

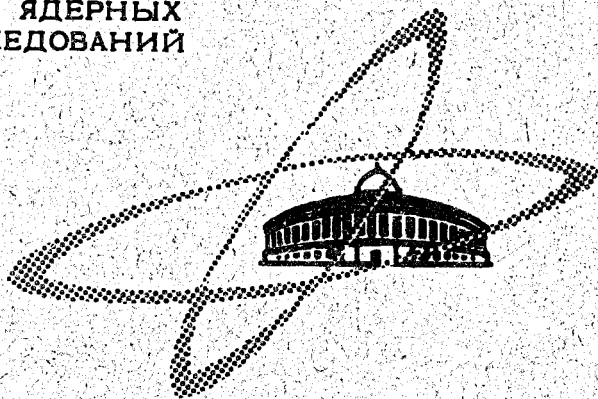
A-139

16/IV-69

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

6 - 4363



А.А.Абдуразаков, А.И.Ахмаджанов,
К.Я.Громов, Т.А.Исламов, Ш.М.Камалходжаев,
М.К.Прокофьев

БЕТА-СПЕКТРОГРАФ С ОДНОРОДНЫМ
МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ
СПЕКТРОВ КОНВЕРСИОННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ
В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ 500 - 3300 КЭВ.
КОМПЛЕКС БЕТА-СПЕКТРОГРАФОВ
ДЛЯ ЭНЕРГИЙ ОТ 10 ДО 3300 КЭВ

1969

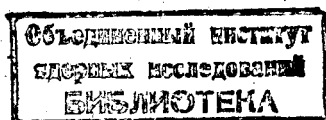
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

6 - 4363

А.А.Абдуразаков, А.И.Ахмаджанов,
К.Я.Громов, Т.А.Исламов, Ш.М.Камалходжаев,
М.К.Прокофьев

БЕТА-СПЕКТРОГРАФ С ОДНОРОДНЫМ
МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ
СПЕКТРОВ КОНВЕРСИОННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ
В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ 500 - 3300 КЭВ.
КОМПЛЕКС БЕТА-СПЕКТРОГРАФОВ
ДЛЯ ЭНЕРГИЙ ОТ 10 ДО 3300 КЭВ

Направлено в Известия АН Узбекской ССР



Бета-спектрографы с постоянным однородным магнитным полем широко используются для детальных исследований спектров конверсионных электронов. В Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований в 1958-1966 г.г. для изучения спектров конверсионных электронов, получаемых при облучении мишеней протонами на синхротроне ($E_p = 680$ Мэв), применялись два бета-спектрографа^{/1,2/}. В этих исследованиях получено много сведений о свойствах уровней ряда изотопов редкоземельных элементов (см., например,^{/3/}).

Используя два бета-спектрографа с пределами изменения траектории электронов от 5 до 23 см и максимальными остаточными полями 260 и 160 гаусс, соответственно для первого и второго спектрографов, мы имели возможность изучать спектры конверсионных электронов в интервале энергий от 10 до 1300 кэв. Между тем в последние годы проявляется все больший интерес к исследованиям природы состояний с энергиями 1,5 Мэв и выше. В связи с этим необходимы исследования спектров конверсионных электронов больших энергий (до 2 Мэв и выше). Повышение интенсивности внутреннего лучка протонов синхротрона Объединенного института ядерных исследований до 2,5 мка и соответственное увеличение активности получаемых при облучении изотопов создали возможность исследования высокоэнергетичных (обычно малоинтенсивных) конверсионных линий.

В этих условиях стало необходимым установить в Лаборатории ядерных проблем новый бета-спектрограф, предназначенный для исследования высокоэнергетичных конверсионных линий. Такой спектрограф был изго-

товлен в Ташкентском политехническом институте и в 1966-1967 годах установлен в Дубне.

