

**сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна**

P6-85-606

В.Б. Злоказов, Г.А. Кононенко, В.В. Кузнецов,  
М.И. Фоминых, В.М. Цупко-Ситников

**АНАЛИЗ БЕТА-СПЕКТРОГРАММ**  
Предварительная обработка

**1985**

## ВВЕДЕНИЕ

При определении интенсивностей и энергий линий из спектрограмм электронов внутренней конверсии /ЭВК/, получаемых на магнитных бета-спектрографах<sup>/1/</sup>, возникает необходимость в учете формы линий.

На первом этапе обработки спектров рекомендуется определить подходящее выражение для аналитического описания формы линии<sup>/2/</sup> и изучить зависимость входящих в выражение параметров от энергии. Для спектров ЭВК такая процедура должна выполняться обязательно каждый раз для нового источника, что обусловлено существенным влиянием параметров источника на форму линии. Однако помимо источника на форму линии может оказывать заметное влияние ряд факторов, характерных для измерений на бета-спектрографах, среди которых можно отметить следующие.

1. Эффекты проявления, приводящие к нелинейной зависимости между экспозицией  $H$  и оптической плотностью  $D$ . Сюда же можно отнести и краевые эффекты проявления<sup>/3/</sup>.

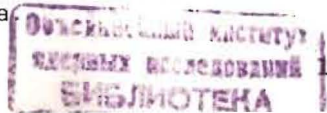
2. Точность определения характеристической кривой  $H/K$ , устанавливающей связь между  $H$  и  $D$  для данной спектрограммы, которая особенно сильно сказывается на форме линий в области больших плотностей ( $D > 3$ ), где наиболее резко проявляется нелинейная зависимость между  $H$  и  $D$ .

3. Неоднородность толщины фотоэмульсий, приводящая к неодинаковым уширениям линий спектра, за счет рассеяния электронов, проникающих на всю толщину фотослоя.

4. Уширение линий может возникнуть из-за влияния температуры и внешних магнитных полей при длительных экспозициях, достигающих десятков часов.

5. Непараллельность щели полевой диафрагмы микрофотометра и  $Y$ -координаты привода каретки, а также неудачный выбор ширины щели, определяющий степень дискретизации спектра<sup>/4/</sup>.

Методика работы на бета-спектрографах предполагает получение от одного источника нескольких бета-спектрограмм, при последовательной экспозиции фотопластинки через определенные промежутки времени и подборе соответствующих длительностей экспозиций<sup>/1/</sup>. Поэтому в зависимости от величины искажений, вносимых перечисленными выше факторами, может возникнуть необходимость в параметризации линий спектра для каждой отдельно взятой спектрограммы из числа полученных даже от одного источника.



В настоящей работе рассмотрены искажения формы линии, возникающие при взаимодействии ЭВК с фотоэмульсией, в процессе проявления бета-спектрограмм, и при последующем их фотометрировании.

Рассмотрена предварительная обработка бета-спектрограмм. Показана возможность определения индивидуальных ХК для бета-спектрограмм с целью увеличения рабочего диапазона оптических плотностей для анализа и уменьшения искажений спектра, обусловленных использованием усредненной ХК<sup>3,5</sup>. Получены зависимости полуширин одиночных линий от энергии для каждой из спектрограмм, и на их основе проведен анализ, позволивший отобрать неискаженные пики, пригодные для исследования, и подготовить спектры для последующей математической обработки.

### ИСКАЖЕНИЕ ФОРМЫ ЛИНИИ В ФОТОГРАФИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Фотографические системы регистрации относятся к нелинейным системам, в которых преобразование входного сигнала можно представить в виде трехступенчатого процесса<sup>6</sup>.

