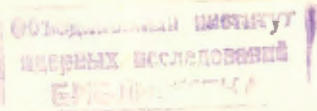
АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТЕЙ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПЕРЕХОДОВ  
В НЕЧЕТНО-НЕЙТРОННЫХ ИЗОТОПАХ ДИСПРОЗИЯ  
С  $A = 155, 157, 159, 161$

*Направлено в "Известия АН СССР" /сер. физ./*

---

<sup>1</sup> Самаркандский государственный университет

<sup>2</sup> Институт ядерной физики АН УзССР, Ташкент



Анализ вероятностей электромагнитных переходов в нечетно-нейтронных изотопах диспрозия с  $A=155, 157, 159, 161$

В рамках неадиабатической вращательной модели рассчитаны вероятности  $M1-, E2-$  и  $E1$ -переходов и магнитные моменты возбужденных состояний в нечетно-нейтронных изотопах диспрозия с  $A=155, 157, 159, 161$ . Рассчитанные значения сравниваются с экспериментальными данными.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Analysis of Electromagnetic Transition Probabilities in Odd-Neutron Dysprosium Isotopes with  $A=155, 157, 159, 161$

Within the framework of the nonadiabatic rotational model the probabilities of the  $M1-, E2-$  and  $E1$ -transitions and magnetic momenta of excited states in odd-neutron dysprosium isotopes with  $A=155, 157, 159, 161$  have been calculated. The obtained values are compared to experimental data.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

В данной работе, на основе полученных нами энергий одноквазичастичных возбуждений и амплитуд кориолисова смешивания  $C_{ij}^{1/}$ , в рамках неадиабатической вращательной модели<sup>2/</sup> рассчитаны вероятности  $M1-, E2-$  и  $E1$ -переходов, разряжающих возбужденные состояния\*, а также вычислены магнитные моменты возбужденных состояний в нечетно-нейтронных изотопах диспрозия с  $A=155, 157, 159$  и  $161$ . Расчетные значения вероятностей  $\gamma$ -переходов и магнитных моментов состояний сравниваются с экспериментальными данными.

### 1. ВЕРОЯТНОСТИ $M1-, E2-$ и $E1$ -ПЕРЕХОДОВ

Сведения о временах жизни возбужденных состояний рассматриваемых ядер приведены в работах<sup>3-5/</sup>, в том числе даны новые результаты по измерению периодов полураспада уровней 132, 224 и 247 кэВ в  $^{155}\text{Dy}$ , 61 и 147 кэВ в  $^{157}\text{Dy}$ , 56, 209 и 309 кэВ в  $^{159}\text{Dy}$  и 103 и 201 кэВ в  $^{161}\text{Dy}$ .

Время жизни уровня 132 кэВ в  $^{155}\text{Dy}$   $T_{1/2} = 5,4$  нс было определено в реакции  $(^3\text{He}, 3n\gamma)^{6/}$ . Однако при исследовании распада  $^{155}\text{Ho} \rightarrow ^{155}\text{Dy}$  было показано<sup>3/</sup>, что время жизни этого состояния составляет  $T_{1/2} = 85 \pm 10$  нс. Кроме того, значение  $T_{1/2} = 5,4$  нс для уровня 132 кэВ противоречит систематике времен жизни подобных состояний в соседних нечетных ядрах с  $N = 89, 91$  и  $93$ .

Спектрометрические исследования, проведенные в<sup>3-5/</sup>, позволили обнаружить в рассматриваемых изотопах Dy ряд новых  $\gamma$ -переходов, уточнить интенсивность и мультипольный состав известных  $\gamma$ -переходов. Эти результаты учитывались при определении вероятностей электромагнитных переходов /см. табл. 1/, разряжающих уровни с известным значением  $T_{1/2}$  в изотопах Dy с  $A=155 \div 161$ .

\* Рассматривались состояния, для которых известны экспериментальные значения периодов полураспада  $T_{1/2}$ .

Необходимые для расчета вероятностей M1-, E2- и E1-переходов в рамках неадиабатической модели формулы приведены в работе <sup>12/</sup>. В табл. 1 проведено сравнение рассчитанных вероятностей электромагнитных переходов с известными экспериментальными данными. В большинстве случаев фактор задержки  $F_c$  не превышает 10, т.е. получено вполне удовлетворительное согласие теории с экспериментом.

В ряде случаев сопоставление рассчитанных вероятностей с экспериментальными значениями позволяет определить правильную конфигурацию возбужденных состояний. Например, расчеты энергии уровней ротационной полосы положительной четности в <sup>157</sup>Dy показали, что при варьировании в небольших пределах параметров подгонки возможны два варианта, одинаково хорошо описывающих энергетiku. В первом из них для состояния  $9/2^+ / 162$  кэВ/ лидирующий компонент  $9/2 \ 3/2^+ / 651/$ , во втором - вклад компонентов  $9/2 \ 1/2^+ / 660/$  и  $9/2 \ 3/2^+ / 651/$  практически одинаков <sup>11/</sup>. Расчеты вероятностей E2-перехода 26 кэВ, связывающего это состояние с уровнем 188,0 кэВ  $5/2 \ 3/2^+ / 651/$ , проведены для указанных случаев и дают факторы задержки  $F_c = 7,8 \cdot 10^{-3}$  и  $F_c = 0,48$ , соответственно. Это позволяет выбрать для уровня  $9/2^+ / 162$  кэВ/ волновую функцию, соответствующую второму случаю.

Величина фактора  $F_c$  для E1-переходов вычислялась с учетом спаривания, при этом обусловленный им фактор задержки  $R_y$  вычислялся как с учетом, так и без учета эффекта блокировки <sup>11/</sup>. В ряде случаев значения  $F_c$ , вычисленные с учетом и без учета эффекта блокировки, сильно различаются /например, в <sup>157</sup>Dy отношение вероятностей перехода  $14,2$  кэВ  $V_c(E1)/V_c^b(E1) = 1,2 \cdot 10^{-3}$ /. Это связано с тем <sup>11/</sup>, что величина фактора  $R_y$  для E2-переходов сильно зависит от деталей структуры одночастичного спектра. При  $R_y < 0,1$  точность метода учета парных корреляций становится недостаточной для надежного вычисления вероятности E1-перехода.