Поперечный разрез магнита этого спектрографа изображен на рис. 1. Внешние размеры ярма магнита, изготовленного из стали-3, - 100 x 80 x 20 см³. Толщина магнитопровода - 10 см. Размеры прямоугольных полюсных наконечников Π_1 и Π_2 - 60 x 40 x 7 см³. Высота воздушного зазора - 6 см. Постоянные магниты (N, S) размерами 12 x 5 x 3 см³ в количестве 80 штук из сплава "Магнито" расположены между полюсными наконечниками и горизонтальной частью ярма. Над и под постоянными магнитами имеются дополнительные плиты (D_1 , D_2 , D_3 и D_4) из мягкой стали. Перемагничивание постоянных магнитов производится подачей постоянного тока на катушку (Z). Постоянные магниты, расположенные над верхним полюсным наконечником, могут быть легко вынуты из окна.

Конструкция и размеры вакуумной камеры бета-спектрографа повторяют конструкцию и размеры камеры первого бета-спектрографа Ташкентского политехнического института^{/1/}. Отличие состоит в том, что перед фотопластинкой установлены две подвижные диафрагмы, представляющие собой "двустворчатые дверцы". Каждая створка диафрагм может поворачиваться вокруг оси, параллельной фотопластинке, без нарушения вакуума в камере. Это дает возможность получить на одной и той же пластинке отпечатки двух спектров. Так, например, изучая спектр конверсионных электронов от источника, содержащего несколько радиоактивных изотопов, и закрывая поочередно створки диафрагм, можно проследить за убыванием интенсивности линий конверсионных электронов.

Конструкция ярма магнита и количество использованных постоянных магнитов позволяют получить в зазоре магнита напряженность остаточного поля до 600 гаусс. Это дает возможность при максимальном радиусе траектории электронов получать на пластинке отпечатки линий конверсионных электронов с энергией до 3,5 Мэв. Таким образом, имея три бета-спектрографа, можно изучать спектры конверсионных электронов в интервале от 10 до 3300 кэв. При этом было решено специализировать спектрографы, создав на бета-спектрографе Московского университета^{/2/} (далее будем называть его СП-1) остаточное магнитное поле, такое, что-