1. Распределение наложенного на фотослой излучения преобразуется в результате процессов рассеяния в новое распределение. Медленные электроны рассеиваются на очень большие углы, но из-за малого пути пробега возникает лишь небольшое размытие исходного распределения. С ростом энергии электронов за счет многократного рассеяния размытие растет. Опыты с узкими щелями показали, что функция рассеяния имеет вид

$$\Psi(x) = \frac{2 \cdot 3}{K} \cdot 10^{-\frac{2 \cdot |x|}{K}}, \quad /1/$$

где  $K$  - параметр, равный ширине распределения, при которой функция  $\Psi(x)$  уменьшается до 0,1 максимального значения<sup>6</sup>. В этой же работе<sup>6</sup> приведены данные, показывающие, что для ядерных трековых эмульсий и энергий электронов 82 кэВ при толщине фотослоев 13,4 и 53,9 мкм параметр  $K$  принимает значения 26 и 60 мкм соответственно. Меньшее значение параметра  $K$  в первом случае вызвано тем, что толщина 13,4 мкм недостаточна для полного торможения электронов. Электроны этой энергии полностью поглощаются толщиной фотослоя  $\approx 20$  мкм.

Параметрам  $K$ , равным 26 и 60 мкм, соответствуют полуширины распределений /1/ 8 и 20 мкм соответственно. Изменение полуширины распределений вследствие изменения толщины фотослоя на 7 мкм, таким образом, составляет 12 мкм. Это может приводить к значительному относительному уширению линий в спектре ЭВК. Оценим это уширение. Мы используем фотопластинки с толщиной слоя фотоэмульсий 50-70 мкм, в котором электроны с энергиями 160-200 кэВ проникают на всю толщину. Отклонения толщин фотоэмульсий в пределах одной партии фотопластинок не превышают 10-15%,

т.е. составляют приблизительно те же 7 мкм, что приводит к уширению линии в рассмотренном выше примере. Для одной из бета-спектрограмм, полученной на приборе СП-4<sup>1</sup>, с толщиной фотоэмульсии 47 мкм полуширина линии в районе энергии 160 кэВ составляет:  $\sigma = 265$  эВ или 265 мкм /наклон кривой "энергия-расстояние" по фотопластинке  $\epsilon = 1$  эВ/мкм, см. табл.1 и 3/. Тогда уменьшение толщины фотоэмульсии на 7 мкм может привести к изменению полуширины на те же 12 мкм, что будет соответствовать относительному изменению полуширины линии на 4-5%.

2. Экспонированный фотослой в результате химической обработки преобразуется в распределение оптической плотности. Это преобразование осуществляется в соответствии с ХК фотоматериала.

В предыдущей работе<sup>3</sup> нами было показано, что бета-спектрограммы, проявленные в амидоловом проявителе<sup>1</sup>, имеют ХК с небольшой протяженностью линейной области, ограниченной значением  $D \leq 1,5$ , в случае активной кинетики проявления /проявление с кистью/. Пассивное проявление в неподвижном растворе приводит к сокращению линейной области на ХК до величины, не превышающей значение  $D \approx 0,7$ . Выше этих значений наблюдается нелинейная зависимость  $D$  от  $H$ .

В небольшом диапазоне оптических плотностей ХК может быть описана зависимостью типа<sup>3</sup>:

$$Q = H \cdot \epsilon_e = 10^{\frac{D}{C}} - 1 \quad /2/$$

или

$$Q = H \cdot \epsilon_e = \ln \frac{D_m}{D_m - D}, \quad /3/$$

где  $C, D_m$  - параметры;  $\epsilon_e = \epsilon(E_e)$  - эффективность регистрации в функции энергии электронов  $E_e$ .

Неизбежные отклонения в режимах проявления спектрограмм, вызванные отклонениями температуры проявителей, времени проявления, pH-раствора проявителя, кинетики проявления и т.д., наиболее сильно будут сказываться на положении уровня условного насыщения оптической плотности и, соответственно, на форме ХК. Влияние эффектов проявления на начальную область ХК, где имеется линейная или близкая к ней зависимость  $D$  от  $H$ , сводится лишь к изменению наклона этой части ХК. По этой причине в большинстве случаев возможно использование одной усредненной ХК<sup>3,5</sup>, если ограничиваться анализом пиков, имеющих оптическую плотность в максимумах, не выходящую за пределы линейного участка ХК /обычно это значение  $D \leq 1,5$ /. Более сильные линии, пересчитанные к  $Q$  по усредненной ХК, будут иметь искажения формы, которые проявятся прежде всего в изменениях их полуширин. Отсюда следует, что для анализа спектров в более широком диапазоне оптических плотностей необходимо иметь индивидуальные ХК для каждой из спектрограмм.