В работе <sup>13/</sup> отмечалось, что взаимодействие Кориолиса может сильно нарушать правила Алаги для E1-переходов между уровнями ротационных полос с  $|\Delta K| = 1$ . На рис. 1 приведены рассчитанные отношения вероятностей E1-переходов между уровнями ротационных полос  $5/2^+ / 642/$  и  $3/2^- / 521/$  в ядре <sup>159</sup>Dy. Действительно, наличие сильных осцилляций указывает на значительный эффект кориолисова смешивания в этом ядре. Наблюдаемое отклонение от правил Алаги достигает двух-трех порядков величины. Известных в настоящее время экспериментальных данных недостаточно, чтобы провести сравнение с результатами расчетов.

Таблица 1

Приведенные вероятности электромагнитных переходов в нечетных изотопах диспрозия

| $E_{\gamma}^{ур}$<br>(кэВ)<br>$T_{1/2}^{ур}$<br>(с) | $E_{\gamma}$<br>(кэВ) | 2I2K NnZΛ | 6L         |                   | $\alpha_{min}$ | B(6L)          | $F_W(6L)$      | F(E1) <sup>p</sup><br>F(E2) <sup>w</sup> | Pb<br>F(E1) <sup>w</sup><br>F(E2) <sup>s</sup> | F(M1)      |            |            |
|---|-----------------------|-----------|------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|--|--|------------|------------|------------|
|   |                       |           | нач. сост. | кон. сост.        |                |                |                |  |  | $g_R=0,25$ | $g_R=0,30$ | $g_R=0,35$ |
| I   | 2                     | 3         | 4          | 5                 | 6              | 7              | 8              | 9  | I0   | II         | I2         | I3         |
| <sup>155</sup> Dy <sub>89</sub>                     |                       |           |            |                   |                |                |                |  |  |            |            |            |
| 39,4<br>3,4-9                                       | 39,4                  | 53 52I    | 33 52I     | MI<br>5,2-2<br>E2 | I,3-1          | I,3-2          | I,4+2          |  |  | 5,0        | 5,6        | 6,2        |
| 86,8<br>I,1-9a)                                     | 47,4                  | 73 52I    | 53 52I     | MI<br>1,5-2<br>E2 | 4,2            | 6,4-I<br>5,0-2 | 7,8-3<br>3,6+I | 9,3-I                                    |  | I,1        | I,3        | I,5        |
| 132,4<br>8,5-8                                      | 86,8                  |           | 33 52I     | E2                | 4,7            | 4,8-I          | I,0-2          | I,1                                      |  |            |            |            |
| 136,3<br>44-10                                      | 45,4                  | 91 660    | 73 52I     | E1                | 4,8-I          | 3,9-I          | I,3-2          | 5,8-I                                    |  | I,0+I      |            |            |
|   | 49,5                  | 55 523    | 73 52I     | MI<br>I,3-2<br>E2 | I,0+I          | 3,7-7          | 9,1+3          | 3,5                                      |  |            |            |            |
|   | 96,9                  |           | 53 52I     | MI<br>5,0-2<br>E2 | 2,7            | >I,6-3         | <I,2+3         |  |  | <2,7+I     | <2,4+I     | <2,2+I     |
| 136,3   | 136,3                 |           | 33 52I     | MI<br>3,8-2<br>E2 | I,0            | >I,2-2         | <4,2-I         | <4,0+I                                   |  |            |            |            |
|   |                       |           |            |                   |                | >8,6-3         | <2,1+2         |  |  | <5,2       | <4,1       | <3,1       |
|   |                       |           |            |                   |                | >6,6-2         | <7,5-2         | <6,3-I                                   |  |            |            |            |
|   |                       |           |            |                   |                | >I,2-2         | <I,4+2         |  |  |            |            |            |
|   |                       |           |            |                   |                | >3,7-2         | <I,4-I         | <2,8                                     |  |            |            | <9,6-I     |

Продолжение таблицы 1

| I                              | 2      | 3            | 4            | 5            | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | II       | I2       | I3       |
|--------------------------------|--------|--------------|--------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 202,4<br>≤ 4-10                | 66,1   | 33 532       | 55 523       | MI           | 9,0      | > I, I-2 | ≤ I, 7+2 |          |          | ≤ 7, 0-3 | ≤ 2, 0-2 | ≤ I, 4-I |
|                                |        |              |              | I, 8-I<br>E2 |          | > 6, 2-I | ≤ 8, 0-3 | ≤ 2, 9-I |          |          |          |          |
|                                | 163,0  | 53 52I       | MI           | 5, 5-I       | > I, 8-3 | ≤ I, 0+3 |          |          | ≤ 8, 2-2 | ≤ 7, 3-I | ≤ 6, 4   |          |
|                                |        |              | I, 0<br>E2   |              | > 9, 6-2 | ≤ 5, 2-2 | ≤ I, I+I |          |          |          |          |          |
| 202,4                          | 33 52I | MI           | 3, 3-I       | > 2, 9-3     | ≤ 6, 2+2 |          |          | ≤ 4, 3   | ≤ 2, 6   | ≤ I, 4   |          |          |
|                                |        | 2, 2-I<br>E2 |              | > 2, 2-2     | ≤ 2, 2-I | ≤ 2, 0+I |          |          |          |          |          |          |
| 224,4<br>≤ 5-9                 | 92,2   | 75 523       | 9I 660       | EI           | 3, 2     | > 2, 2-8 | ≤ I, 5+5 | ≤ 3, 4+2 | ≤ 8, 4+2 |          |          |          |
|                                | I37,8  |              | 73 52I       | MI           | 9, 9-I   | > 3, 4-4 | ≤ 5, 3+3 |          | ≤ I, 5+2 | ≤ I, 2+2 | ≤ I, 0+2 |          |
|                                | I85,1  |              | 53 52I       | MI           | 4, 3-I   | > 6, 1-4 | ≤ 2, 9+3 |          | ≤ I, 5+I | ≤ I, 6+I | ≤ I, 7+I |          |
| 234,4<br>6, 0-6 <sup>a</sup> ) | 9,1    | 111 505      | 93 52I       | MI           | < I, 0-3 | > 6, 0+2 | > I, 2-5 | ≤ I, 5+5 |          | ≤ 2, 2-2 | ≤ 2, 9-2 | ≤ 3, 8-2 |
|                                | 79,8   |              | I3I 660 (EI) | 5, 7-I       |          | 2, 6-I2  | I, 3+9   | 4, 2     | I, 9+2   |          |          |          |
|                                | I02,1  |              | 9I 660 (EI)  | 3, 0-I       | 4, 5-II  | 7, 2+8   | 2, 2-I   | 2, 6     |          |          |          |          |
|                                | I47,7  |              | 73 52I (E2)  | 3, 9-I       | 5, 4-7   | 9, 0+3   | 9, 4     |          |          |          |          |          |
|                                |        |              | 240,2        | 33 532 (EI)  | 8, 0-I   | > 8, 3-6 | ≤ 4, 0+2 | ≤ 2, 7   | ≤ 9, 7   |          |          |          |
| 240,3<br>7-10 <sup>a</sup> )   | 37,8   | 33 65I       | 55 523       | EI           | 2, 8-I   | > 6, 7-7 | ≤ 5, 1+3 | ≤ 6, 0   | ≤ I, 8   |          |          |          |
|                                | I03,9  |              | 53 52I       | EI           | 4, 8-2   | > I, 4-8 | ≤ 2, 4+5 | ≤ I, 2+I | ≤ 6, 7+2 |          |          |          |
|                                | 200,8  |              | 33 52I       | EI           | 3, 0-2   | > 3, 1-7 | ≤ I, 1+4 | ≤ 6, 0   | ≤ 3, 1+I |          |          |          |
|                                | 240,2  |              | 55 523       | EI           | 2, 1-I   | > 7, 1-8 | ≤ 5, 8+4 | ≤ 3, 6+I | ≤ 2, 4+2 |          |          |          |
| 247,8<br>≤ I, 0-9              | III, 4 | 5I 660       | 9I 660       | E2           | I, 6     | > 3, 9-I | ≤ I, 3-2 | ≤ 2, 8   |          |          |          |          |
|                                | II5,5  |              | 73 52I (EI)  | 8, 7-2       | > 4, 1-8 | ≤ 8, 0+4 | ≤ 5, 5+1 | ≤ 5, 4-I |          |          |          |          |
|                                | I61,1  |              |              |              |          |          |          |          |          |          |          |          |