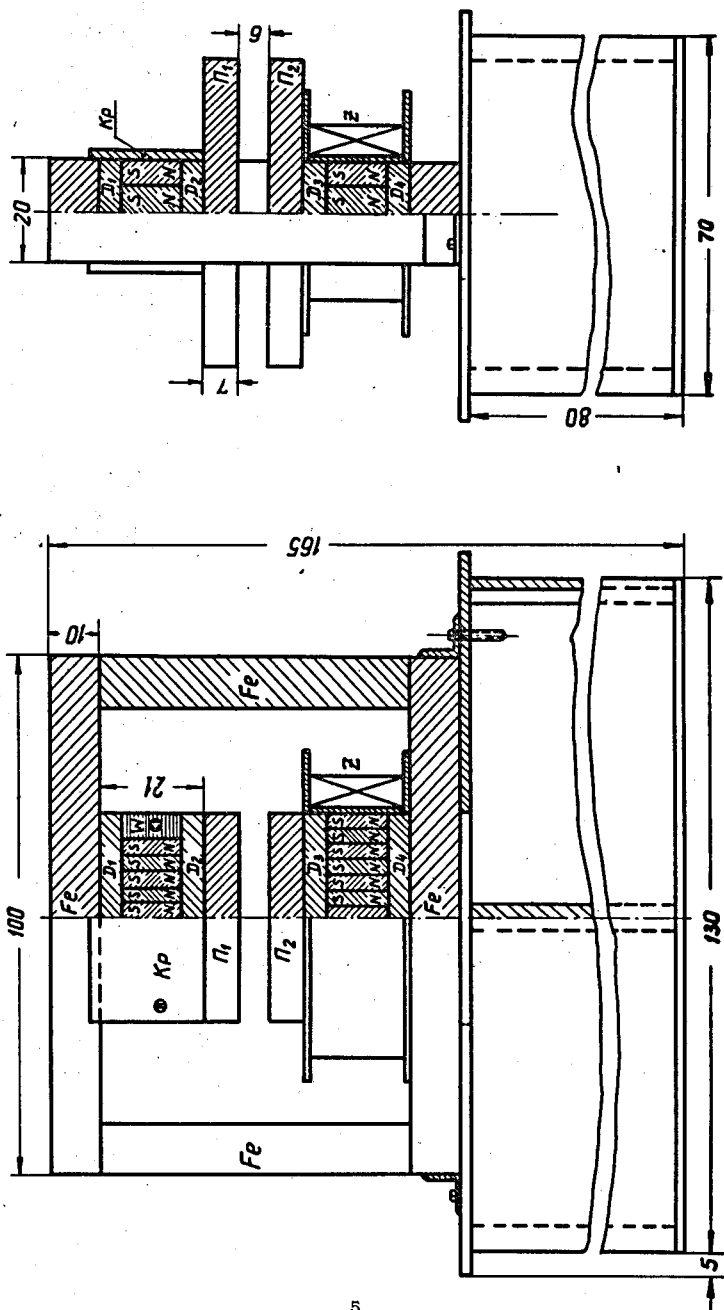


Рис. 1. Поперечный разрез бета-спектрографа СП-3.

бы изучать спектры электронов в начале указанного интервала энергий (до 150 кэв). Второй бета-спектрограф - СП-2 был установлен на середину интервала и третий - новый - СП-3 - на большие энергии (до 3300 кэв). Такой режим работы (по сравнению с режимом, в котором магниты перемагничиваются в зависимости от поставленных задач) дает определенные преимущества: мало меняется калибровка приборов по энергиям; имеется возможность уделить большее время созданию хорошей топографии остаточных полей в зазорах магнитов и др.

В зазорах магнитов сохраняются остаточные поля: 60 гаусс в СП-1, 220 гаусс - в СП-2 и 580 гаусс - в СП-3. На рис. 2 представлены зависимости энергий линий конверсионных электронов от радиуса траектории для этих трех случаев. В заданных интервалах изменения радиуса (от 5 до 23 см) бета-спектрограф СП-1 охватывает энергии от 8 до 150 кэв, СП-2 - от 95 до 1050 кэв и СП-3 - от 500 до 3300 кэв. Интервалы энергий, охватываемые отдельными приборами, перекрываются, что важно для связывания ("сшивания") результатов. Верхний предел энергий для третьего спектрографа взят с некоторым запасом. В связи с обычно малыми интенсивностями линий конверсионных электронов в районе 3,0 Мэв (малые коэффициенты конверсии) редко удается наблюдать с помощью бета-спектрографа при его малой светосиле линии в области выше 3 Мэв. Однако большое остаточное поле (580 гаусс) в магните спектрографа СП-3 позволяет сдвинуть линии с энергией 1000-2000 кэв в первую половину пластинки на радиусы до 14 см и благодаря более высокой светосиле спектрографов при малых радиусах наблюдать линии малой интенсивности.

Выполнена тщательная подгонка распределения магнитного поля в зазорах спектрографов. Измерение магнитного поля выполнялось методом протонного резонанса с точностью около 0,02%. На рис. 3 представлены распределения напряженности магнитного поля в центральной плоскости вдоль линии, параллельной длинной грани полюсного наконечника. В пределах рабочей части зазора отклонения от однородности не больше 0,015% для прибора СП-2 и не больше 0,2% - для приборов СП-1 и СП-3.

