

1059

14
Б. 42



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория ядерных проблем

В.Д. Бобров, В.Г. Варламов, Ю.М. Грашин, Б.А. Долгошеин,
В.Г. Кириллов-Угрюмов, В.С. Роганов, А.В. Самойлов

1059

ПРИМЕНЕНИЕ ПОРОГОВОГО
ЧЕРЕНКОВСКОГО СЧЕТЧИКА
ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ π - И μ -МЕЗОНОВ
В МЕЗОННЫХ ПУЧКАХ

ТМЭ, 1963, № 3, с 55-57 -

В.Д. Бобров, В.Г. Варламов, Ю.М. Грашин, Б.А. Долгошеин,
В.Г. Кириллов-Угрюмов, В.С. Роганов, А.В. Самойлов

1059

1634/1 482
ПРИМЕНЕНИЕ ПОРОГОВОГО
ЧЕРЕНКОВСКОГО СЧЕТЧИКА
ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ π - И μ -МЕЗОНОВ
В МЕЗОННЫХ ПУЧКАХ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Дубна 1962 год

А н н о т а ц и я

Использованный для сепарации медленных μ - и π -мезонов черенковский счетчик с водяным радиатором и диффузным отражателем при работе в режиме регистрации μ -мезонов имеет эффективность около 100%, причем уменьшает примесь π -мезонов в пучке не менее чем в 10 раз. При работе в режиме регистрации π -мезонов эффективность счетчика не хуже 70%.

Для ряда экспериментов с медленными μ -мезонами необходимы пучки μ -мезонов большой чистоты, без заметных примесей других частиц, в частности, π -мезонов. Получаемые на ускорителях мезонные пучки имеют примерно следующий состав: 80% π -мезонов, 15% μ -мезонов и 5% электронов. Чтобы выделить из такого пучка μ -мезоны, обычно применяется способ, основанный на различии в характере взаимодействия частиц с веществом. Для этого, на пути пучка размещают поглотители /фильтры/ такой толщины, чтобы доля частиц, "загрязняющих" μ -мезонный пучок, была бы минимальной. Преимущественное выделение π -мезонов из пучка обусловлено их большими, по сравнению с μ -мезонами, ионизационными потерями, а также наличием ядерного взаимодействия с веществом фильтра; заметная часть электронов выбывает из пучка за счет значительных радиационных потерь. Однако, этот распространенный метод часто не обеспечивает удовлетворительного уровня разделения частиц. Так, примесь π -мезонов в пучке мезонов с импульсом 260 Мэв/с, измеренная нами "звездным детектором" ^{1/} составляет 5 + 7 % от числа μ -мезонов /при таких толщинах фильтра, когда число μ -мезонных остановок в мишени максимально/. Дальнейшее увеличение толщины фильтра для уменьшения π -мезонного фона нежелательно ввиду существенного уменьшения количества μ -мезонных остановок.

Относительно большая разница в скоростях π -и μ -мезонов с равными импульсами в интервале импульсов до \approx 300 Мэв/с позволяет использовать для разделения π -и μ -мезонов пороговый черенковский счетчик, применение которого в сочетании с фильтрами дает возможность намного понизить примесь π -мезонов без значительного уменьшения потока μ -мезонов. Для этой цели нами использовался черенковский счетчик, наполненный водой. Для такого счетчика пороговое значение скорости $\beta_{\text{порог}} = v_{\text{порог}} / c = 0,75$, а интенсивность черенковской вспышки при околопороговых скоростях частиц оставляет 60 - 80 фотон/см. Как наиболее простой в конструктивном отношении, был выбран вариант черенковского счетчика с диффузионным отражателем. Корпус счетчика представлял из себя куб со стороной 100 мм, склеенный из полированного оргстекла толщиной 2 мм, помещенный во внешний куб, толщина стенок которого 4 мм. Зазор между стенками внешнего и внутреннего кубов, равный 3 мм заполнялся порошком MgO . Во внутренний куб заливалась дистиллированная вода. Для согласования спектра черенковского излучения со спектральной характеристикой фотоумножителей в воде растворялась 2-нафтиламин - 6,8-дисульфокислота в концентрации 200 мг/литр, используемая как трансформатор спектра. По имеющимся данным ^{2/}, это вещество увеличивает интенсивность вспышки в черенковском счетчике в области видимого света в 3 - 4 раза. В оптическом контакте с водяным радиатором счетчика находятся два фотоумножителя ФЭУ-33, работающие на одну нагрузку. Радиатор вместе с фотоумножителями заключен в стальной светонепроницаемый кожух, имеющий для прохождения частиц защищенные фольгой окна.