3. При больших экспозициях, как правило, недостаточно первоначально проникшего в фотослой проявителя для полного проявления всех экспонированных микрокристаллов галогенного серебра. Проявитель расходуется гораздо быстрее, чем он может диффундировать в слой раствора. В результате на границе сильно- и слабоэкспонированных участков возникает градиент концентрации проявителя и продуктов реакции, поскольку в сильноэкспонированном участке расходуется больше проявителя и накапливается больше продуктов реакции, чем в слабоэкспонированном.

Это приводит к так называемым пограничным эффектам проявления<sup>/7/</sup>, являющимся следствием встречной диффузии проявителя из смежных, например, с сильной линией, слабоэкспонированных мест и продуктов реакции из района сильной линии внутри эмульсионного слоя в направлениях, параллельных его поверхности. В результате проявление в данном месте фотослоя начинает зависеть от экспозиции в смежных местах, и соотношение между D и H здесь уже не может быть описано с помощью обычной ХК.

Искажения, связанным с краевыми эффектами проявления, будут подвержены те спектральные линии, максимумы интенсивностей которых приходятся на линейный участок ХК. Причем по мере продвижения к области условного насыщения величина этих искажений, проявляющихся в деформациях линии, и появление за резким краем линии светлых участков, лежащих ниже уровня фона /эффект обрамления/, будут возрастать.

Искажения формы спектральных линий будут заметны и на слабых линиях, если те расположены рядом с сильными.

#### ИСКАЖЕНИЯ ФОРМЫ ЛИНИИ В ПРОЦЕССЕ ФОТОМЕТРИРОВАНИЯ

Бета-спектрограммы представляют собой распределения почернения в виде непрерывного фона и наложенных на него изолированных или перекрывающихся линий. Это распределение в процессе фотометрирования представляется набором дискретных величин, равных по значению, в зависимости от типа прибора, оптической плотности или коэффициента пропускания в данной точке спектрограммы, которые затем кодируются и записываются в память ЭВМ. Высокая линейность передаточной характеристики фотометрической системы автоматического микрофотометра и используемого аналогоцифрового преобразователя /АЦП/<sup>/8/</sup> практически не искажают форму линии. К числу же факторов, которые могут существенно повлиять на нее, относятся:

1. Степень дискретизации спектра по энергии, определяемая шагом фотометрирования<sup>/4/</sup>. Так как истинная форма линии неизвестна и не остается постоянной в пределах спектрограммы, то определение необходимой степени дискретизации спектра по энергии мы осуществляли экспериментально, фотометрируя спектрограммы с различными шагами - 100, 50, 25, 12,5

и 4,2 мкм. Наиболее подходящим для большинства спектрограмм оказался шаг фотометрирования в 25 мкм, что позволяет получить от 6 до 10 отсчетов в пределах полуширины линии. Однако при необходимости используются и другие шаги фотометрирования.

2. Непараллельность спектральной линии с поперечным /Y/-приводом каретки микрофотометра. При многократном фотометрировании спектра по разным дорожкам и последующем усреднении<sup>/8/</sup> этот фактор может существенно исказить форму линии. Поэтому перед началом фотометрирования тщательно выставляется параллельность. Контроль осуществляется по прибору или по анализу соответствующего спектра дисперсий<sup>/8/</sup>.

Мы экспериментально проверили величину вклада этого фактора в полуширину линии. Линия К 109,8<sup>153</sup>Tb с оптической плотностью в максимуме, равной  $D_m = 0,8$ , на спектрограмме № 5, полученной на приборе СП-4, многократно фотометрировалась по разным дорожкам. Было проведено несколько таких измерений и перед каждым из них установка параллельности сбивалась и выставлялась заново. При этом было получено среднее значение /в каналах/ полуширины и ее погрешность:  $18,22 \pm 0,05$ . Для более сильной линии К 180,2<sup>151</sup>Tb с  $D_m = 1,8$  на этой же спектрограмме аналогичные измерения дали  $20,61 \pm 0,02$ . /Один канал соответствует 12,5 мкм/. Отсюда следует, что вклад этого фактора в изменение полуширины линии очень мал /~ 0,1%/ и его можно не учитывать.

