

344.76

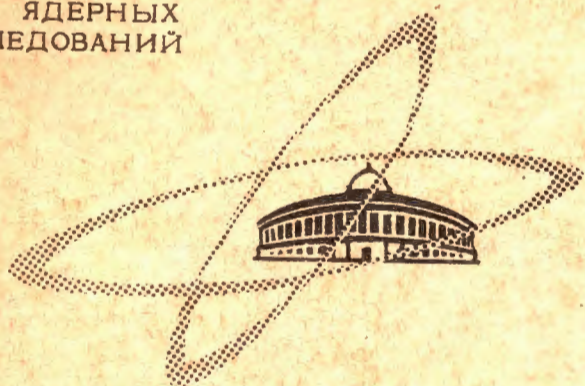
Б-385

17/IV-65 ✓

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

2033



П. Бедросян, Т. Бэдикэ, И. Дема, Н.Г. Зайцева,
В.А. Морозов

γ-СПЕКТР НЕЙТРОНОДЕФИЦИТНЫХ ИЗОТОПОВ
Os И Re

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1965

2033

3102/3 48
П. Бедроян, Т. Бедикя, И. Дема, Н. Г. Зайцева,
В. А. Морозов

γ -СПЕКТР НЕЙТРОНОДЕФИЦИТНЫХ ИЗОТОПОВ
Os И Re

Направлено в журнал "Известия АН СССР"

Объединенный институт
ядерных исследований
ОИЯИ Дубна

В в е д е н и е

Изучение нейтрондефицитных изотопов Os, полученных при облучении золота протонами с энергией 660 Мэв, было начато в работах Суркова и др.^{/1/} и Малышевой и др.^{/2/}. В работе^{/1/} по периодам полураспада и по энергиям γ -линий были идентифицированы изотопы Os¹⁸², Os¹⁸³ и Os¹⁸⁵, которым были приспаны $T_{1/2}$, равные соответственно ≈ 20 час, ≈ 13 час и ≈ 90 дням. Кроме того, при анализе кривой распада суммарной активности осмия выявилось присутствие активностей с периодом полураспада ≈ 23 мин и ≈ 3 часа, а в γ -спектре наблюдалась γ -линия с энергией 230 кэв и $T_{1/2} \approx 2,7$ часа.

При определении $T_{1/2}$ Os¹⁸¹ по дочернему Re¹⁸¹ при повторных выделениях Re из Os авторы получили значение ≈ 3 часа. 23-минутная же активность Os была отождествлена с активностью Os, выделенного из ирдия и имеющей также $T_{1/2} \approx 23$ мин.

В работе^{/2/} у Os доч. полученного при распаде Ir, наблюдались γ -линии с энергией 185, 355 и 620 кэв с $T_{1/2} = (10 \pm 0,5)$ мин. Это позволило авторам идентифицировать 23-минутную активность как изомерное состояние Os^{190m}.

Фостер и др.^{/3/}, изучая Re¹⁸¹, образующийся при распаде Os, полученного в реакции $W(\alpha, 4n)Os$, приспаны Os¹⁸¹ $T_{1/2} = 23$ мин и конверсионные линии с энергией 93 и 101 кэв, которые, очевидно, можно интерпретировать как γ -переходы с энергией 166 и 174 кэв.

Настоящая работа была предпринята с целью уточнения γ -спектров и $T_{1/2}$ короткоживущих изотопов Os и Re, образующихся при облучении золота протонами.

Техника эксперимента

Радиоактивные изотопы Os получались при облучении золота в течение 30 минут протонами с энергией 660 Мэв на синхротроне ОИЯИ. Os отделялся при растворении золота в виде OsO₄ и поглощался в щелочном растворе, который и использовался для измерения γ -спектров нейтрондефицитных изотопов Os^{/4/}.

Радиоактивные изотопы Re получались в результате распада Os при повторных выделениях Re из Os.

Для анализа γ -излучения применялся сцинтилляционный γ -спектрометр с кристаллом NaJ(Tl) 40x40 мм с фотоумножителем ФЭУ13-Б и многоканальным анализатором типа АИ-100. Разрешение на γ -линии с энергией 862 кэВ ^{137}Cs составляло $\approx 10\%$. Во всех случаях кристалл NaJ(Tl) закрывался фильтром, ослаблявшим рентгеновские лучи. При исследованиях использовалась также установка быстро-медленных γ - γ совпадений с разрешающим временем $2\tau = 10$ нсек.

