

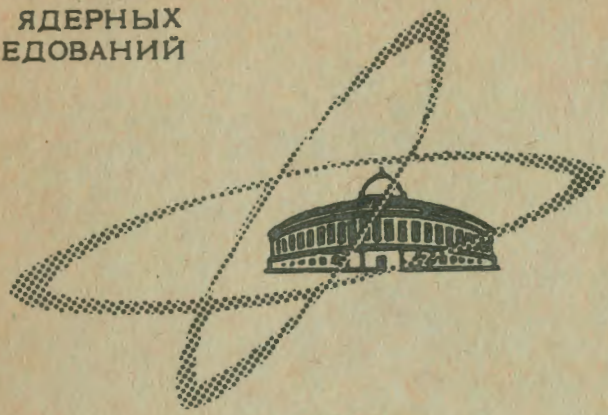
5582

ЭКЗ. ЧИТ. ЗАДА

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

1 - 5582



А.В. Купцов, Л.Л. Неменов, Ю.М. Чиркин

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

ИССЛЕДОВАНИЕ
ЧЕРЕНКОВСКОГО СЧЕТЧИКА
С РАДИАТОРОМ ИЗ ВОДНОГО РАСТВОРА
АМИНО-Г-КИСЛОТЫ

1971

1 - 5582

А.В. Купцов, Л.Л. Неменов, Ю.М. Чиркин

ИССЛЕДОВАНИЕ
ЧЕРЕНКОВСКОГО СЧЕТЧИКА
С РАДИАТОРОМ ИЗ ВОДНОГО РАСТВОРА
АМИНО-Г-КИСЛОТЫ

Направлено в ИТЭ

**Научно-техническая
библиотека
ОИЯИ**

1. Введение

В работах Хайберга и Маршалла /1/, а также Саито и Сага /2/ исследовался в качестве радиатора черенковского счётчика водный раствор динатриевой соли аминок-кислоты, полученной перекристаллизацией технического продукта. Было показано, что растворение соли в воде увеличивает амплитуду импульсов с фотоумножителя.

Ниже описывается пороговый черенковский счётчик, радиатором которого служит дистиллированная вода. Для смещения спектра черенковского излучения в область чувствительности сурьмяно-цезиевого фотокатода фотоумножителя использовалась как техническая дикалиевая соль аминок-кислоты (далее аминок-соль), так и смесь свободной аминок-кислоты с ее монокалиевой солью (далее аминок-кислота). Аминок-кислота была получена двукратным переосаждением аминок-соли из 5%-ного раствора серной кислоты с очисткой активированным углем.

В работе определена эффективность регистрации черенковскими счётчиками электронов и π -мезонов разных энергий при разных порогах дискриминации; изучено влияние угла входа и точки попадания электрона на среднюю амплитуду импульсов детектора; произведено сравнение пороговых свойств водяного и плексигласового радиаторов одинаковых размеров.

2. Конструкция черенковского счётчика

Черенковский счётчик (рис. 1а) представляет собой контейнер из плексигласа с внутренними размерами $240 \times 195 \times 44$ мм³, который заполняется дистиллированной водой. Объем контейнера 2,1 л. Полная толщина плексигласовых стенок по пучку частиц 2 мм. Длина световода 207 мм. Световод и боковые грани контейнера изготовлены из одного куска плексигласа. Для заливки воды контейнер имеет два отверстия с резьбой, которые закрываются винтами и герметизируются резиновыми уплотнениями. Для увеличения и улучшения равномерности светосбора радиатор и световод покрыты алюминированной пленкой^{/3/}.

Использовались фотоумножители ФЭУ-30 с трехслойным магнитным экраном, который состоял из стального цилиндра и слоев трансформаторного железа и отожженного пермаллоя.