3. Непараллельность сканирующей щели /полевая диафрагма/ и линии. Этот фактор очень сложно контролировать, и для уменьшения данного источника искажений необходимо работать с небольшой высотой щели.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ХК ДЛЯ БЕТА-СПЕКТРОГРАММ

Был исследован ряд бета-спектрограмм ЭВК тербиевой фракции, полученных на спектрографах СП-2 и СП-4<sup>/1/</sup>. На рис.1 представлен один из рассмотренных спектров /№1, СП-2/. Для описания ХК использовались обе зависимости: /2/ и /3/. Параметры C и  $D_m$  определялись подгонкой значений отношения интенсивностей линий  $L_1 : L_2$  чистого по мультипольности /M1/ перехода к значению отношения теоретических коэффициентов внутренней конверсии /КВК/. При этом отбираемые L-группы должны отвечать следующим требованиям: 1/ интенсивности линий  $L_1$  и  $L_2$  в группах должны отличаться между собой примерно на порядок; 2/ максимумы оптических плотностей сильных пиков должны приходиться на нелинейный участок ХК.

Расчеты выполнялись для трех спектрограмм, полученных от одного источника последовательной экспозицией на приборе СП-2, и для одной спектрограммы, полученной на приборе СП-4. Использо-

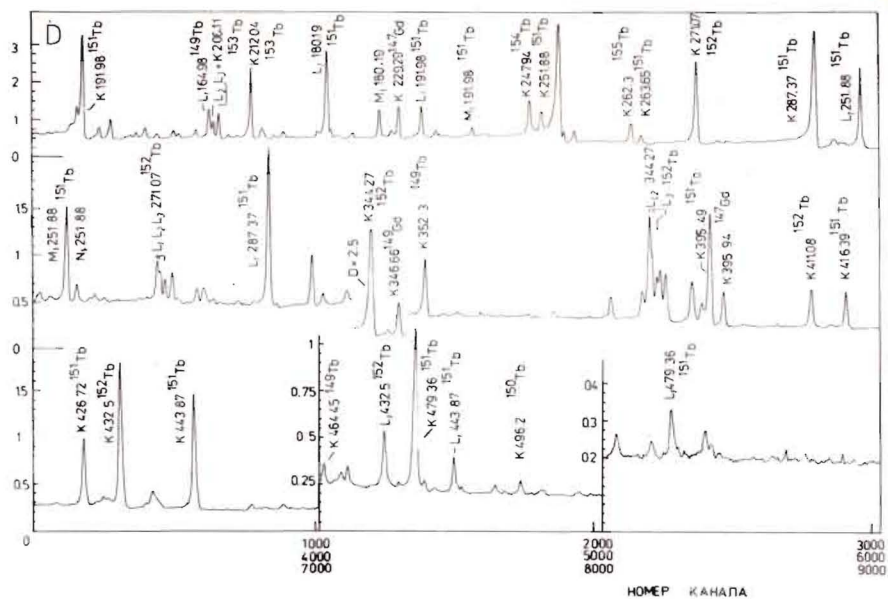


Рис.1. Участок спектра ЭВК тербиевой фракции, представленный в единицах оптической плотности. Спектрограмма № 1 /см. также табл.1 и 2/.

вались хорошо выделенные L-группы ЭВК переходов 180,2, 192 и 252 кэВ ( $M_1 - {}^{151}\text{Tb}$ ) на каждой из трех первых спектрограмм и одна группа L 180,2 для спектрограммы, полученной на приборе СП-4. Теоретические значения КВК определялись с использованием табличных данных [10]. Определение интенсивностей линий осуществлялось с помощью программы UPEAK [11]. Подробности использования этой программы мы выносим в отдельную статью, где возможности ее применения будут проиллюстрированы на примерах обработки этих же спектров с учетом полученных данных, приводимых в настоящей работе.