Результаты измерений

1. γ - спектр Os

γ - спектр Os изучался в диапазоне энергий от 0 до 1000 кэВ. На рис. 1 приведены γ -спектры изотопов Os. Первая серия снята через 14 мин после выделения Os, пятая через 28 мин после первой (промежуточные серии не показаны). С момента конца облучения Au до момента выделения Os проходило около 30 минут. Из рис. 1 видно, что в районе от 0 до 1000 кэВ активность Os довольно быстро распадается ($T_{1/2} < 30$ мин).

На рис. 2 приведен γ -спектр, снятый через 14 часов после выделения Os (измерения проведены в других условиях: кристалл NaJ(Tl) 32x32 мм, без фильтра).

Параллельно с измерением γ -спектра измерялась на анализаторе АИ-100 интегральная загрузка от препарата. Анализ суммарной кривой распада Os показал наличие активностей со следующими периодами полураспада: ≈ 23 мин, ≈ 90 мин и ≈ 23 часа.

Определение периодов полураспада γ -линий по γ -спектрам имело определенные трудности: наличие большого числа изотопов с разными периодами полураспада, накопление дочерних изотопов Re, сложный характер γ -спектра, который выявляется при графическом разложении.

Однако отдельные четко выраженные γ -линии можно анализировать. Так, например, γ -линия с энергией 240 кэВ имеет $T_{1/2} = 30$ мин и $T_{1/2} = (90 \pm 30)$ мин.

В таблице 1 приведены полученные нами предварительные сведения по самым интенсивным γ -линиям с периодом полураспада < 2 часов.

Т а б л и ц а 1

Энергия γ -линий изотопов Os с $T_{1/2} < 2$ часов

Е γ кэВ	120	190	240	310	510	800	880
----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Кроме того, были идентифицированы γ -линии, относящиеся к распаду ^{182}Os ($h\nu = 510$ кэВ) и ^{183}Os ($h\nu = 382$ кэВ).

2. Изучение γ - γ совпадений в препарате Os

Были проведены измерения γ - γ совпадений с целью выяснения природы γ -лучей с $h\nu = 510$ кэВ. Вначале была снята контрольная серия с γ -датчиками, расположенными под углом 90° . Измерения показали, что число совпадений в районе 510 кэВ не превышало числа случайных совпадений. Измерения совпадений с γ -датчиками, расположенными под углом 180° , были начаты через 75 минут после выделения Os. Наблюдались совпадения в районе 510 кэВ (рис. 3), что с очевидностью свидетельствует о том, что γ -линия с $h\nu = 510$ кэВ является аннигиляционной. Измерение периода полураспада аннигиляционной γ -линии по γ - γ совпадениям показывает наличие двух периодов с $T_{1/2} = (23 \pm 3)$ мин и $T_{1/2} = (3 \pm 0,3)$ часа (рис. 4).

3. γ - спектр дочерних изотопов Re

Изучался γ -спектр дочерних изотопов Re, выделенных из фракции Os, в одном случае через 38 минут после начала накопления, в другом - через 107 минут. Результаты первого опыта приведены на рис. 5, рис. 6 и в таблице 2. Из рис. 5 видно, что реений имеет два периода полураспада: $T_{1/2} = (22 \pm 3)$ мин и $T_{1/2} = (21 \pm 2)$ часа.

На рис. 6 приведен γ -спектр короткоживущей активности Re. В таблице 2 приведены данные относительно этого γ -спектра.

В спектре долгоживущей активности Re доч. видна интенсивная γ -линия с $h\nu = 385$ кэВ, что при учете периода полураспада $T_{1/2} = 21$ час позволяет отнести эту активность к ^{181}Re .

Во втором опыте, когда накопление Re проводилось в течение 107 мин, короткоживущая активность не обнаружена, обнаружена только долгоживущая активность - γ -линия с $h\nu = 385$ кэВ и с $T_{1/2} = 21$ час.