3. Блок-схема установки

Было изготовлено три черенковских счётчика, которые исследовались на смешанном пучке π - и μ - мезонов, на пучке π - мезонов и электронах. Обобщенная блок-схема установки для исследования черенковских счётчиков приводится на рис. 1б. С1, С2 и С3 - сцинтилляционные счётчики размером $100 \times 100 \times 10$ мм³, Ч - черенковский счётчик, Ф - фильтр, У - усилитель, Д - дискриминатор, СС1 и СС2 - схемы совпадений, ПП1 и ПП2 - пересчётные устройства.

Электроны с импульсом 110 Мэв/с получались на μ - мезонном тракте методом, описанным в работе^{/4/}. Фильтр в этом случае не использовался.

Начальный импульс смешанного пучка π - и μ -мезонов был равен 275 Мэв/с. Фильтр состоял из медных и полиэтиленовых пластин и имел такую толщину, что максимум остановок π^- -мезонов приходился на счётчик СЗ. Изменяя соотношение между толщиной фильтра до и после черенковского счётчика, можно изменять скорость π -мезонов, проходящих через черенковский счётчик, от 0,618 с до 0,885 с, что соответствует изменению энергии π^- -мезонов от 37 до 165 Мэв. Пороговая скорость и энергия π -мезонов для воды равны 0,75 с и 72 Мэв соответственно.

Для работы на смешанном пучке π - и μ -мезонов, а также на электронах счётчик СЗ ставился в обычный режим детектора проходящих частиц. Для выделения π^- -мезонов счётчик СЗ ставился в режим звездного детектора^{/5/}. В этом случае проходящие частицы подавлялись в 1000 раз, остановки μ -мезонов - в 1300 раз, остановки π -мезонов - в 7,3 раза. Отношение числа μ -мезонов к числу π -мезонов, регистрируемых звездным детектором в максимуме остановок π -мезонов, было $n_\mu / n_\pi < 10^{-3}$.

Во время работы на смешанном пучке π - и μ -мезонов весь фильтр ставился между черенковским счётчиком и счётчиком СЗ.

Эффективность черенковского счётчика ϵ определялась как отношение счетов $\eta = N_{\text{сч}2} / N_{\text{сч}1}$ при нулевом пороге дискриминатора. При этом коэффициент усиления усилителя увеличивался до тех пор, пока не переставало изменяться отношение η , т.е. $\epsilon = \eta_{\text{max}}$. Фон случайных совпадений учитывался.

Для определения амплитуды импульсов черенковского счётчика снимались дискриминационные кривые - зависимость счёта $N_{\text{сч}2}$ от порога дискриминатора. За амплитуду принималась амплитуда импульсов, соответствующая такому порогу дискриминатора, при котором $\eta = \epsilon/2$. Это не средняя амплитуда, а медиана амплитудного распределения.

Медиана обычно мало отличается от среднего значения и совпадает с ним, если распределение симметрично.

4. Характеристики черенковского счётчика

На смешанном пучке π - и μ -мезонов определялась эффективность счётчика с чистой водой. Оказалось, что эффективность счётчика без покрытия равна 20%, эффективность счётчика, обернутого ватманом, - 60%, обернутого алюминированной фольгой - 65%.

На смешанном пучке π - и μ -мезонов изучалась зависимость амплитуды импульсов черенковского счётчика от концентрации аминок-кислоты и аминок-соли.

Концентрация изменялась последовательным растворением в радиаторе навесок флуоресцирующих добавок. Результаты приведены на рис. 2. Амплитуда импульсов счётчика с чистой водой принималась равной единице, но ошибки в определении этой величины учитывались. Кривая 1 относится к счётчику 1, в радиаторе которого растворялась аминок-кислота. Кривая 2 относится к счётчику 2, в радиаторе которого растворялась аминок-соль. Эффективность счётчика 1 при увеличении концентрации аминок-кислоты быстро возрастает от 65% до 98% (при концентрации 30 мг/литр). Эффективность счётчика 2 не превышает 96%, хотя и достигает этой величины также при низких концентрациях добавки.

Концентрации 80 мг/литр для аминок-кислоты и 100 мг/литр для аминок-соли были приняты как оптимальные. При этих концентрациях сенсibiliзирующих добавок были измерены временные характеристики импульсов: длительность переднего фронта оказалась равной 10 нсек, длительность на полувысоте - 35 нсек.