Продолжение таблицы 1

| I                               | 2             | 3       | 4      | 5                  | 6        | 7                | 8                | 9        | 10       | II     | I2     | I3     |
|---------------------------------|---------------|---------|--------|--------------------|----------|------------------|------------------|----------|----------|--------|--------|--------|
|                                 | 208,4         | 5I 660  | 53 52I | EI                 | 4, 4-2   | > I, 3-7         | ≤ 2, 7+4         | ≤ 3, 2   | ≤ 6, 5   |        |        |        |
|                                 | 247,8         |         | 33 52I | EI                 | 2, 8-2   | > 8, 5-8         | ≤ 4, 0+4         | ≤ I, 7+I | ≤ 5, 4   |        |        |        |
| I57<br>66 Ду 9I                 |               |         |        |                    |          |                  |                  |          |          |        |        |        |
| 6I, I<br>3-10                   | 6I, I         | 53 52I  | 33 52I | MI<br>4, 8-2<br>E2 | I, I+I   | 4, 8-2<br>8, 9-I | 3, 3+I<br>5, 5-3 |          |          | I, 6   | I, 8   | 2, 0   |
| I47,7<br>≤ 3-10                 | 86,5<br>I47,7 | 73 52I  | 53 52I | MI                 | 3, 7     | > 3, 8-2         | ≤ 4, 7+I         |          |          | ≤ 2, 5 | ≤ 2, 9 | ≤ 3, 2 |
|                                 |               |         | 33 52I | E2                 | 6, 6-I   | > I, 8-I         | ≤ 2, 8-2         | ≤ 2, 6   |          |        |        |        |
| I6I, 9<br>I, 3-6 <sup>a</sup> ) | I4, 2         | 93 65I  | 73 52I | EI                 | I, 2+I   | 9, 0-8           | 3, 7+4           | 9, 0-2   | 7, 5+I   |        |        |        |
| I88,0<br>I, I-9                 | 26,1          | 53 65I  | 9I 660 | E2                 | I, I+3   | I, 7             | 3, 0-3           | 4, 7-I   |          |        |        |        |
|                                 | I26,9         |         | 53 52I | EI                 | I, 6-I   | I, 2-7           | 2, 8+4           | 3, 3     | 7, 4     |        |        |        |
|                                 | I88,0         |         | 33 52I | EI                 | 5, 8-2   | 2, 8-7           | I, 2-7           | 4, 5     | 7, 8-I   |        |        |        |
| I93,3<br>I, 92-2 <sup>a</sup> ) | 37,3          | III 505 | 93 65I | EI                 | 8, 3-I   | I, 4-I2          | 2, 3+9           | 4, 2     | 5, I+I   |        |        |        |
|                                 | 5I, 5         |         | 73 52I | E2                 | 4, 0+I   | 8, 0-8           | 6, 3+4           | 9, 6-3   |          |        |        |        |
| 34I, I<br>≤ 3-10                | I06,5         | 55 523  | 33 65I | EI                 | 2, 6-I   | > 3, 8-8         | ≤ 2, 8+4         | ≤ 6, 8+I | ≤ 2, 4+I |        |        |        |
|                                 | I29,9         |         | 73 65I | EI                 | I, 5-I   | > 8, 8-8         | ≤ 3, 7+4         | ≤ I, 6   | ≤ 4, 7   |        |        |        |
|                                 | I53, I        |         | 53 65I | EI                 | 9, 9-2   | > 2, I-7         | ≤ I, 6+4         | ≤ I, 6-2 | ≤ 9, 6   |        |        |        |
|                                 | I93,4         |         | 73 52I | MI                 | 3, 8-I   | > 2, 3-3         | ≤ 7, 7+2         |          |          | ≤ 4, 4 | ≤ 3, 6 | ≤ 2, 8 |
|                                 | 280,0         |         | 53 52I | MI                 | I, 4-I   | > 2, 3-3         | ≤ 7, 9+2         |          |          | ≤ 6, I | ≤ 4, 7 | ≤ 3, 5 |
| 34I                             | 33 52I        | MI      | 8, 2-2 | > 9, 7-4           | ≤ I, 8+3 |                  |                  | ≤ 3, 2   | ≤ 2, 7   | ≤ 2, I |        |        |