Сепарация π -и μ -мезонов проводилась на пучке мезонов с импульсом 260 Мэв/с, образованных на внутренней мишени синхроциклотрона ОИЯИ. Схема распо-

ложения счетчиков и блок-схема электроники приведены на рис. 1. На этой схеме c_1, c_2, c_3, c_4 -сцинтилляционные счетчики с пластическими сцинтилляторами различных диаметров и толщин, c_2 -черенковский счетчик. Разрешающее время схем совпадений 5 - 6 нсек, эффективность антисовпадений 99,93%.

Чтобы определить толщину фильтра перед черенковским счетчиком, при которой выполняется условие сепарации $\beta_{\pi} < \beta_{\text{порог}} < \beta_{\mu}$, была измерена величина отношения числа совпадений N_{1234} к числу совпадений N_{134} в зависимости от толщины фильтра. В принципе, такая зависимость должна иметь следующий вид: при малых толщинах фильтра все частицы имеют скорость больше пороговой, поэтому черенковский счетчик считает их со стопроцентной эффективностью и в некотором интервале толщин фильтра отношение N_{1234} / N_{134} сохраняет постоянную величину /" π -мезонное плато"/. В дальнейшем, по мере увеличения толщины фильтра, " π -мезоны начинают постепенно переходить в интервал скоростей $\beta < \beta_{\text{порог}}$ и отношение N_{1234} / N_{134} уменьшается до тех пор, пока все " π -мезоны не перейдут в этот интервал. При последующем увеличении толщины фильтра отношение N_{1234} / N_{134} сохраняет постоянную величину /" μ -мезонное плато"-черенковский счетчик считает только μ -мезоны и электроны/. Если увеличивать толщину фильтра еще больше, то отношение N_{1234} / N_{134} будет уменьшаться до тех пор, пока скорости выше пороговой будут иметь лишь электроны /"электронное плато"/. На рис.2 показана кривая, полученная экспериментально. На этой кривой имеется довольно четкое " μ -мезонное плато" шириной $\approx 14 \text{ г/см}^2 \text{ Al}$. Отсутствие " π -мезонного плато" объясняется, по-видимому, ядерным взаимодействием " π -мезонов с веществом фильтра, в результате которого заметная часть " π -мезонов переходит в интервал $\beta < \beta_{\text{порог}}$ уже при небольших толщинах фильтра. "Электронное плато" не было обнаружено ввиду начавшегося изменения состава пучка: из-за большой толщины черенковского счетчика /12 г/см²/ " π и μ -мезоны стали в нем останавливаться и через весь телескоп c_1, c_2, c_3, c_4 могли проходить лишь электроны, чем и объясняется наметившийся подъем кривой.

Для определения эффективности работы счетчика были измерены зависимости числа остановок частиц в мишени от толщины фильтра перед ней при различных вариантах включения черенковского счетчика в схему совпадений. При включении счетчиков в комбинацию совпадений $134\bar{5}$ схема совпадений регистрировала остановки в мишени как " π -так и μ -мезонов. При включении в комбинацию $1234\bar{5}$ - остановки только μ -мезонов; а в комбинацию $1\bar{2}34\bar{5}$ - остановки " π -мезонов. На рис. 3 приведены кривые, полученные при толщине фильтра перед черенковским счетчиком, соответствующей центру " μ -мезонного плато" /16 см Al/. Из кривых видно, что при работе черенковского счетчика в режиме регистрации μ -мезонов /совпадения $1234\bar{5}$ / эффективность регистрации " π -мезонов, по крайней мере, на порядок меньше эффективности, с которой регистрируются " π -мезоны в том случае, когда черенковский счетчик выключен из совпадений. Этот результат получается в предположении, что весь счет совпадений $1234\bar{5}$ в области толщин фильтра Φ_2 , соответствующих максимальному числу " π -мезонных остановок в мишени, является счетом " π -мезонов.