Т а б л и ц а 2

у -лучи Re доч. с $T_{1/2} = 22$ мин

Е у кэв 1% отн. инт.

k x	
= 90	
135	> 23
210	> E27
260	≥ 57
315	84
440	100
510	38
600	8
680	14
760	12
840	28
940	19

Обсуждение результатов

Сравнение результатов работ ^{/1/,/2/,/3/} и наших данных позволяет сделать следующие заключения:

1. Приписание Os^{181} $T_{1/2} = 23$ мин ^{/3/} или 2,7 часа ^{/1/} нельзя считать доказанным с определенностью, так как в наших опытах Re^{181} доч. получался как при коротком накоплении ($\Delta t = 38$ мин), так и при сравнительно долгом накоплении ($\Delta t = 107$ мин). Кроме того, присутствие короткоживущей активности с $E_{\gamma} = 170$ кэв ($E_{\gamma} = 190$ кэв) и $T_{1/2} = 30$ мин в наших опытах не противоречит данным работы ^{/3/}. С другой стороны, приписание γ -линии с энергией 230 кэв $T_{1/2} = 2,7$ часа ^{/1/}, по-видимому, является ошибочным, так как в наших опытах эта γ -линия обнаруживает двойной период $T_{1/2} = 30$ мин и $T_{1/2} = (90 \pm 30)$ мин. Активность с периодом ≈ 90 мин прослеживается и при изучении интегральной активности препарата Os . В работе ^{/1/} наблюдалась активность с $T_{1/2} = 3$ часа. Возможно, расхождение наших данных с данными работы ^{/1/} при изучении суммарных активностей связано с разным временем облучения мишеней и разным выходом соответствующих изотопов Os .

2. Обнаруженные в нашей работе позитронные излучатели среди изотопов Os по периоду полураспада не могут быть отнесены к известным нейтронодефицитным

изотомам $Os - Os^{182}, Os^{183}, Os^{185}$. Скорее всего они относятся к изотопам с массовым числом $A \leq 181$.

Возможно, что трехчасовая активность, наблюдаемая нами по аннигиляционному излучению, соответствует трехчасовой активности, идентифицированной в работе ^{/1/}.

3. Активность Re доч. с $T_{1/2} = (22 \pm 3)$ мин трудно идентифицировать по массовому числу A , так как все известные легкие изотопы Re имеют близкие периоды ($Re^{177} - T_{1/2} = 17$ мин, $Re^{178} - T_{1/2} = 15$ мин; $Re^{179} - T_{1/2} = 20$ мин; $Re^{180} - T_{1/2} = 2,42$ мин; 18 мин и ≈ 20 час) ^{/5/}.

Однако Re^{177} мы можем исключить, так как при изучении распада суммарной активности Re доч. не наблюдалась активность с $T_{1/2} = 130$ мин W^{177} , который должен накапливаться из Re^{177} .

О γ -спектре Re^{178} ничего не известно. В γ -спектре Re^{179} известна одна γ -линия с $h\nu = 222$ кэв - (M3) ^{/5/}.

Возникающие при распаде изомерных состояний Re^{180} γ -лучи с $h\nu = 227$ и 282 кэв ^{/3/} и с $h\nu = 106$ и 880 кэв ^{/5/} не противоречат результатам, полученным при изучении распада возбужденного изомерного состояния W^{180} ^{/8/}, где наблюдались γ -лучи с $h\nu = 100; \approx 150; 220; 330; \approx 370$ и ≈ 430 кэв. В нашем случае были обнаружены γ -лучи, близкие по энергиям к γ -лучам в указанных трех работах: $h\nu = 90, 135; 210; 260; 315; 440; 840; 940$ кэв. На этом основании, в принципе, можно приписать короткоживущую активность Re доч. с $T_{1/2} = 22$ мин Re^{180} . В таком случае, принимая во внимание время выделения Re доч. из Os , получаем, что Os^{180} должен иметь период полураспада 10 мин $< T_{1/2} < 40$ мин, а не ≤ 2 мин, как предполагается в работе ^{/3/}.

Настоящая работа показала, что изотопный состав и γ -спектр радиоактивного Os значительно сложнее, чем это следует из работы Суркова и др. ^{/1/}. Поэтому требуется более детальное изучение как изотопов Os , так и изотопов Re доч.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность К.Я. Громову за участие в обсуждении результатов работы и Т.М. Муминову за помощь в измерениях.