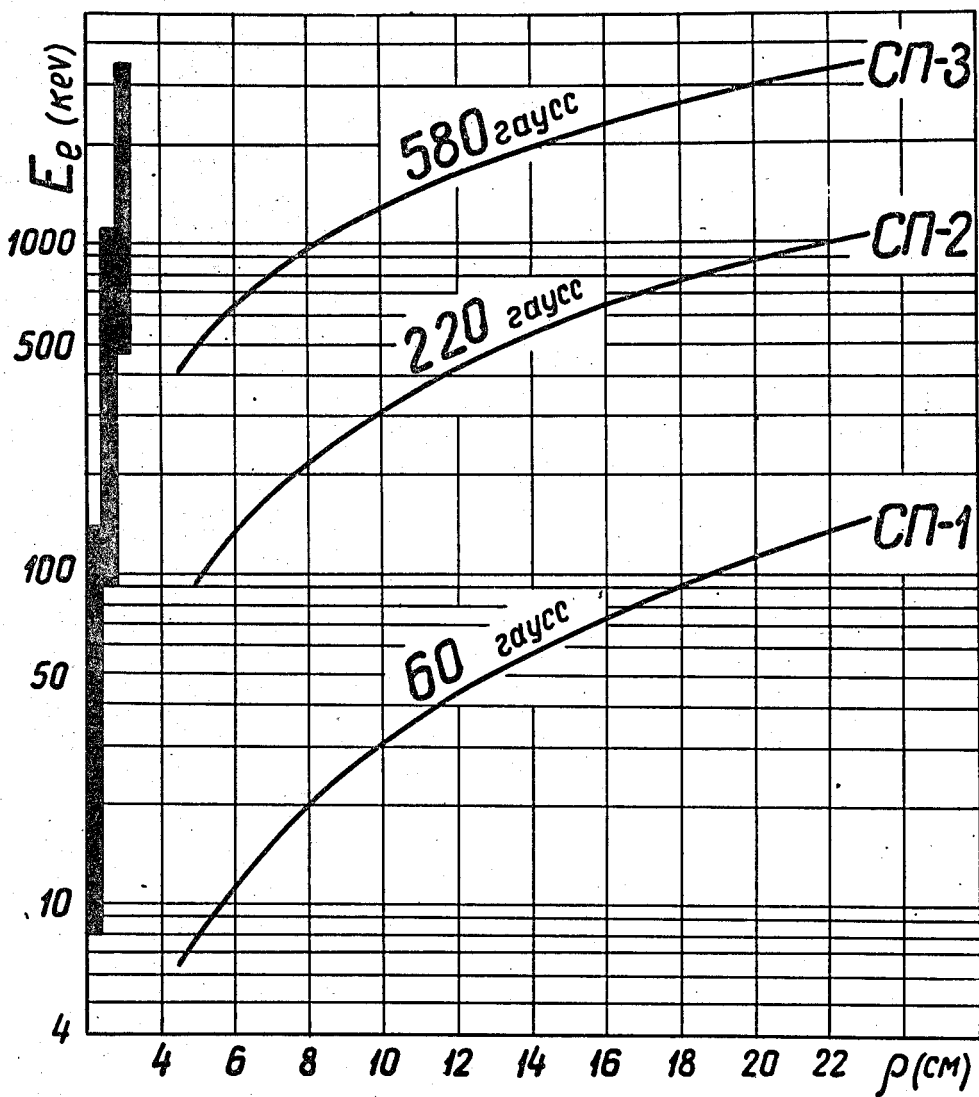


Рис. 2. Зависимость энергии конверсионных электронов от радиуса в бета-спектрографах СП-1, СП-2 и СП-3.