Зависимость эффективности черенковского счётчика, сенсibiliзированного аминок-солью, от скорости π^- -мезонов β изучалась со звездным детектором. Результаты приведены на рис. 3. Кривые 1,2,3

соответствуют уровням обрезания амплитуды импульсов счётчика 0; 1 и 2 вольта. Квадратами обозначена эффективность счётчика, сенсibilизированного аминок-кислотой для уровня обрезания 0 в. Кривая 4 снята на счётчике с дистиллированной водой. Уровень обрезания также равен 0 в. Стрелкой обозначена пороговая скорость для черенковского излучения в воде.

На рис. 4 приводится зависимость эффективности черенковского счётчика, сенсibilизированного аминок-кислотой, от скорости π -мезонов β при таком пороге дискриминатора, который соответствует эффективности счётчика к электронам, равной 95%. Обращает на себя внимание заметная эффективность счётчика к π -мезонам со скоростями, меньшими, чем пороговая скорость. Оценки показывают, что эта эффективность обусловлена главным образом δ -электронами. Из измеренной зависимости эффективности черенковского счётчика от концентрации аминок-кислоты при скорости π -мезонов $\beta = 0,65$ следует, что вклад сцинтилляций в общий световой выход незначителен.

На пучке электронов сравнивалась амплитуда импульсов для двух положений черенковского счётчика по отношению к пучку электронов: угол θ между направлением пучка и нормалью к большой грани счётчика равен 0° (амплитуда A_0) и угол θ равен 30° (амплитуда A_θ). Для трех счётчиков получены следующие значения отношения A_0/A_θ : $0,83 \pm 0,05$; $0,86 \pm 0,05$; $0,83 \pm 0,05$. Это отношение надо сравнивать с $\cos 30^\circ = 0,866$. Равенство $A_0/A_\theta = \cos \theta$ не противоречит предположению об изотропии излучения в сенсibilизированном черенковском счётчике. Изотропия излучения является положительным качеством для тех черенковских счётчиков, которые используются для разделения частиц по β в пучках с большой угловой расходимостью.

В таблице приводятся амплитуды импульсов в относительных единицах для трех счётчиков, сенсibilизированных аминок-кислотой, в

зависимости от места попадания пучка электронов в счётчик. Место попадания обозначено цифрами на рис. 1а. Размеры пучка определялись сцинтилляционным счётчиком $100 \times 100 \text{ мм}^2$. В положении 1 большая часть пучка проходила через световод. Ошибка измерения амплитуд импульсов $\pm 8\%$.

Таблица

Точка попадания	1	2	3	4
С 1	1	1,20	1,20	1,20
С 2	1	1,14	1,09	1,12
С 3	1	1,22	1,19	1,17

Из таблицы видно, что однородность светосбора хорошая и что амплитуда импульсов от световода меньше, чем от радиатора, хотя световод расположен ближе к фотоумножителю.

На пучках π -мезонов и электронов сравнивались водяной черенковский счётчик, сенсibilизированный амино-Г-солью, и счётчик из плексигласа таких же размеров, обернутый алюминированной пленкой. Пороговое значение скорости в плексигласе $\beta = 0,67$, пороговая энергия π -мезонов $E = 48 \text{ Мэв}$. Сравнение проводилось на одном фотоумножителе при фиксированном пороге дискриминатора. Зависимость эффективности от β для водяного счётчика (кривая 1) и счётчика из плексигласа (кривая 2) приводится на рис. 5. Видно, что пороговые свойства водяного счётчика лучше.

На рис. 6 приводятся дифференциальные спектры амплитуд импульсов счётчика из плексигласа (кривая 1) и водяного счётчика (кривая 2), полу-

ченные на пучке электронов. Амплитуда импульсов водяного счётчика в 2 раза больше амплитуды импульсов счетчика из плексигласа.