Для спектрограмм, полученных на приборе СП-2, в качестве модельных были использованы линии К 212 при обработке группы L 180,2;  $M_1$  180,2 для группы L 192 и линия К 271 для группы L 252 /рис.1/, которые применялись только в пределах своих спектров. Для спектрограммы, полученной на приборе СП-4, благодаря более высокому разрешению этого спектрографа, в качестве модельной использована линия  $L_1$  180,2. Полученные результаты приведены в табл.1.

В таблице указана средняя толщина фотослоев после химической обработки фотопластинок. Исходную толщину можно оценить умножением этих значений на коэффициент усадки, равный  $2,34 \cdot 10^{-5}$ . Для спектрограмм № 1 - 3 приведены средневзвешенные значения  $S(D_m)$ .

Таблица 1

Значения параметров  $S(D_m)$  для 4 бета-спектрограмм

Номер спектра и тип прибора	№ 1, СП-2	№2, СП-2	№3, СП-2	№4, СП-4	№5, СП-4
Средн. толщина фотослоя (мкм)	$25 \pm 2$	$30 \pm 2$	$24 \pm 2$	$20 \pm 1$	$18 \pm 1$
Среднее значение $S(D_m)$	$7,6 \pm 0,4$ ( $4,9 \pm 0,3$ )	$8,2 \pm 0,5$ ( $5,0 \pm 0,4$ )	$7,9 \pm 0,4$ ( $4,5 \pm 0,2$ )	$7,7 \pm 0,5$ ( $5,5 \pm 0,4$ )	$7,7 \pm 0,5$ ( $5,5 \pm 0,4$ )

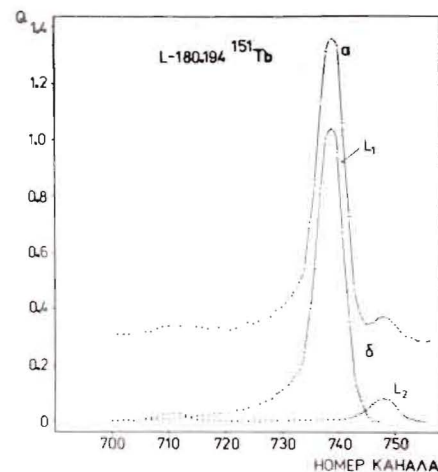


Рис.2. Разложение участка спектра № 1, группа L 180,2  ${}^{151}\text{Tb}$  /компоненты 1 и 2/ программой UPEAK: а - исходный спектр; б - спектр после разложения /фон вычтен/.

полученные усреднением соответствующих значений, рассчитанных по трем L-группам. На спектрограмме № 4 для расчета параметров  $S(D_m)$  использовалась лишь одна пригодная для этой цели L-группа. На спектрограмме № 5 нет L-группы, пригодной для расчета параметров ХК. Поэтому для нее будем использовать значения, полученные для спектрограммы № 4.

На рис.2 в качестве примера обработки приведен участок спектра № 1 с группой L 180,2: а - до разложения на компоненты, б - после декомпозиции программой UPEAK. Постоянный фон вычтен.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУШИРИН ЛИНИЙ

Исследование зависимости полуширин одиночных линий от соответствующих им значений энергий электронов было проведено для спектрограмм № 1, 2, 4 и 5. Результаты приведены в табл.2 и 3, а также на рис.3 и 4.

В табл.2 звездочками отмечены линии, принадлежащие спектру № 1. В табл.3 так помечены линии, соответствующие спектру № 5.