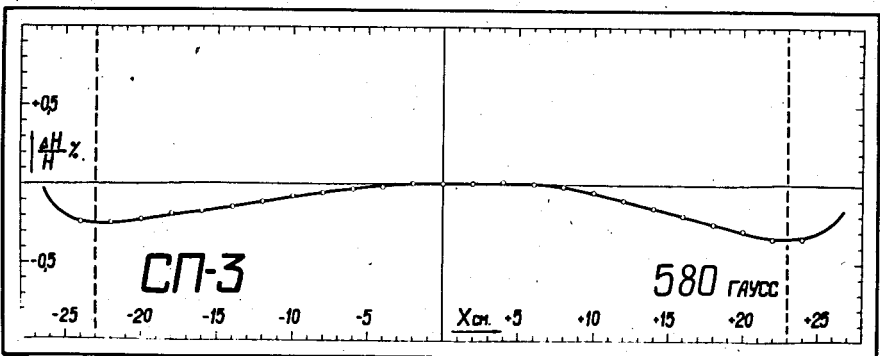
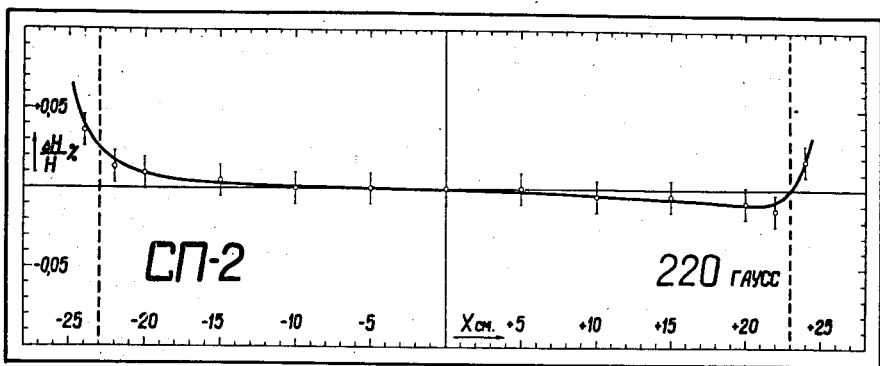
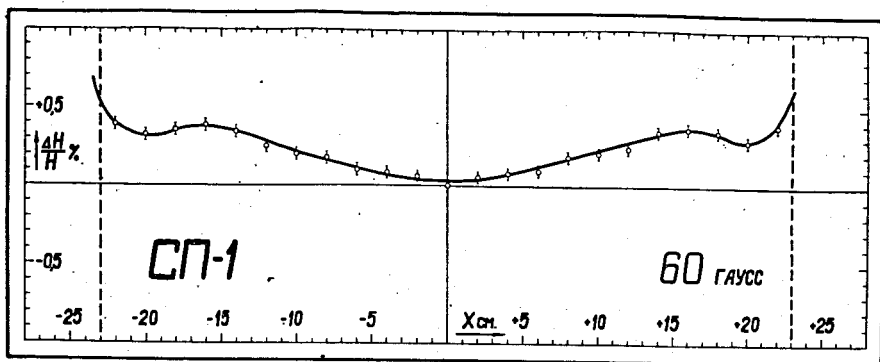


Рис. 3. Распределение магнитного поля в зазорах магнитов приборов СП-1, СП-2 и СП-3.

Таким образом, теперь (с 1967 года) мы располагаем тремя бета-спектрографами, перекрывающими диапазон энергий конверсионных электронов от 10 до 3300 кэв. В 1967 году в Лаборатории ядерных проблем установлен также четвертый бета-спектрограф, построенный Звольской и др.^{/4/}. Этот спектрограф используется в режиме перемагничивания магнита в зависимости от поставленных задач. Источники конверсионных электронов для всех спектрографов готовятся электролитическим способом на проволочке (обычно платиновой) диаметром 0,1 мм. Измерения ведутся при разрешающей способности приборов $\approx 0,03-0,06\%$ (рис.4). В качестве детектора электронов используются фотопластины типа Р-50 мк, производства НИКФИ. Энергии линий конверсионных электронов измеряются с точностью 0,03 - 0,05% при калибровке по линиям, энергия которых измерена с точностью 0,01 - 0,03%. Относительные интенсивности определяются по плотности почернения^{/5/}.