Продолжение таблицы 1

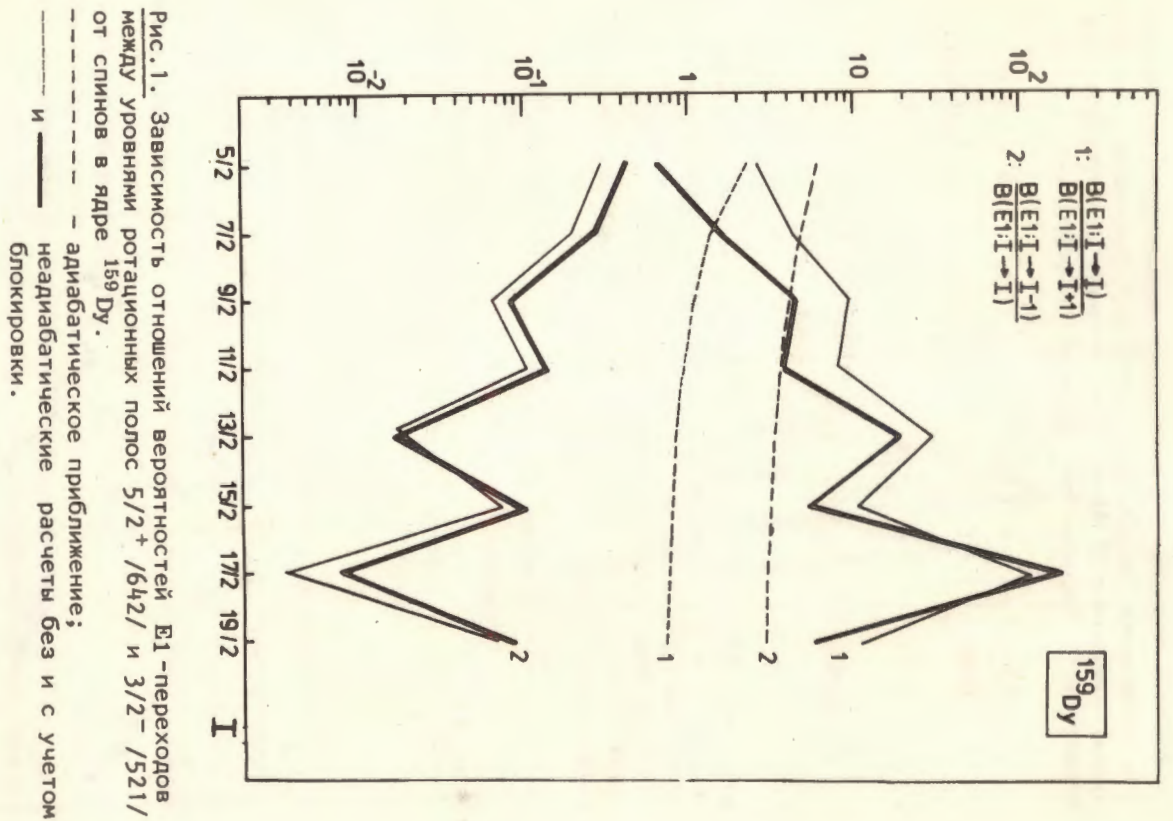
| I                     | 2   | 3       | 4  | 5                                 | 6  | 7  | 8  | 9                          | 10                      | 11    | 12             | 13                       |
|-----------------------|---|---------|--|-----------------------------------|--|--|--|----------------------------|-------------------------|-------|----------------|--------------------------|
| I59<br>66Dy93         |   |         |  |                                   |  |  |  |                            |                         |       |                |                          |
| 56,6<br>2,1-10        | 56,6                                      | 53 52I  | 33 52I   | MI<br>3,7-2<br>E2                 | I,3+I  | 7,0-2<br>I,2   | 2,6+I<br>4,4-3   | I,1                        |                         | I,2   | I,4            | I,5                      |
| 177,6<br>9,2-9        | 41,1<br>121,0<br>177,6                    | 55 642  | 73 52I<br>53 52I<br>33 52I                     | EI<br>EI<br>EI                    | 6,3-I<br>I,9-I<br>6,7-2                            | 2,0-7<br>I,8-7<br>I,1-8  | I,6+4<br>I,7+4<br>3,1+5                                | I,1+I<br>3,5<br>5,2+I      | 6,3<br>2,1<br>9,2+I     |       |                |                          |
| 209,0<br>1,35-9       | 31,6<br>72,5<br>152,4                     | 75 642  | 55 642<br>73 52I<br>53 52I                     | MI<br>3,5-2<br>E2<br>EI<br>EI     | 2,6+I<br>7,3-I<br>I,0-I                            | 3,1-2<br>I,6<br>7,0-8  | 5,8+I<br>3,2-3<br>4,6+4                                |                            | 8,8-I<br>I,3+I<br>2,3+I | 6,9-I | 7,8-I          | I,3                      |
| 309,6<br>42-10        | 100,6<br>132,0<br>173,1<br>252,9<br>309,6 | 55 523  | 75 642<br>55 642<br>73 52I<br>53 52I<br>33 52I | EI<br>EI<br>MI<br>MI<br>I-I<br>E2 | 3,1-I<br>I,5-I<br>2,6-2<br>5,1-I<br>I,9-I<br>I,0-I | ≥1,2-6<br>≥3,2-6<br>≥1,3-3<br>≥1,6-3<br>≥2,5-3<br>≥1,3-3<br>≥2,1-3 | ≤2,6+3<br>≤1,0+3<br>≤1,4+3<br>≤3,2<br>≤7,1+2<br>≤1,4+3 | ≤6,9-I<br>≤2,9-I<br>≤5,1+I | ≤2,1<br>≤3,8            | ≤6,1  | ≤5,1           | ≤4,1<br>≤2,8-I<br>≤2,2-I |
| 352,9<br>1,15-4<br>a) | 113,3<br>116,9<br>217                     | 111 505 | 95 642<br>93 52I<br>73 52I                     | EI<br>MI<br>E2                    | 2,6-I<br>I,6<br>I,8-I                              | 5,4-12<br>3,2-6<br>5,2-8   | 6,1+1<br>5,6+7<br>I,0+5                                | I,6-I                      |                         |       | 3,1-2<br>3,4-3 | 3,6-3                    |