Л и т е р а т у р а

1. Ю.А. Сурков, Г.М. Чернов, А.К. Лаврухина, З.В. Хромченко. Изв. АН СССР, сер. физ. 24, 1119 (1960).
2. Т.В. Малышева, Б.А. Хотян. Изв. АН СССР, сер. физ. 25 (1961).
3. J.S. Foster, I.W. Hilborn, L. Yaffe. Canad. J. Phys., 36, 555 (1958)

4. И.Демя, Н.Г.Зайцева, Ким Хон Сил, В.П.Новиков. Тезисы 15 совещания по ядерной спектроскопии в Минске 1965 г. 73, Изд. "Наука".
5. Б.С.Джелелов, Л.К.Пахер, В.О.Сергеев. Схемы распада радиоактивных ядер. Изд. АН СССР - 1983 г.
6. В.В.Ремаев, Ю.С.Корда, А.П.Ключарев - Изв. АН СССР сер. физ. 27, 125 (1963).

Рукопись поступила в издательский отдел
27 февраля 1965 г.

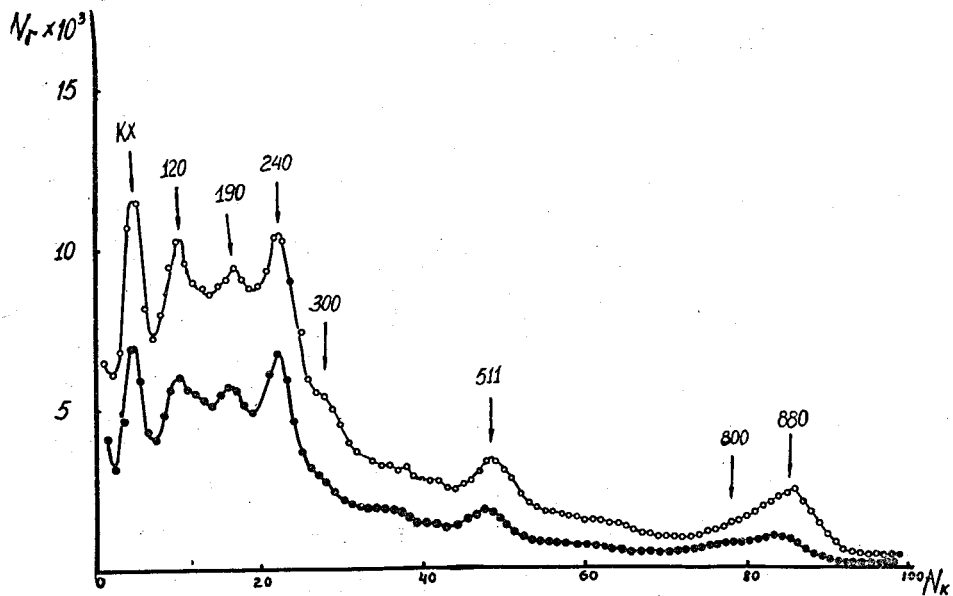


Рис. 1. γ - спектры изотопов Os , измеренные сразу после выделения Os .
Точки \circ - 1 серия, точки \bullet - 5 серия.