Таблица 2

Характеристики некоторых одиночных К-линий в спектрах  
№ 1 и 2

Линия и нуклид	Энергия электрон. $E_e$ (кэВ)	Оптическая плотность в максим.	$\varepsilon$ (эВ/кан)	Полуширина $\sigma$ (эВ)
<u>К-180,2</u> $I51_{Tb}$	130	3,6	24,0 (9)	613 (23)
К-195,1 $I51_{Tb}$	144,9	1,21	25,4 (9)	348 (16)
К-208 $I53_{Tb}$	157,8	0,85	25,8 (9)	364 (18)
К-212 $I53_{Tb}$	161,8	2,44	26,1 (10)	366 (16)
*К-212 -	-	2,2	-	340 (14)
К-262,3 $I55_{Tb}$	212	1,29	28,6 (11)	424 (15)
*К-262,3 -	-	1,14	-	400 (16)
*К-271,2 $I52_{Tb}$	221	2,44	29 (1)	410 (18)
<u>К-287,5</u> $I51_{Tb}$	237,3	3,3	29,6 (11)	544 (20)
*К-287,5 -	-	3,6	-	580 (22)
<u>К-344,2</u> $I52_{Tb}$	294	3,2	31,4 (11)	523 (19)
*К-344,2 -	-	3,4	-	536 (19)
К-346,7 $I49_{Tb}$	296,5	1,51	31,5 (11)	470 (17)
*К-346,7 -	-	1,23	-	420 (15)
*К-352,4 $I49_{Tb}$	302,2	1,0	31,7 (9)	465 (15)
К-396 $I47_{Gd}$	345,8	0,5	32,0 (8)	532 (20)
*К-411,6 $I52_{Tb}$	361,4	0,7	33,2 (8)	518 (18)
К-426,4 $I51_{Tb}$	376,2	0,6	33,4 (11)	542 (19)
К-432,1 $I52_{Tb}$	381,9	1,22	33,6 (11)	550 (17)
К-443,5 $I51_{Tb}$	393,3	0,91	33,8 (11)	552 (20)
*К-443,5 -	-	1,44	-	532 (18)
К-479 $I51_{Tb}$	428,8	0,6	35,0 (12)	568 (21)
*К-479 -	-	1,1	-	542 (19)

Каждая из исследованных линий фотометрировалась отдельно с шагом 12,5 мкм по многим дорожкам. При этом тщательно выставлялась параллельность  $Y$ -привода и линии для каждой из фотометрируемых линий и выбирался наиболее удачный для фотометрирова-

ния участок по ее высоте. Энергии определялись с помощью метода трех реперов<sup>/1/</sup>, в качестве которых использовались К-, L-, M-линии  $I51_{Tb}$ , энергии гамма-переходов хорошо известны<sup>/12/</sup>. В расчетах мы использовали приведенные в<sup>/12/</sup> погрешности энергий реперных линий и их координатные погрешности, возникающие в процессе фотометрирования бета-спектрограмм, которые не превышали 8 мкм<sup>/4/</sup>. Составлена соответствующая программа, которая, помимо расчета энергий линий и их погрешностей, определяет коэффициенты  $\varepsilon = \frac{\partial E_e}{\partial N}$  эВ/канал /с соответствующими погрешностями/, характеризующие наклон кривой энергия/канал к оси каналов в задаваемых точках. Полуширины и положения линий /координата/, выраженные в "каналах", определялись программой UPEAK.

Таблица 3

Характеристики некоторых одиночных К-линий в спектрах  
№ 4 и 5

Линия и нуклид	Энергия электрон. $E_e$ (кэВ)	Оптическая плотность в максим.	$\varepsilon$ (эВ/кан)	Полуширина $\sigma$ (эВ)
<u>К-108,1</u> $I51_{Tb}$	57,9	3,3	8,4 (6)	240 (17)
К-109,8 $I53_{Tb}$	59,6	0,8	8,45 (30)	154 (6)
*К-109,8 -	-	1,6	-	164 (7)
К-123,1 $I51_{Tb}$	72,9	1,12	9,2 (4)	175 (8)
К-180,2 $I51_{Tb}$	130,0	1,8	11,5 (4)	237 (9)
*К-180,2 -	-	1,52	-	250 (9)
К-192 $I51_{Tb}$	142	0,7	11,9 (3)	248 (7)
К-252 $I51_{Tb}$	202	1,44	13,4 (3)	289 (5)
*К-252 -	-	0,8	-	300 (7)
К-287,5 $I51_{Tb}$	237,3	0,9	14,0 (6)	304 (13)

С помощью этой программы обрабатывались одиночные линии, в качестве модельных для которых служили они же сами. Полученные значения координат линий использовались для расчетов энергий и коэффициентов  $\varepsilon$ . Полуширины пересчитывались затем в энергетические единицы путем умножения их значений, выраженных в "каналах", на соответствующие коэффициенты  $\varepsilon$ . При этом учитывалось, что в пределах полуширин линий значение параметра  $\varepsilon$  изменяется незначительно /< 0,5%/.