Заметим, что при разделении электронов и π -мезонов в пучках частиц с малой угловой расходимостью и с импульсами частиц меньше чем 200 Мэв/с можно использовать пороговые черенковские счётчики небольших размеров из плексигласа без отражающего покрытия^{/6/}.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность Н.Н. Ленину за получение чистого препарата аминок-Г-кислоты.

Литература

1. E. Heiberg and J. Marshall. Rev.Sci.Instr., 27, 618 (1956).
2. K. Saito and K. Suga, Nuovo Cimento, 11, 600 (1959).
3. C.A. Heusch, and C.Y. Prescott. Nuclear Instr. and Meth., 29, 125 (1964).
4. В.М. Кутьин, В.И. Петрухин, В.М. Цупко-Ситников. Препринт ОИЯИ, 13-2677, Дубна, 1966.
5. А.Ф. Дунайцев, Ю.Д. Прокошкин, Тан Сяо-вей. Препринт ОИЯИ, Д-469, Дубна, 1960.
6. В.И. Петрухин, В.С. Погосов, Ю.Д. Прокошкин, Ю.Н. Симонов. Препринт ОИЯИ, Р13-3328, Дубна, 1967.

Рукопись поступила в издательский отдел

20 января 1971 года.

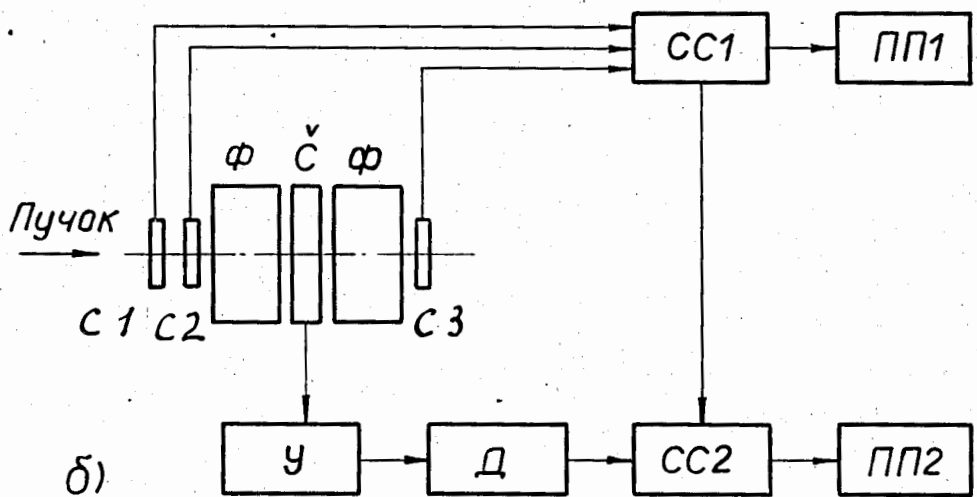
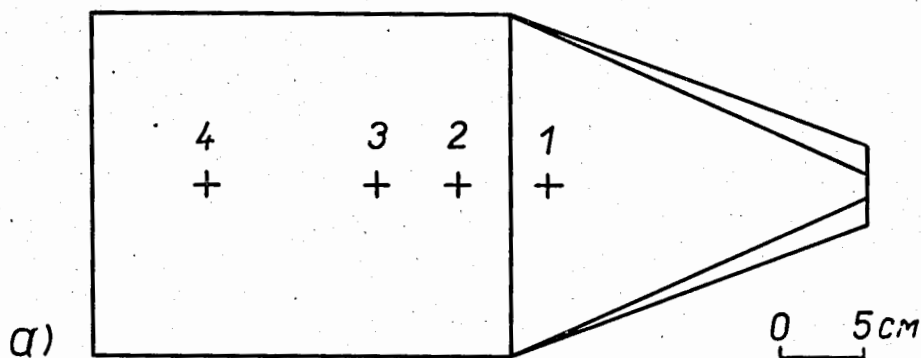


Рис. 1. а) Конструкция водяного черенковского счётчика. б) Блок-схема установки для изучения характеристик черенковских счётчиков.