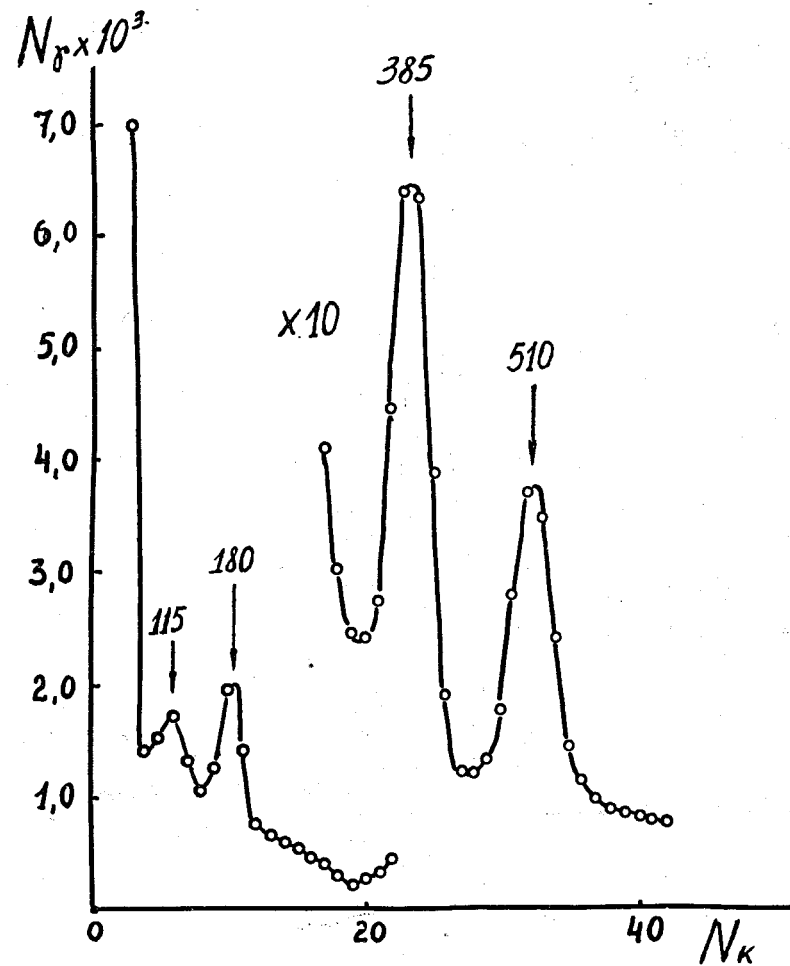


Рис. 2. γ - спектр изотопов Os , измеренный через 14 часов после выделения Os .

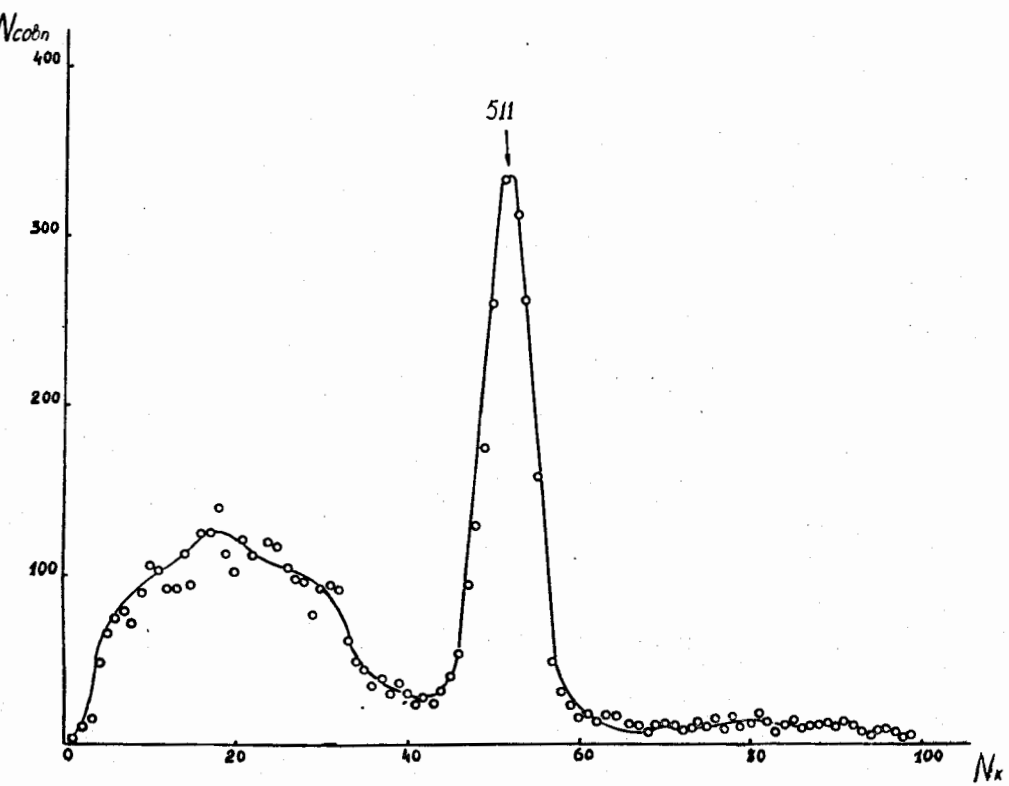


Рис. 3. Спектр ($\gamma - 511$) (γ) совпадений в препарате Os.