Было установлено, что сильные линии с оптической плотностью в максимуме  $D > 3$  имеют заметно отличающиеся от более слабых полуширины и не восстанавливают их после пересчета спектра от  $D$  к  $Q$  в соответствии с ХК. Причем с ростом величины  $D$ -линии отклонение полуширины таких линий от полуширин, близлежащих к ним, но более слабых, возрастает. Такие линии в табл.2 и 3 подчеркнуты.

Этот эффект может быть объяснен как результат несовпадения реальной ХК с аппроксимирующим выражением для больших плотностей, приходящихся на область насыщения и участок, непосредственно примыкающий к ней. Эти линии и близлежащие к ним более слабые должны быть подвержены влиянию сильных краевых эффектов проявления. Светлая полоса за резким краем линии, представленная на графическом изображении спектра провалом, лежащим ниже уровня фока /эффект обрамления/, наблюдается на линиях К 108 спектра № 4 и на линиях К 287 и К 344 спектра № 1, а также на линиях К 180 и К 287 спектра № 2. Наблюдать этот эффект на линиях К 192 и К 252 спектра № 1, имеющих оптические плотности в максимумах  $D_M = 3,4$  и  $D_M = 3,8$  соответственно, не удается из-за пиков, расположенных сразу же за их резким краем.

Отклонения в полуширинах линий К 346,7<sup>149</sup>Ть на спектрах № 1 и 2 объясняются, скорее всего, также результатом краевых эффектов проявления /заторможенность проявления "хвостов" этих линий в результате диффузии в эту область продуктов реакции от смежной сильной линии К 344/.

Из этих данных можно сделать вывод о том, что для рассмотренных спектрограмм верхний предел оптических плотностей, пригодных для анализа, ограничен значением  $D = 3-3,2$ . Поэтому из указанных в табл.2 и 3 были отобраны линии, которые имеют оптические плотности в максимумах  $D \leq 3,2$ , и, таким образом, не имеют искажений формы /или они незначительны/, обусловленных краевыми эффектами проявлений.

Экспериментально измеренные полуширины отобранных линий аппроксимировались затем аналитическими выражениями по методу наименьших квадратов. Результаты представлены на рис.3 и 4.

На каждом из рисунков построены по две зависимости  $\sigma(E_0)$ , соответствующие двум спектрограммам: № 1 /кривая 1/ и 2 /кривая 2/ на рис.3; и двум спектрограммам: № 4 /кривая 1/ и 5 /кривая 2/ на рис.4. Небольшое смещение кривых /на 5%/ на этих рисунках в основном объясняется температурными эффектами и влиянием внешних магнитных полей, особенно заметными при длительных экспозициях, которые составили для спектров № 1 и 2 25 ч и 8 и 45 ч - для спектров № 4 и 5. Определенный вклад может вносить также различная толщина фотоэмульсий рассматриваемых бета-спектрограмм /табл.1/, хотя этот вклад является незначительным. На это указывает тот факт, что полученное отклонение практически постоянно для всего диапазона энергий электронов.

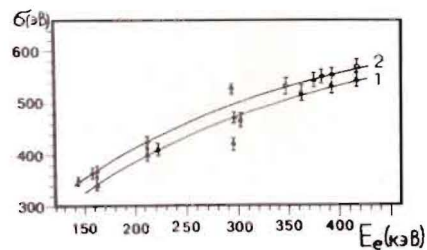


Рис.3. Зависимость полуширин одиночных К-линий от энергии электронов для спектра № 1 - кривая 1 и для спектра № 2 - кривая 2. Сплошные линии соответствуют расчетным кривым, полученным по методу наименьших квадратов.

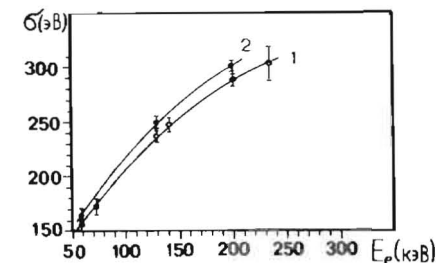


Рис.4. Зависимость полуширин одиночных К-линий от энергии электронов для спектра № 4 - кривая 1 и для спектра № 5 - кривая 2. Сплошными линиями проведены расчетные кривые, полученные методом наименьших квадратов.