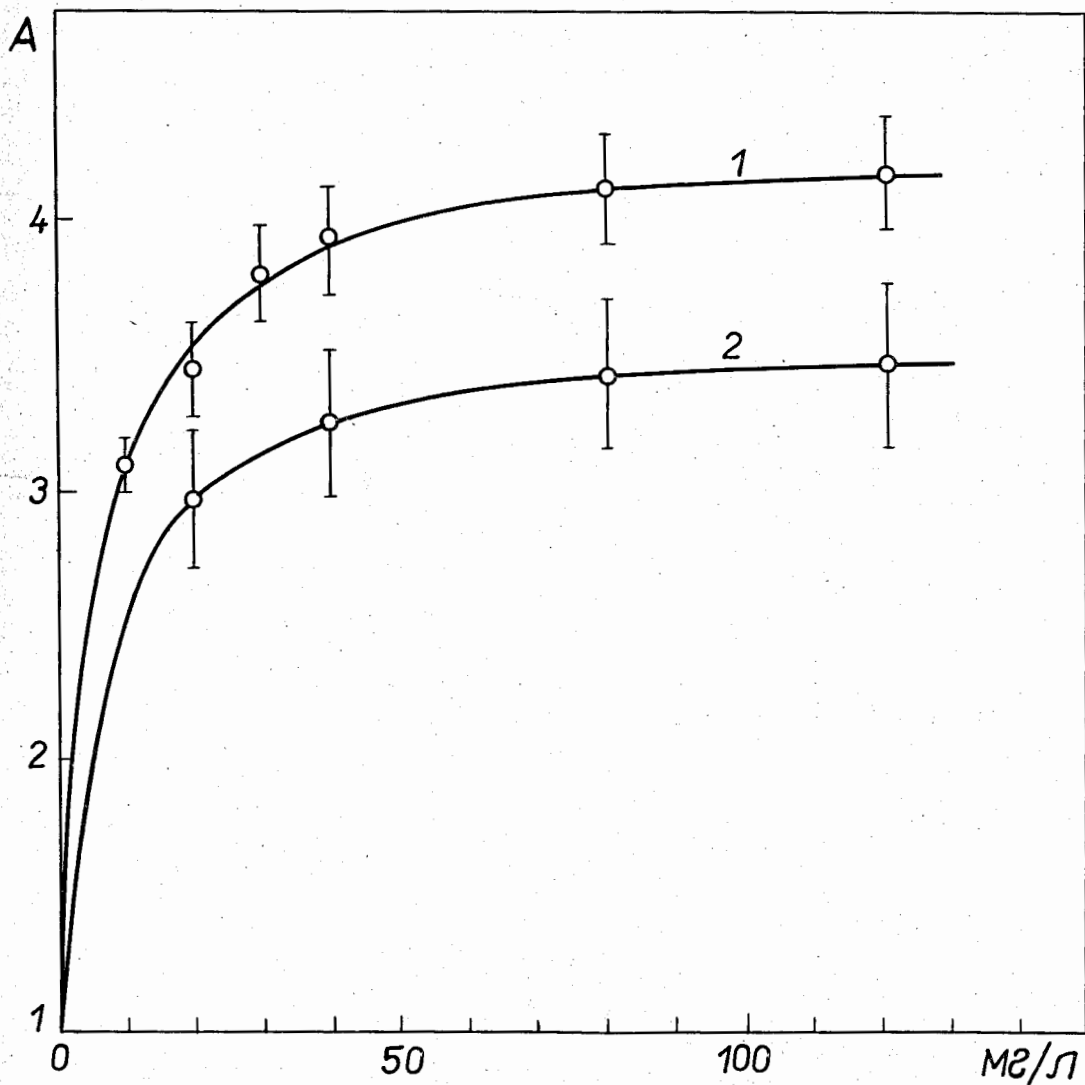


Рис. 2. Зависимость амплитуды импульсов водяного черенковского счётчика от концентрации аминок-кислоты (кривая 1) и аминок-соли (кривая 2).