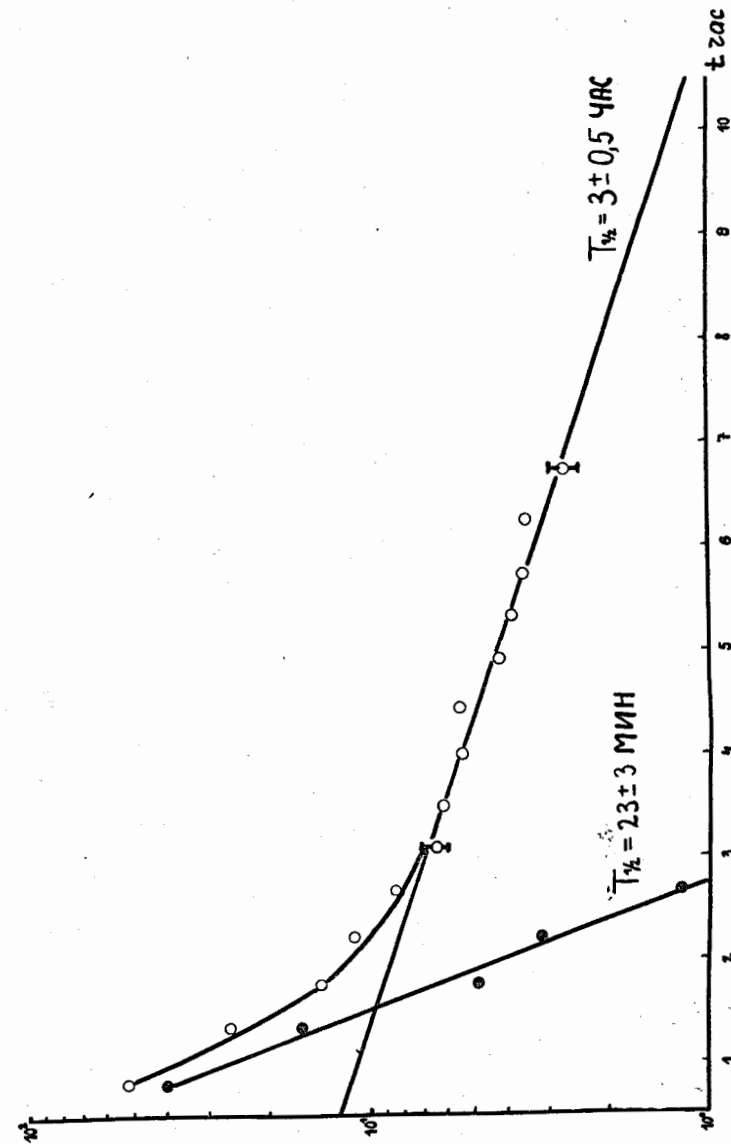


Рис. 4. Кривая распада анигиляционного излучения Os.