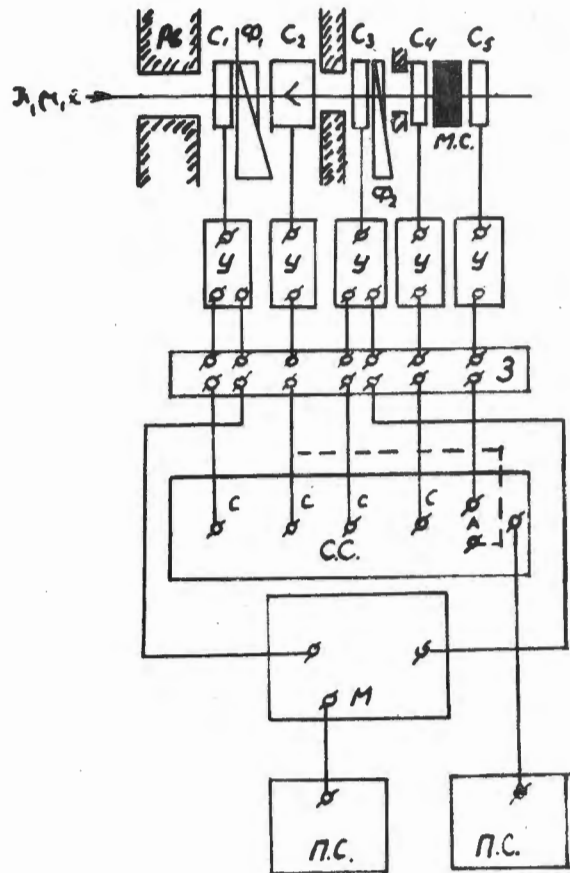
Из анализа данных, аналогичных приведенным на рис. 3, было получено, что эффективность черенковского счетчика в случае регистрации μ -мезонов /середица " μ -мезонного плато"/ может быть доведена до весьма близкой к 100% путем подбора соответствующего режима на фотоумножителях. Эффективность регистрации π -мезонов комбинацией совпадений $1\bar{2}34\bar{5}$, по оценкам, составляет величину $\approx 0,7$.

Как уже упоминалось выше, примесь π -мезонов в мезонном пучке при толщинах фильтра Φ_2 , соответствующих максимуму μ -мезонных остановок, имеет величину порядка 5 - 7% от числа μ -мезонов. Результаты применения черенковского счетчика, как сепаратора μ -мезонов, показывают, что эта примесь может быть уменьшена, по крайней мере, на порядок без заметных изменений скорости счета μ -мезонов, причем потери из-за геометрических факторов могут быть сведены до минимума путем компактного размещения всех счетчиков и фильтров.

Л и т е р а т у р а

1. А.Ф. Дунайцев, Ю.Д. Прокошкин, Тан Сяо-вэй. Препринт ОИЯИ ,Д-468,1960г.
2. K. Saito, K. Suga. *N. S. II, 600, (1959).*
Д. Джели. "Черенковское излучение и его применения". И.Л. М., 1960 г.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 августа 1962 г.



Р и с. 1.

Расположение счетчиков и блок-схема электроники.

Обозначения: Pb -свинцовый коллиматор 70x70 мм².

с₁, с₃ -сцинтилляционные счетчики с пластическими сцинтилляторами Ø 100мм x 10мм.