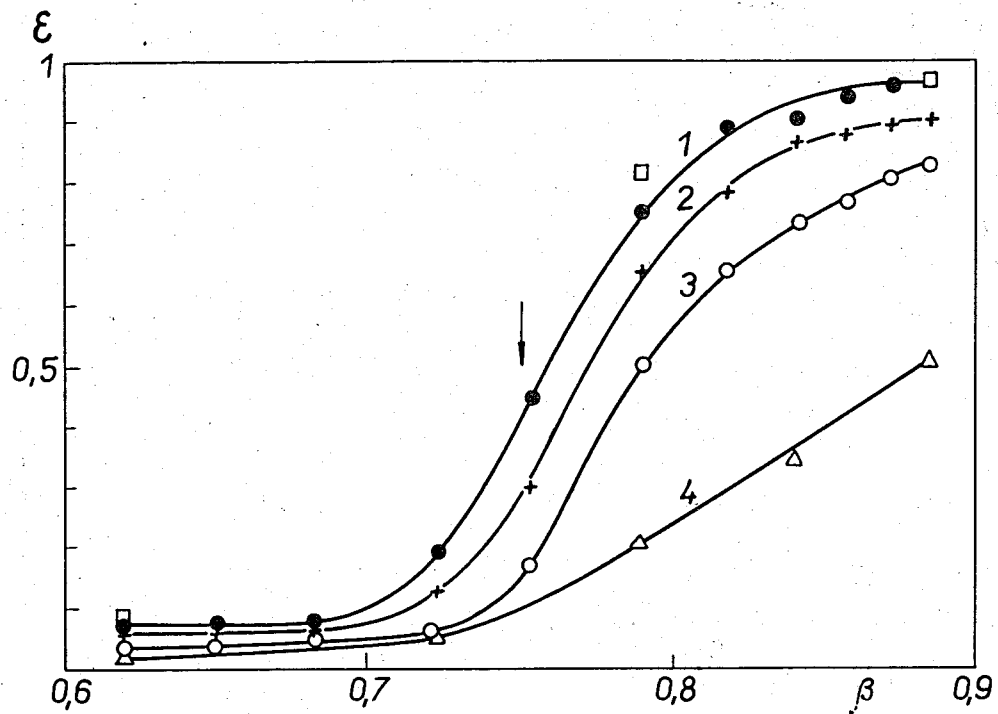


Рис. 3. Зависимость эффективности черенковского счётчика с чистой водой (кривая 4) и счётчика, сенсibilизированного амино-Г-солью (кривые 1,2,3), от скорости π -мезонов β . Уровень обрезания амплитуды импульсов для кривых 1 и 4 равен 0 в, для кривой 2 - 1, для кривой 3 - 2.