Продолжение таблицы 1

| 2             | 3      | 4                | 5                 | 6                              | 7                       | 8                       | 9          | 10    | 11           | 12           | 13           |
|---------------|--------|------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|-------|--------------|--------------|--------------|
| I61<br>66Dy95 |        |                  |                   |                                |                         |                         |            |       |              |              |              |
| 25,6          | 55 523 | 55 642           | EI                | 2,3                            | 2,8-6                   | I,1+3                   | 3,6        | 6,8-I |              |              |              |
| 43,8          | 75 642 | 55 642           | MI<br>4,2-2<br>E2 | 7,5                            | 5,3-2<br>I,6            | 3,4+I<br>3,2-2          | I,1        |       | 7,8-I        | 9,0-I        | I,0          |
| 48,9          | 33 52I | 55 52I           | MI<br>3,7-3<br>E2 | 3,6                            | I,8-2<br>4,0-2          | I,0+2<br>I,3-I          | 3,3        |       | I,2          | I,1          | I,1          |
| 74,6          |        | 55 642           | EI                | 6,5-I                          | 3,5-7                   | 9,2+3                   | I,7        | 2,8-I |              |              |              |
| 100,4         | 95 642 | 55 642           | E2                |                                | 3,5-I                   | I,5-2                   | I,3        |       |              |              |              |
| 59,2<br>77,4  | 75 523 | 75 642<br>55 523 | EI<br>MI<br>E2    | I,2<br>I,0<br>6,3              | 6,6-7<br>6,7-3<br>I,6   | 4,9+3<br>2,7+2<br>3,2-2 | 8,4<br>I,2 | I,0   | 2,5-2        | 2,4-2        | 2,2-I        |
| 103,0         |        | 55 642           | EI                | 2,9-I                          | I,1-6                   | 3,0+3                   | 2,8        | 3,6-I |              |              |              |
| 28,7<br>57,2  | 55 52I | 75 523<br>33 52I | MI<br>MI<br>E2    | I,6+I<br>I,2+I                 | 9,9-3<br>I,1-I<br>I,6   | I,8+2<br>I,7+I<br>3,2   | I,0        |       | 3,2<br>7,1-I | 3,0<br>8,1-I | 2,8<br>9,0-I |
| 87,9<br>106,6 |        | 75 642<br>55 523 | EI<br>MI<br>E2    | 4,5-I<br>6,8-I<br>I,8<br>5,0-2 | 4,3-7<br>5,8-4<br>I,1-I | I,3+3<br>3,1+3<br>I,4   | 2,0+I      | 2,4   | I,4          | I,5          | I,6          |

| I              | 2     | 3      | 4      | 5                 | 6     | 7      | 8      | 9     | 10     | 11     | 12     | 13     |
|----------------|-------|--------|--------|-------------------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
|                | 131,8 |        | 55 642 | E1                | 1,5-1 | 1,3-8  | 2,5+7  | 3,4+1 | 8,8+1  |        |        |        |
| 201,2<br>43-10 | 98,1  | 95 523 | 75 523 | M1<br>8,5-1<br>E2 | 2,8   | >6,0-3 | ≤3,0+2 |       |        | ≤2,7-3 | ≤1,2-1 | ≤5,7-1 |
|                | 157,4 |        | 75 642 | E1                | 9,2-2 | >7,6-1 | ≤6,8-3 | ≤2,0  |        |        |        |        |
|                | 175,6 |        | 55 523 | E2                | 3,9-1 | >8,4-7 | ≤3,9+3 | ≤5,2  | ≤3,9-1 |        |        |        |
| 550,5<br>KB a) | 550,5 | 33 651 | 55 642 | E2                |       | 4,8-2  | 1,1-1  | 1,4-2 |        |        |        |        |

Примечание:  $B(\sigma L)$  в единицах  $e^2 \sigma^2$  для E2,  $e^2 \sigma$  для E1 и  $\mu_N^2$  для M1-переходов;  
 $F(E1)_{WS}^P$  и  $F(E1)_{WS}^{Pb}$  - факторы торможения для E1-переходов, вычисленные без и с учетом эффекта блокировки.  
 а/ - значения  $T_{1/2}$  заимствованы из обзора /8/;  
 KB - кулоновское возбуждение.



Эффекты кориолисова смешивания значительно проявляются и в отношениях полных интенсивностей переходов  $\lambda_I$  и амплитудах смешивания  $\delta_I^2$  M1- и E2-компонент электромагнитных переходов<sup>/2/</sup>. Расчеты этих величин по формулам:

$$\lambda_I = \frac{B(E2; I \rightarrow I-2)}{B(E2; I \rightarrow I-1)} \left[ \frac{E_Y(I \rightarrow I-2)}{E_Y(I \rightarrow I-1)} \right]^5 \frac{\delta_I^2}{\delta_I^2 + 1} = \frac{I^Y(I \rightarrow I-2)}{I^Y(I \rightarrow I-1)}$$

и

$$\delta_I^2 = 7.034 \cdot 10^{-7} \frac{[E_Y(I \rightarrow I-1)]^2 B(E2; I \rightarrow I-1)}{B(M1; I \rightarrow I-1)}$$

для полос  $3/2^- / 521/$  и  $5/2^+ / 642/$  в изотопах Dy приведены на рис. 2 и 3. Прослеживается неплохое согласие экспериментальных значений  $\lambda_I$ <sup>/10-14/</sup> с рассчитанными по неадиабатической модели как для полос положительной четности в изотопах <sup>159</sup>Dy и <sup>161</sup>Dy, так и для полос отрицательной четности в изотопах <sup>155</sup>Dy, <sup>157</sup>Dy и <sup>159</sup>Dy.

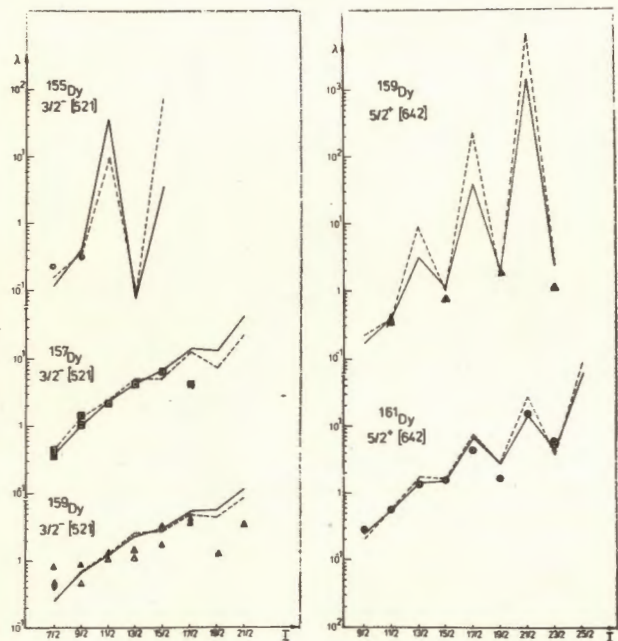


Рис. 2. Зависимость  $\lambda_I$  от спина состояний ротационных полос изотопов Dy. Экспериментальные результаты взяты из работ /7-15/.  
----- адиабатические оценки;  
————— неадиабатические расчеты.