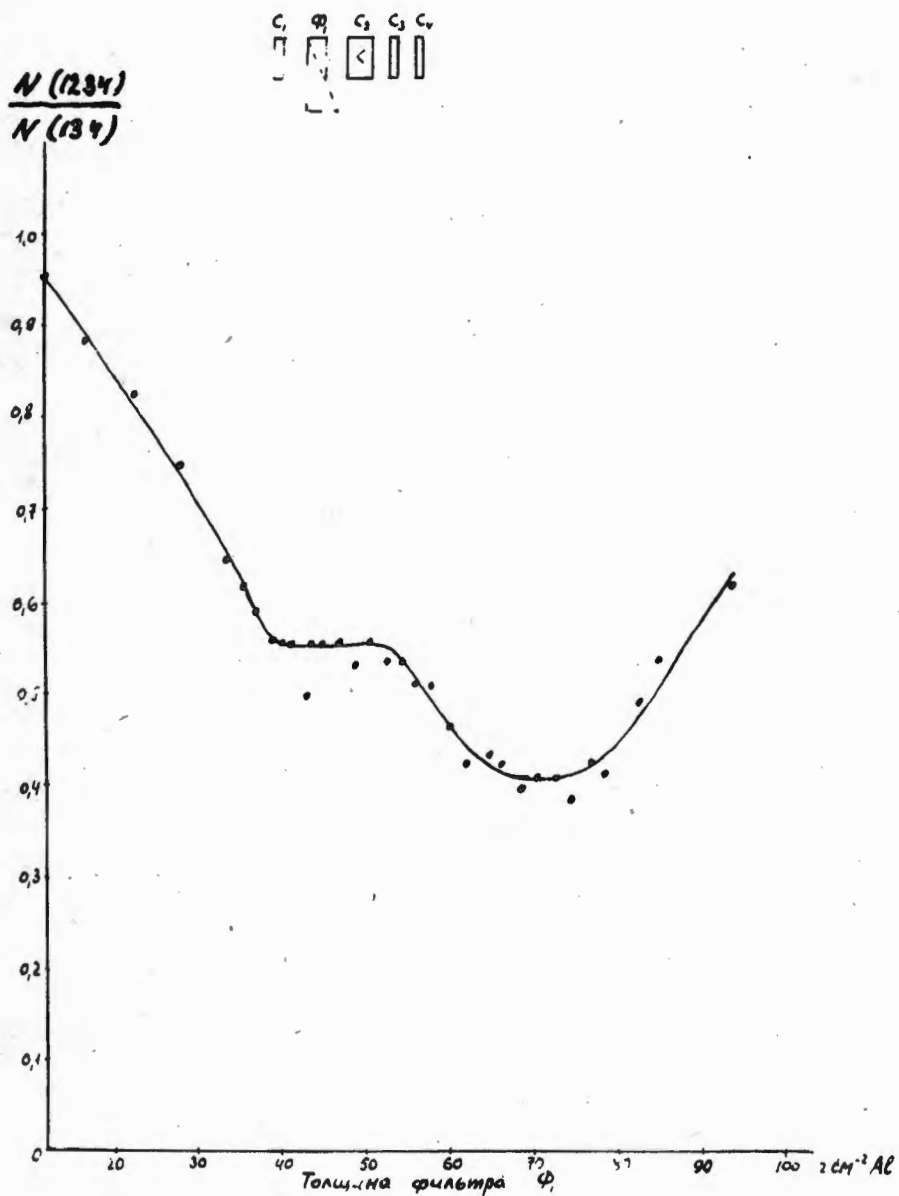
- с₄ Ø 80 мм x 3 мм

- с₅ Ø 200 мм x 10 мм

- с₂ черенковский счетчик. Φ₁ и Φ₂ -фильтры переменной толщины. М.С. - мишень из углерода толщиной 3 г/см². У -усилители с коэффициентом усиления 5.