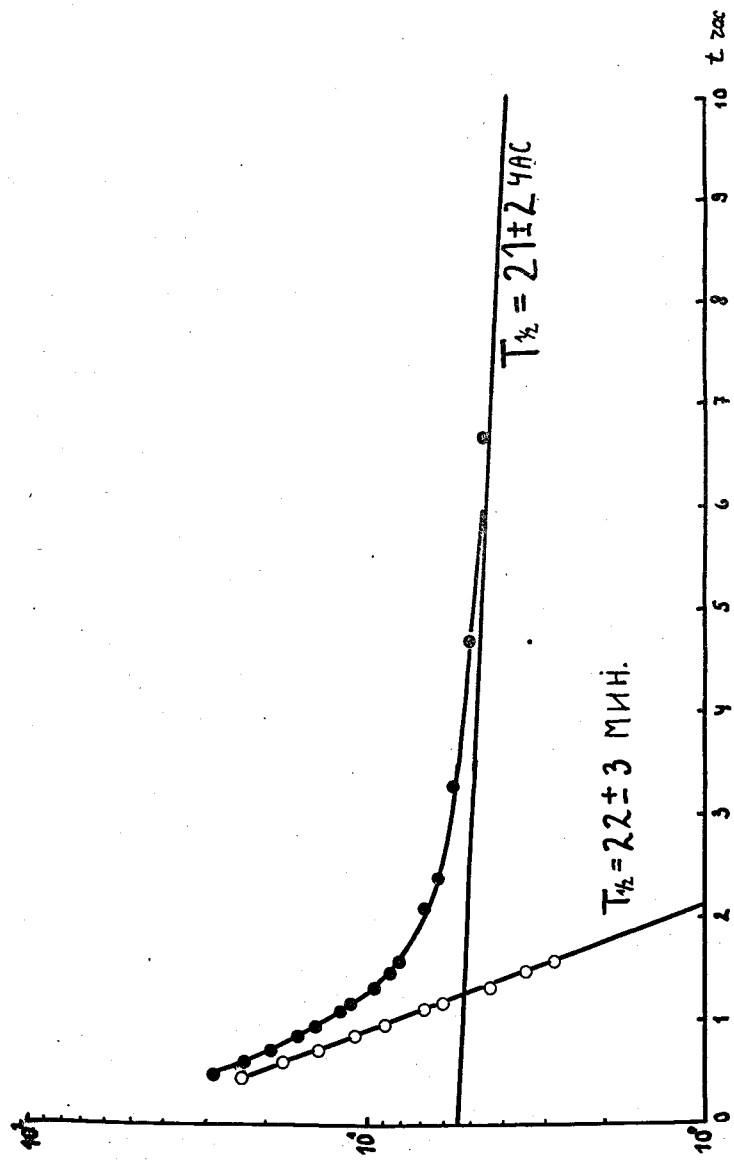


Рис. 5. Кривая распада дочерних изотопов Re.

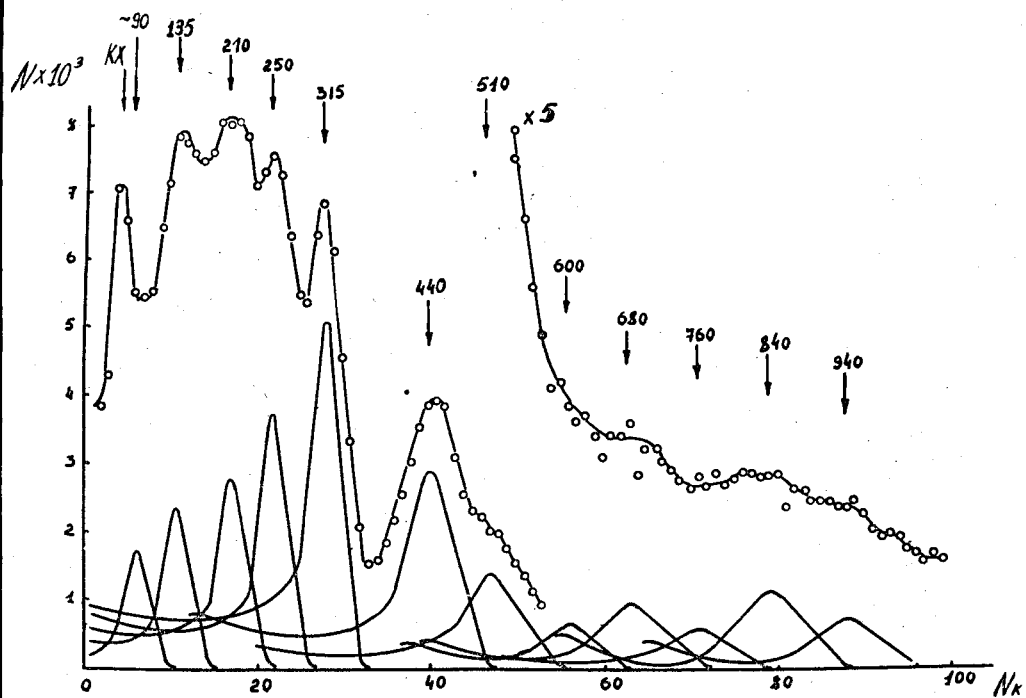


Рис. 6. γ -спектр короткоживущей активности дочернего Re.