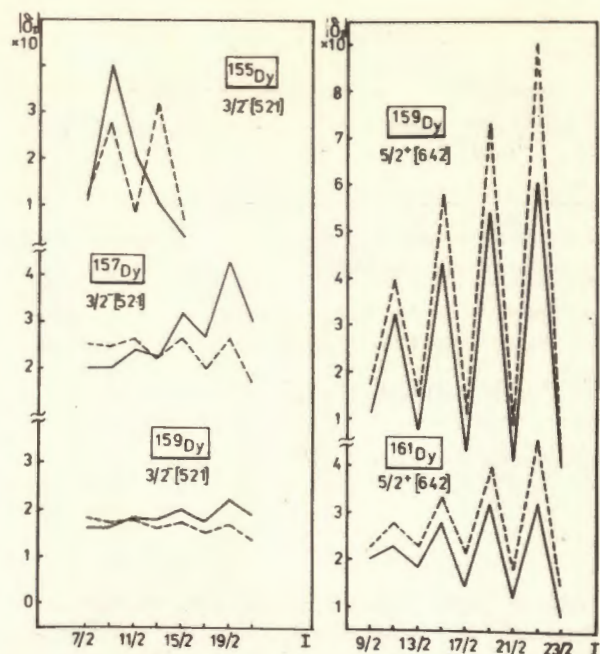


Рис. 3. Зависимость  $|\delta_I|$  от спина состояний ротационных полос изотопов Dy.  
----- адиабатические оценки;  
————— неадиабатические расчеты.

На рис. 2 и 3 пунктиром показаны адиабатические оценки, сделанные при значениях параметра  $\left| \frac{g_K - g_R}{Q_0} \right|_{\text{эфф}}^2$ , извлеченных из экспериментальных значений  $\lambda$ . Полученные нами значения этих параметров сведены в табл. 2.

## 2. МАГНИТНЫЕ МОМЕНТЫ

Систематические расчеты магнитных моментов нечетных ядер редкоземельной области в рамках последовательной неадиабатической модели<sup>/2/</sup>, учитывающей взаимодействие Кориолиса, а также поляризованные эффекты, возникающие из-за возбуждения остова, проводились в работе /15/. В этой работе отмечалось особенно хорошее описание магнитных моментов для вращательных уровней состояния  $3/2^- / 521/$  в изотопах Gd, Dy и Er.



Таблица 2

| A   | Полоса                 | $I_{\text{нач.}}$ | $\lambda_I^{\text{ЭКСП}}$ | $\delta_I^2$ | $\left  \frac{g_K - g_R}{Q_0} \right ^2$ |
|-----|------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|--|
| 155 | 3/2 <sup>-</sup> /521/ | 7/2               | 0,25                      | 1,5-2*       | 1,17-2                                   |
| 157 | 3/2 <sup>-</sup> /521/ | 7/2               | 0,443                     | 3,4-2        | 8,89-3                                   |
| 159 | 3/2 <sup>-</sup> /521/ | 11/2              | 1,27                      | 3,1-2        | 1,46-2                                   |
|     | 5/2 <sup>+</sup> /642/ | 11/2              | 0,371                     | 1,6-1        | 1,47-3                                   |
| 161 | 5/2 <sup>+</sup> /642/ | 11/2              | 0,580                     | 7,8-2        | 2,7-3                                    |

\* - экспериментальное значение  $\delta_I^2$  для перехода 47,4 кэВ<sup>13/</sup>, 1,5-2 означает  $1,5 \cdot 10^{-2}$ .

В настоящей работе были проведены расчеты магнитных моментов вращательных состояний отрицательной и положительной четности изотопов диспрозия с A=155,157,159 и 161. В расчетах варьировался единственный свободный параметр  $g_R^0$ , характеризующий магнитные свойства остова ( $g_R^0=0,25; 0,30$  и  $0,35$ ). Результаты расчетов приведены в табл.3. В этой же таблице приводятся известные экспериментальные значения магнитных моментов. Сравнительно слабая зависимость результатов от выбора  $g_R^0$  и хорошее согласие с экспериментом говорят о надежности теоретических предсказаний.

В заключение авторы считают своим долгом поблагодарить М.И.Базнату за помощь в отладке программ расчетов, использованных в данной работе.

Таблица 3

Магнитные дипольные моменты в нечетных изотопах Dy

| A                       | $I^{\pi}  Nn_z \Lambda $ | $g_I$                  | $\mu_{w.s.}$ |            |            | $\mu_{\text{эксп.}} /16/$ |        |
|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------|------------|------------|---------------------------|--------|
|                         |                          |                        | $g_R=0,25$   | $g_R=0,30$ | $g_R=0,35$ |                           |        |
| 1                       | 2                        | 3                      | 4            | 5          | 6          | 7                         |        |
| 155                     | 3/2 <sup>-</sup> /532/   | -0,385                 | 0,343        | 0,366      | 0,389      | -0,34(3)                  |        |
|                         | 3/2 <sup>-</sup> /521/   | -0,684                 | -0,389       | -0,371     | -0,354     |                           |        |
|                         | 5/2 <sup>-</sup> /523/   | 1,622                  | 0,330        | 0,359      | 0,388      |                           |        |
|                         | 5/2 <sup>-</sup> /521/   | 1,763                  | 0,172        | 0,225      | 0,277      |                           |        |
|                         | 7/2 <sup>-</sup> /523/   | -1,947                 | 0,414        | 0,503      | 0,593      |                           |        |
|                         | 7/2 <sup>-</sup> /521/   | -2,480                 | 0,499        | 0,588      | 0,678      |                           |        |
|                         | 9/2 <sup>-</sup> /523/   | 1,576                  | 0,597        | 0,757      | 0,916      |                           |        |
|                         | 9/2 <sup>-</sup> /521/   | 3,508                  | 0,900        | 1,017      | 1,135      |                           |        |
|                         | 11/2 <sup>-</sup> /505/  | -0,227                 | -0,871       | -0,833     | -0,796     |                           |        |
|                         | 11/2 <sup>-</sup> /521/  | -3,235                 | 1,098        | 1,274      | 1,450      |                           |        |
|                         | 13/2 <sup>-</sup> /521/  | 1,783                  | 1,082        | 1,346      | 1,609      |                           |        |
|                         | 15/2 <sup>-</sup> /521/  | -2,799                 | 1,155        | 1,448      | 1,741      |                           |        |
|                         | $Q_0 = 5,00$             | 3/2 <sup>+</sup> /651/ | -2,891       | -0,376     | -0,392     |                           | -0,407 |
|                         |                          | 5/2 <sup>+</sup> /651/ | 0,405        | 0,161      | 0,239      |                           | 0,318  |
|                         |                          | 7/2 <sup>+</sup> /651/ | -6,209       | -0,351     | -0,342     |                           | -0,333 |
| 9/2 <sup>+</sup> /660/  |                          | 10,466                 | -0,592       | -0,614     | -0,637     |                           |        |
| 11/2 <sup>+</sup> /651/ |                          | -7,327                 | -0,012       | 0,070      | 0,152      |                           |        |
| 15/2 <sup>+</sup> /651/ |                          | -7,907                 | 0,409        | 0,577      | 0,745      |                           |        |
| 17/2 <sup>+</sup> /660/ |                          | 10,849                 | 0,310        | 0,471      | 0,631      |                           |        |
| 19/2 <sup>+</sup> /651/ |                          | -8,264                 | 0,863        | 1,122      | 1,382      |                           |        |
| 21/2 <sup>+</sup> /660/ |                          | 10,935                 | 0,789        | 1,046      | 1,302      |                           |        |
| 23/2 <sup>+</sup> /651/ |                          | -8,505                 | 1,334        | 1,688      | 2,042      |                           |        |
| 25/2 <sup>+</sup> /660/ | 10,995                   | 1,275                  | 1,629        | 1,983      |            |                           |        |