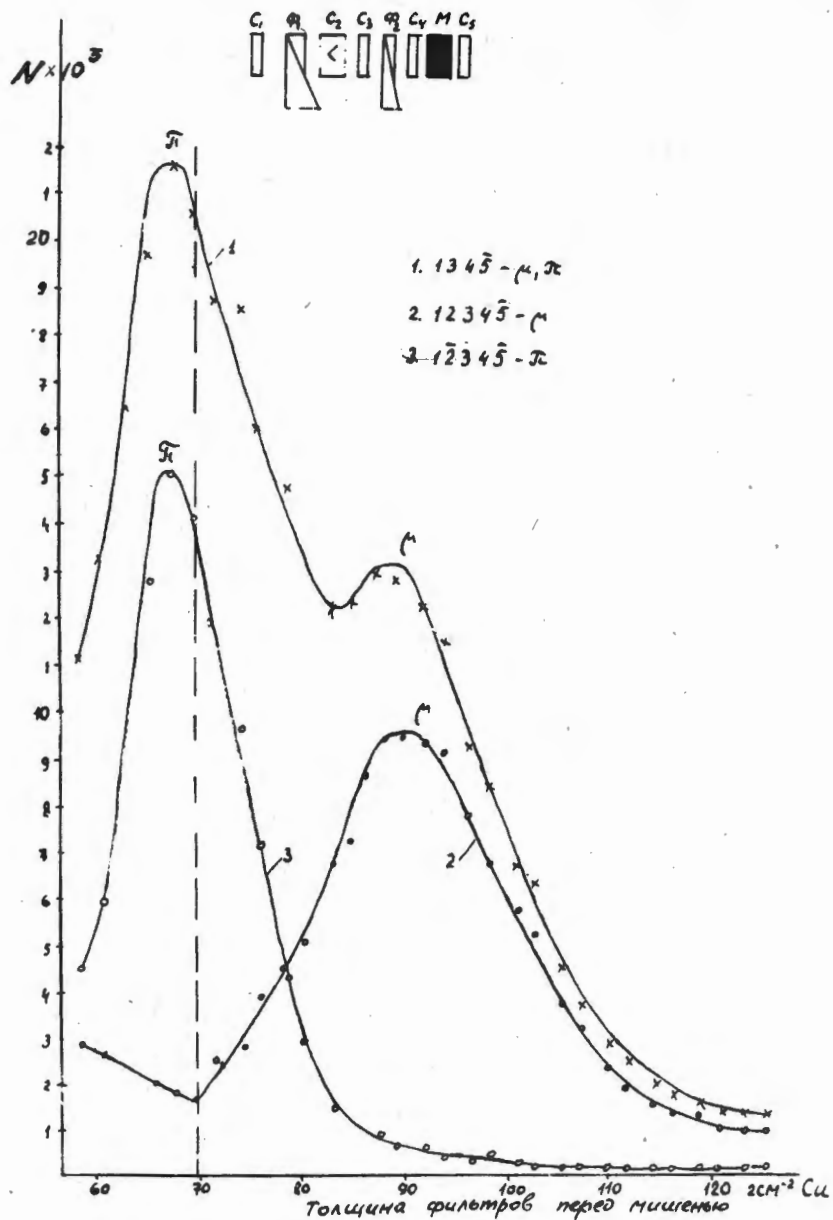
З -блок переменных линий задержки. С.С. -схема совпадений-антисовпадений.

С -входы совпадений. А -входы антисовпадений. М -мониторная схема совпадений. П.С.-пересчетная схема.



Р и с. 2.

Величина отношения числа совпадений $N /1234/ / N /134/$ в зависимости от толщины фильтра Φ_1 перед черенковским счетчиком. Импульс падающих частиц 260 Мэв/с.



Р и с. 3.

Зависимость числа остановок в мишени от толщины фильтра перед ней. При комбинации совпадений $134\bar{5}$ регистрируются π и μ -мезонные остановки в мишени /кривая 1/; $1234\bar{5}$ - только μ -мезонные /кривая 2/; $1\bar{2}34\bar{5}$ - π -мезонные /кривая 3/. Толщина фильтра Φ_1 перед черенковским счетчиком равна 18 см Al . Слева от пунктирной прямой толщина фильтра Φ_2 равна 0.