Л и т е р а т у р а

1. А.А.Абдуразаков, Ф.Абдуразакова, К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, Г.Я.Умаров. Изв. АН УзССР, серия физ. мат. наук №3 (1961).
2. К.Я.Громов, А.С.Данагулян, А.Т.Стригачев, В.С.Шпинель. ЯФ т.1, вып. 3, (1965).
3. К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, Препринт ОИЯИ 6-3897, Дубна (1968).
4. В.Звольска, Т.Куцарова, А.Куклик, Б.Крацик, З.Махачек, М.Черны. ПТЭ 1967, №5 134.
5. А.Абдумаликов, Ф.Абдуразакова, А.Абдуразаков, К.Громов, Г.Умаров. Изв. АН УзССР 1. 37, (1962).

Рукопись поступила в издательский отдел

19 марта 1969 года.

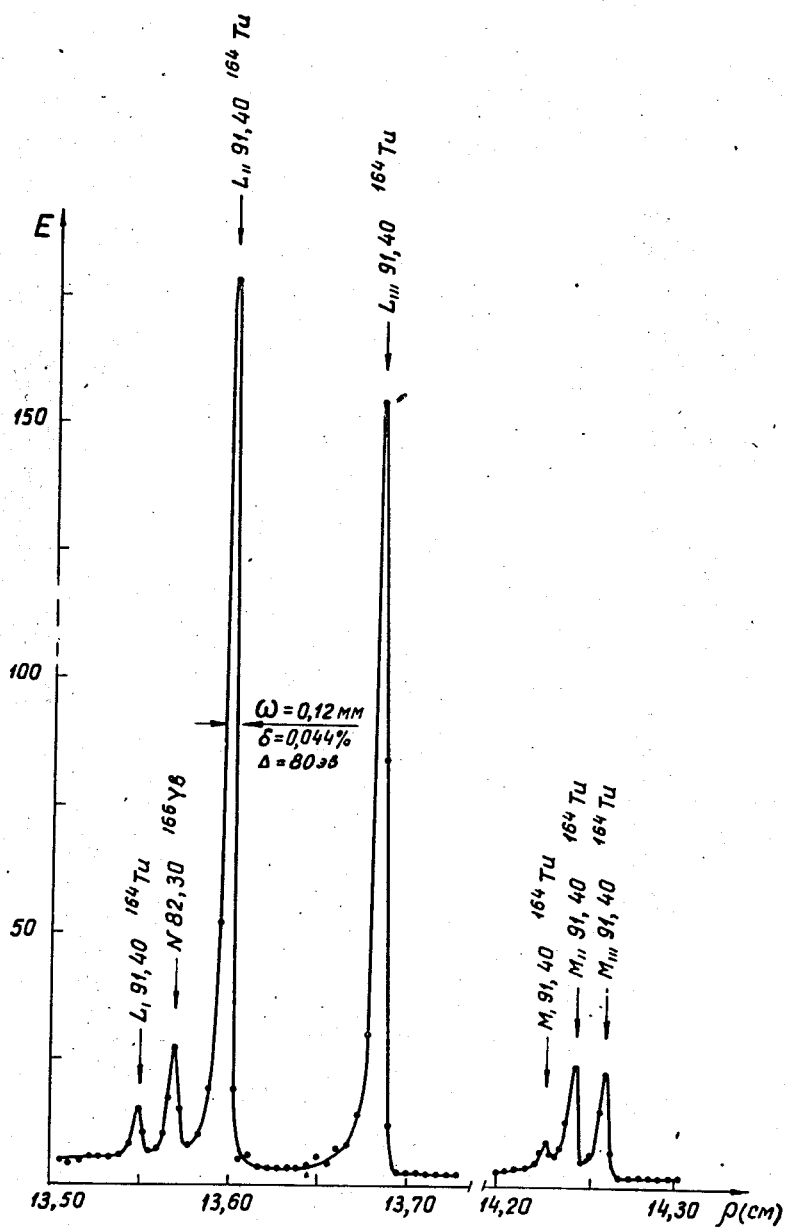


Рис. 4. Участок спектра конверсионных электронов, Ширина линии на полувысоте $\omega = 0,12 \text{ мм}$, $\Delta = 80 \text{ эв}$. Относительная ширина $\delta = 0,044\%$.