Продолжение таблицы 3

| I   | 2                       | 3      | 4      | 5      | 6      | 7        |
|-----|-------------------------|--------|--------|--------|--------|----------|
| I57 | 3/2 <sup>-</sup> /532/  | -0,330 | 0,372  | 0,395  | 0,419  |          |
|     | 3/2 <sup>-</sup> /521/  | -0,242 | -0,342 | -0,317 | -0,291 | -0,30(3) |
|     | 5/2 <sup>-</sup> /523/  | 0,671  | 0,090  | 0,168  | 0,246  |          |
|     | 7/2 <sup>-</sup> /523/  | -1,191 | 0,766  | 0,854  | 0,942  |          |
|     | 7/2 <sup>-</sup> /521/  | -1,049 | 0,405  | 0,532  | 0,658  |          |
|     | 9/2 <sup>-</sup> /521/  | 1,454  | 0,747  | 0,017  | 1,088  |          |
|     | 11/2 <sup>-</sup> /505/ | -0,166 | -0,944 | -0,905 | -0,866 |          |
|     | 11/2 <sup>-</sup> /521/ | -1,674 | 0,979  | 1,197  | 1,415  |          |
|     | 13/2 <sup>-</sup> /521/ | 2,224  | 1,323  | 1,579  | 1,835  |          |
|     | 15/2 <sup>-</sup> /521/ | -2,141 | 1,510  | 1,820  | 2,129  |          |
|     | 17/2 <sup>-</sup> /521/ | 2,884  | 1,860  | 2,202  | 2,545  |          |
|     | 19/2 <sup>-</sup> /521/ | -2,463 | 2,025  | 2,428  | 2,832  |          |
|     | 21/2 <sup>-</sup> /521/ | 3,378  | 2,372  | 2,804  | 3,237  |          |
|     | 3/2 <sup>+</sup> /651/  | -1,790 | -0,316 | -0,319 | -0,323 |          |
|     | 5/2 <sup>+</sup> /651/  | 6,946  | 0,789  | -0,853 | -0,917 |          |
|     | 7/2 <sup>+</sup> /651/  | -5,437 | -0,379 | -0,368 | -0,357 |          |
|     | 9/2 <sup>+</sup> /660/  | 8,527  | -0,408 | -0,400 | -0,393 |          |
|     | 11/2 <sup>+</sup> /651/ | -6,235 | 0,099  | 0,198  | 0,298  |          |
|     | 15/2 <sup>+</sup> /651/ | -6,617 | 0,591  | 0,785  | 0,979  |          |
|     | 17/2 <sup>+</sup> /660/ | 9,258  | 0,543  | 0,736  | 0,930  |          |
|     | 19/2 <sup>+</sup> /651/ | -6,853 | 1,085  | 1,376  | 1,667  |          |
|     | 21/2 <sup>+</sup> /660/ | 9,379  | 1,035  | 1,326  | 1,617  |          |
|     | 23/2 <sup>+</sup> /651/ | -7,018 | 1,581  | 1,969  | 2,357  |          |
|     | 25/2 <sup>+</sup> /660/ | 9,452  | 1,531  | 1,920  | 2,309  |          |

Q<sub>0</sub> = 6,00

Продолжение таблицы 3

| I   | 2                       | 3      | 4      | 5      | 6      | 7 |
|-----|-------------------------|--------|--------|--------|--------|---|
| I59 | 3/2 <sup>-</sup> /521/  | -0,114 | -0,347 | -0,320 | -0,292 |   |
|     | 5/2 <sup>-</sup> /523/  | 0,037  | 0,663  | 0,700  | 0,736  |   |
|     | 7/2 <sup>-</sup> /523/  | -0,222 | 0,854  | 0,957  | 1,060  |   |
|     | 7/2 <sup>-</sup> /521/  | -0,734 | 0,449  | 0,581  | 0,712  |   |
|     | 9/2 <sup>-</sup> /523/  | 0,373  | 1,057  | 1,220  | 1,382  |   |
|     | 9/2 <sup>-</sup> /521/  | 0,969  | 0,767  | 0,947  | 1,126  |   |
|     | 11/2 <sup>-</sup> /505/ | -0,156 | -0,912 | -0,874 | -0,835 |   |
|     | 11/2 <sup>-</sup> /521/ | -1,194 | 1,044  | 1,271  | 1,489  |   |
|     | 13/2 <sup>-</sup> /521/ | 1,389  | 1,331  | 1,604  | 1,878  |   |
|     | 15/2 <sup>-</sup> /521/ | -1,575 | 1,577  | 1,898  | 2,219  |   |
|     | 17/2 <sup>-</sup> /521/ | 1,779  | 1,855  | 2,222  | 2,589  |   |
|     | 19/2 <sup>-</sup> /521/ | -1,898 | 2,085  | 2,500  | 2,915  |   |
|     | 21/2 <sup>-</sup> /521/ | 2,125  | 2,361  | 2,821  | 3,282  |   |
|     | 3/2 <sup>+</sup> /651/  | -1,342 | -0,215 | -0,211 | -0,206 |   |
|     | 3/2 <sup>+</sup> /402/  | -0,160 | 0,781  | 0,808  | 0,835  |   |
|     | 5/2 <sup>+</sup> /642/  | 2,083  | 0,545  | -0,549 | -0,552 |   |
|     | 7/2 <sup>+</sup> /642/  | -3,603 | -0,305 | -0,274 | -0,243 |   |
|     | 9/2 <sup>+</sup> /642/  | 5,380  | -0,163 | -0,108 | -0,054 |   |
|     | 11/2 <sup>+</sup> /642/ | -5,247 | 0,159  | 0,270  | 0,382  |   |
|     | 13/2 <sup>+</sup> /642/ | 7,010  | 0,245  | 0,375  | 0,504  |   |
|     | 15/2 <sup>+</sup> /642/ | -5,997 | 0,642  | 0,844  | 1,046  |   |
|     | 17/2 <sup>+</sup> /642/ | 7,912  | 0,686  | 0,900  | 1,115  |   |
|     | 19/2 <sup>+</sup> /642/ | -6,408 | 1,134  | 1,431  | 1,728  |   |
|     | 21/2 <sup>+</sup> /642/ | 8,438  | 1,149  | 1,455  | 1,761  |   |
|     | 23/2 <sup>+</sup> /642/ | -6,663 | 1,631  | 2,024  | 2,417  |   |
|     | 25/2 <sup>+</sup> /642/ | 5,084  | 2,166  | 2,652  | 3,138  |   |