Определение линий регрессии /рис.3 и 4/ по экспериментальным значениям полуширин одиночных К-линий, принадлежащим спектрам № 1 и 2, а также № 4 и 5, дает более широкий коридор ошибок /8-12%/, чем в случае отдельных регрессий для каждого из спектров. По этой причине параметризацию линий спектра в случае использования аналитического выражения для описания формы линии необходимо осуществлять отдельно для каждого спектра.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предварительная обработка бета-спектрограмм должна включать:

1. Получение графических изображений спектров каждой из исследуемых бета-спектрограмм в единицах "электронной плотности" /9/ по усредненной ХК с целью идентификации линий спектров ЭВК /определение принадлежности их определенному нуклиду/. Отбор L-групп ЭВК, подходящих для расчетов индивидуальных ХК спектрограмм и одиночных пиков для исследования полуширин линий.

2. Фотометрирование каждой из спектрограмм по методике, изложенной в работе /8/. Многократное фотометрирование спектрограмм по разным неперекрывающимся дорожкам с фильтрацией данных, их усреднением и расчетом дисперсий для каждой точки спектра/.

3. Определение индивидуальных ХК для каждой из спектрограмм по отобранным L-группам. При этом каждая из этих L-групп должна быть отдельно отфотометрирована.

4. Построение зависимости полуширины линий  $\sigma$  от энергии электронов  $E_e$  для каждого спектра и аппроксимацию экспериментальных точек по методу наименьших квадратов.

5. Определение диапазона оптических плотностей, пригодного для дальнейшей математической обработки, и отбраковка линий с искажением формы с использованием полученных зависимостей  $\sigma = \sigma(E_e)$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуразаков А.А., Громов К.Я., Умаров Г.Я. Бета-спектрографы с постоянными магнитами. ФАН, Ташкент, 1970.
2. Джелепов Б.С. Методы разработки сложных схем распада. "Наука", Л., 1974, с.29.
3. Кононенко Г.А. и др. ОИЯИ, 13-85-102, Дубна, 1985.
4. Исламов Т.А. и др. ОИЯИ, P1-12794, Дубна, 1979.
5. Абдуразаков А.А. и др. ОИЯИ, 6-84-597, Дубна, 1984.
6. Фризер Х. Фотографическая регистрация информации. "Мир", М., 1978, с. 153, 218.
7. Джеймс Т. Теория фотографического процесса. "Химия", Л., 1980, с.541.
8. Абдуразаков А.А. и др. ОИЯИ, P6-81-696, Дубна, 1981.
9. Кононенко Г.А. и др. ОИЯИ, 6-83-205, Дубна, 1983.
10. Hager R.S., Seltzer E.C. Nucl.Data Tables, 1968, A4.1.
11. Злоказов В.Б. ОИЯИ, P10-10350, 1976.
12. Бадалов Н.Б. и др. ОИЯИ, P6-81-345, Дубна, 1981.

Рукопись поступила в издательский отдел  
7 августа 1985 года

Злоказов В.Б. и др.  
Анализ бета-спектрограмм.  
Предварительная обработка

P6-85-606

Рассмотрены искажения формы линии, возникающие при взаимодействии конверсионных электронов с фотоэмульсией, в процессе появления бета-спектрограмм и их обработки на автоматическом микрофотометре. Показана возможность определения индивидуальных ХК для бета-спектрограмм. Получены зависимости полуширин одиночных К-линий от энергии электронов для рассматриваемых спектров.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградовой

Zlokasov V.B. et al.  
Analysis of Beta-Spectrograms.  
Preliminary Processing

P6-85-606

The distortion of the form of the lines due to interaction of the conversion electrons with photoemulsion, by development of the  $\beta$ -spectrograms and their treatment on the automatic microphotometer are considered. A possibility to determine individual CC for the  $\beta$ -spectrograms is shown. Dependences of single K-line half-widths on the electron energy for considered spectra are obtained.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1985