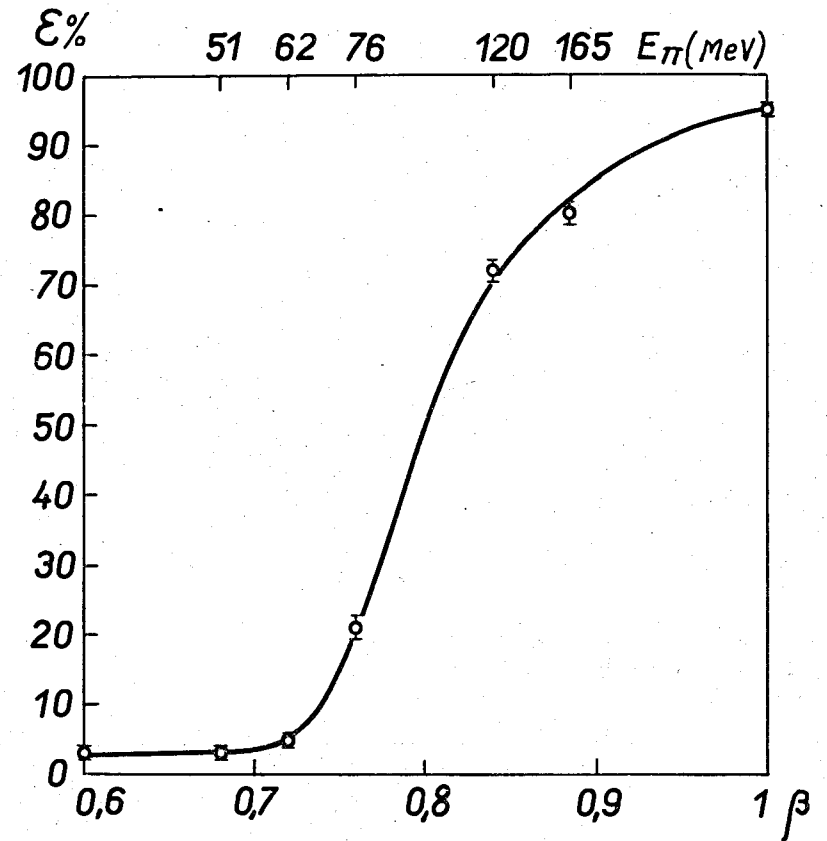


Рис. 4. Зависимость эффективности водяного черенковского счётчика, сенсibilизированного амино-Г-кислотой, от скорости π -мезонов β . Порог дискриминатора соответствует 95%-ной эффективности регистрации электронов.

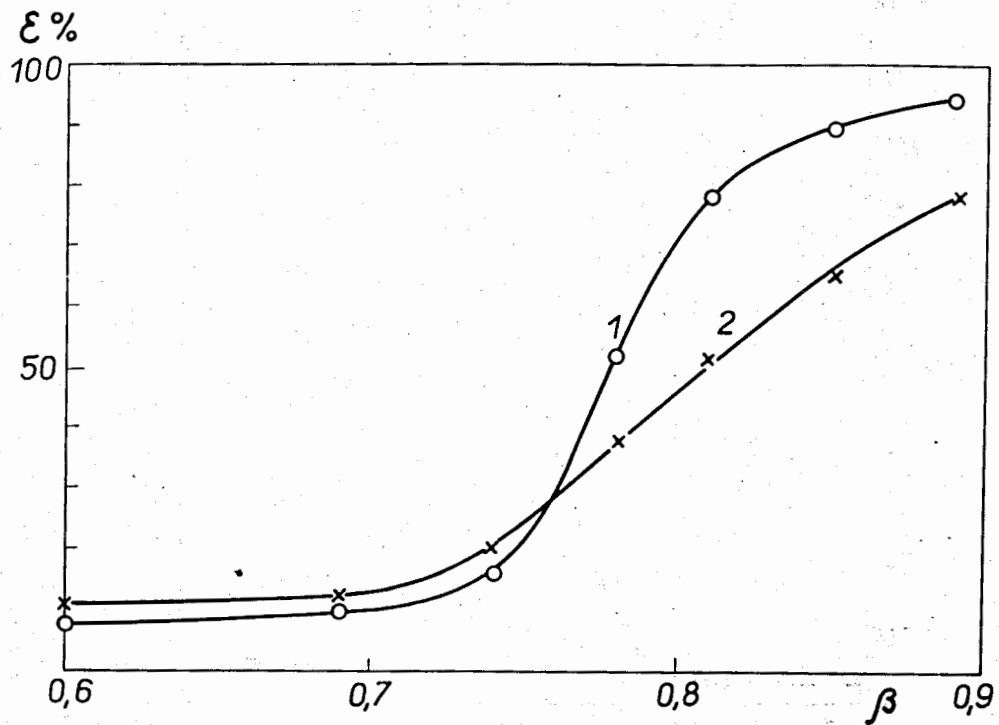


Рис. 5. Зависимость эффективности водяного черенковского счётчика, sensibilizированного амино- γ -солью (кривая 1), и счётчика из плексигласа (кривая 2) от скорости π -мезонов β .