Q<sub>0</sub> = 6,150

| I                       | 2                       | 3      | 4      | 5      | 6      | 7        |
|-------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|----------|
| I6I                     | 3/2 <sup>-</sup> /52I/  | -0,137 | -0,374 | -0,347 | -0,320 | -0,39(1) |
|                         | 5/2 <sup>-</sup> /523/  | 0,325  | 0,711  | 0,741  | 0,772  | 0,58(2)  |
|                         | 7/2 <sup>-</sup> /523/  | -0,671 | 0,912  | 1,005  | 1,099  |          |
|                         | 7/2 <sup>-</sup> /52I/  | -0,263 | 0,405  | 0,546  | 0,687  |          |
|                         | 9/2 <sup>-</sup> /523/  | 0,951  | 1,126  | 1,276  | 1,427  |          |
|                         | 9/2 <sup>-</sup> /52I/  | 0,342  | 0,712  | 0,905  | 1,098  |          |
|                         | 11/2 <sup>-</sup> /505/ | -0,146 | -0,909 | -0,870 | -0,831 |          |
|                         | 11/2 <sup>-</sup> /52I/ | -0,471 | 0,982  | 1,224  | 1,467  |          |
|                         | 13/2 <sup>-</sup> /52I/ | 0,550  | 1,259  | 1,551  | 1,844  |          |
|                         | 15/2 <sup>-</sup> /52I/ | -0,712 | 1,500  | 1,841  | 2,181  |          |
|                         | 17/2 <sup>-</sup> /52I/ | 0,768  | 1,771  | 2,162  | 2,552  |          |
|                         | 19/2 <sup>-</sup> /52I/ | -0,961 | 1,995  | 2,432  | 2,869  |          |
|                         | 21/2 <sup>-</sup> /52I/ | 0,980  | 2,270  | 2,758  | 3,245  |          |
|                         | 3/2 <sup>+</sup> /65I/  | -0,240 | 0,659  | 0,684  | 0,709  |          |
|                         | 3/2 <sup>+</sup> /402/  | -1,000 | -0,056 | -0,045 | -0,034 |          |
|                         | 5/2 <sup>+</sup> /642/  | 0,958  | 0,436  | 0,419  | -0,403 | -0,48(4) |
|                         | 7/2 <sup>+</sup> /642/  | -2,176 | -0,154 | -0,096 | -0,038 |          |
|                         | 9/2 <sup>+</sup> /642/  | 3,196  | 0,077  | 0,173  | 0,270  |          |
| 11/2 <sup>+</sup> /642/ | -3,755                  | 0,328  | 0,469  | 0,610  |        |          |
| 13/2 <sup>+</sup> /642/ | 4,613                   | 0,519  | 0,696  | 0,873  |        |          |
| 15/2 <sup>+</sup> /642/ | -4,690                  | 0,797  | 1,025  | 1,254  |        |          |
| 17/2 <sup>+</sup> /642/ | 5,618                   | 0,956  | 1,217  | 1,478  |        |          |
| 19/2 <sup>+</sup> /642/ | -5,276                  | 1,274  | 1,594  | 1,914  |        |          |
| 21/2 <sup>+</sup> /642/ | 6,367                   | 1,400  | 1,749  | 2,097  |        |          |
| 23/2 <sup>+</sup> /642/ | -5,662                  | 1,758  | 2,173  | 2,588  |        |          |
| 25/2 <sup>+</sup> /642/ | 6,935                   | 1,854  | 2,292  | 2,730  |        |          |

Q<sub>0</sub> = 7,20

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аликов Б.А. и др. ОИЯИ, Р6-12350, Дубна, 1979.
2. Базнат М.И., Пятов Н.И., Черней М.И. ЭЧАЯ, 1973, т. 4, вып. 4, с. 941.
3. Аликов Б.А. и др. ОИЯИ, Р6-11768, Дубна, 1978.
4. Аликов Б.А. и др. ОИЯИ, Р6-11687, Дубна, 1978.
5. Аликов Б.А. и др. ОИЯИ, Р6-11642, Дубна, 1978.
6. Hammaren E. et al. JUFL, Annual Report 1977, Department of Phys. Ynik. of Iyvaskyla, Finland, 1978, p. 66.
7. Базнат М.И., Пятов Н.И. ЯФ, 1973, 18, с. 762.
8. Andrejtscheff W. et al. Atomic Data and Nuclear Data Tables, 1975, 16, p. 515.
9. Löbner K.E. Phys.Lett., 1968, 26B, p. 369.
10. Torres J.P. et al. Nucl.Phys., 1972, A189, p. 609.
11. Klamra W. et al. Nucl.Phys., 1973, A199, p. 81.
12. Boutet J., Torres I.P., Paris P. Nucl.Phys., 1971, A167, p. 326.
13. Klamra W., Hjorth S.A., Rensfelt K.-G. Phys.Scripta, 1973, 7, p. 117.
14. Hjorth S.A., Johnson A., Ehrling G. Nucl.Phys., 1972, A184, p. 113.
15. Базнат М.И., Пятов Н.И., Черней М.И. ЯФ, 1974, 19, с. 275.
16. Авотина М.П., Золотавин А.В. Моменты основных и возбужденных состояний ядер /материалы по математическому обеспечению/, ЛИЯФ АН СССР, Л., 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел  
23 апреля 1979 года.