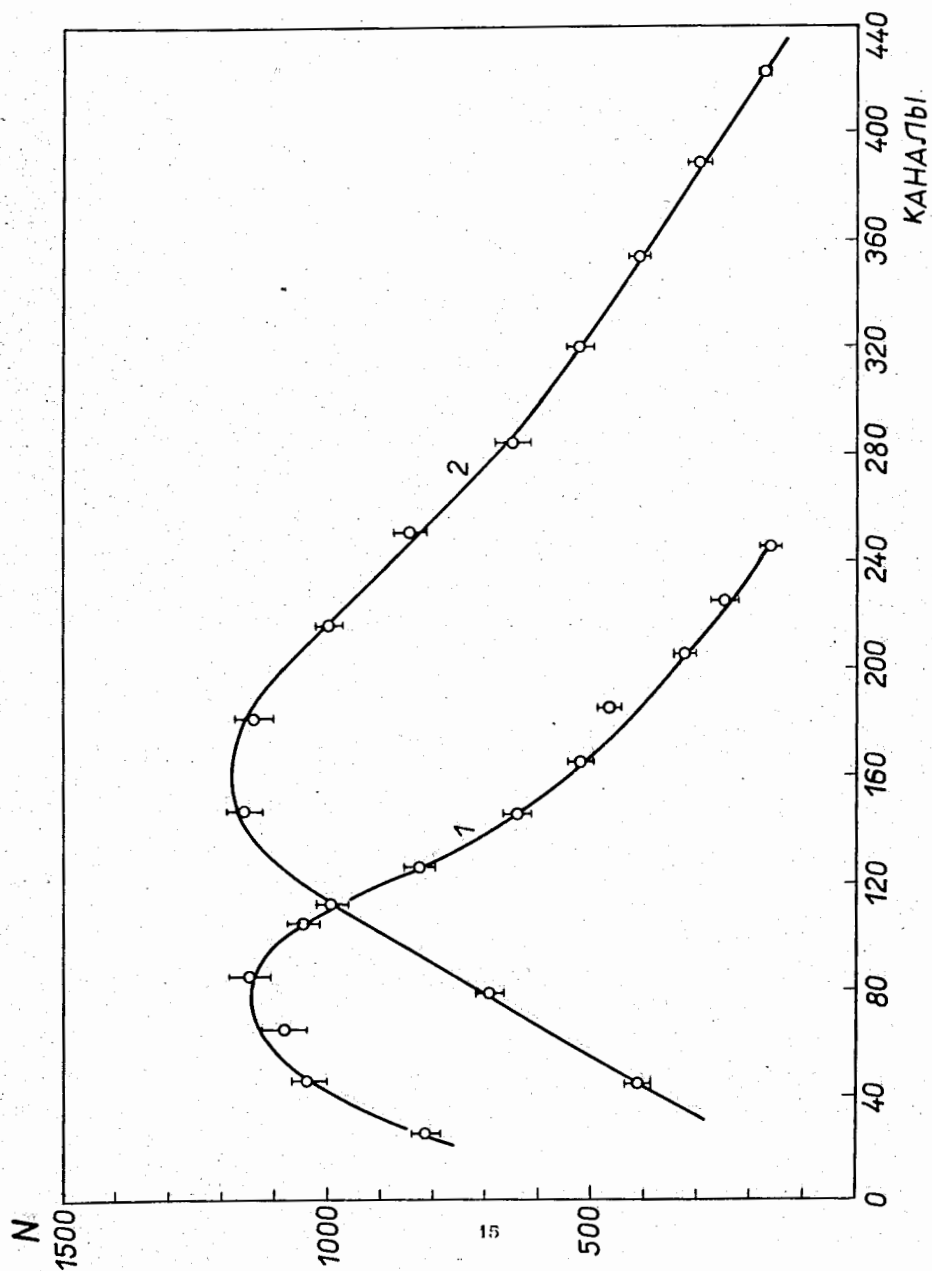


Рис. 6. Дифференциальные спектры импульсов черенковского счётчика из плексигласа (кривая 1) и водяного черенковского счётчика, sensibilizированного амино- γ -солью (кривая 2), полученные на электронах.