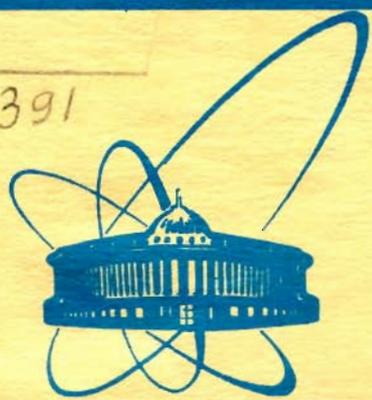


12636

A-391



сообщения
Объединенного
Института
Ядерных
Исследований
Дубна

5324/2-79

24/12-79
13 - 12636

Ю.К.Акимов, С.И.Мерзляков, К.О.Оганесян,
Е.А.Пасюк, С.Ю.Пороховой

СВЕТОВЫХОД ПЛАСТИЧЕСКИХ СЦИНТИЛЛЯТОРОВ
ПРИ ОБЛУЧЕНИИ МЮОНАМИ, ПИОНАМИ И ПРОТОНАМИ

1979

13 - 12636

Ю.К.Акимов, С.И.Мерзляков, К.О.Оганесян,
Е.А.Пасюк, С.Ю.Пороховой

**СВЕТОВЫХОД ПЛАСТИЧЕСКИХ СИНТИЛЛЯТОРОВ
ПРИ ОБЛУЧЕНИИ МЮОНАМИ, ПИОНАМИ И ПРОТОНАМИ**

Световыход пластических сцинтилляторов при
облучении мюонами, пионами и протонами

Получены данные о зависимости световыхода пластического сцинтиллятора на основе полистирола от энергии при облучении мюонами, пионами и протонами. Наблюдается линейная зависимость световыхода для мюонов и пионов в диапазоне 20-80 МэВ, и для протонов - в диапазоне 20-200 МэВ. В пределах ошибок измерений световыходы от пионов, мюонов и протонов одинаковых энергий совпадают.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Light Yield of Plastic Scintillators at the
Bombardment by Muons, Pions and Protons

The data on dependence of light yields of plastic scintillator on the base of polystyrene on energy at the bombardment by muons, pions and protons are obtained. The linear dependence of light yield for muons and pions within 20-80 MeV, and for protons within 20-200 MeV is observed. Within the measurement error light yields from pions, muons and protons of similar energies coincide.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

1. ВВЕДЕНИЕ

В последние годы интенсивно развиваются исследования по взаимодействию пионов и нуклонов низких энергий с ядрами. В этих исследованиях для детектирования и спектрометрирования частиц широко используются органические сцинтилляторы. Малое время высвечивания органических сцинтилляторов позволяет использовать их в интенсивных пучках частиц, а также применять для идентификации π^+ -мезонов по характерным особенностям процесса остановки π^+ -мезона в детекторе с последующим его распадом на μ^+ -мезон и нейтрино^{1,2/}.

Вопросы световыхода органических сцинтилляторов при облучении электронами и протонами хорошо изучены, в особенности до энергий 10-15 МэВ^{3,4/}. Для энергий протонов, дейтронов, альфа-частиц до 150 МэВ световыход в пластическом сцинтилляторе измерялся в работе^{5/}. Для электронов экспериментальные данные показывают хорошую линейную зависимость от энергии интегрального световыхода, начиная с ~ 100 кэВ, что дает основание ожидать для пионов и мюонов линейную зависимость световыхода для энергий, начиная с нескольких МэВ. Однако систематические данные по световыходам для мезонов отсутствуют. Кроме того, для практической спектрометрии пионов в широком диапазоне энергий /10-100 МэВ/ и идентификации на фоне тяжелых заряженных частиц существенным является получение данных по относительным световыходам мезонов и протонов.

2. ЭКСПЕРИМЕНТ

В настоящей работе исследовался световой выход пластического сцинтиллятора на основе полистирола, изготовленного в объединении "Монокристаллреактив".

Измерения световых выходов проводились на мезонном тракте синхроциклотрона ОИЯИ для пионов и мюонов в интервале энергий 20-80 МэВ и протонов с энергиями от 20 до 70 МэВ, и на протонном канале синхроциклотрона в интервале энергий протонов 50 ± 200 МэВ.

Сцинтиллятор представлял собой параллелепипед площадью 180x180 мм², длиной 250 мм, который просматривался с помощью световода фотоумножителем ХР-20-40. Размеры сцинтиллятора позволяли регистрировать с полной остановкой в нем пионы с энергией до 100 МэВ и протоны с энергией до 200 МэВ.

Спектрометрический сигнал с предпоследнего динода ФЭУ усиливался быстрым усилителем, поступал на селектор-интегратор и затем на преобразователь заряд-код, связанный с ЭВМ. Время интегрирования сигнала было выбрано 100 нс. В течение этого времени ~98% остановившихся в детекторе π^+ -мезонов распадаются с испусканием монохроматического μ^+ -мезона с энергией 4,1 МэВ, и в то же время лишь незначительное количество распадных мюонов /~4,5%/ успевают, в свою очередь, распасться, внося неопределенность в энергвыделение в детекторе.

Энергетические характеристики используемых пучков пионов и протонов не позволяют точно определить собственное разрешение детектора и дают возможность только оценить, что оно не хуже 1,5 МэВ. Такое разрешение позволило хорошо разделять во всем интервале измеренных энергий пионы и мюоны на пучках мезонного тракта.

Типичный амплитудный спектр пучка мезонов со средним импульсом 140 МэВ/с приведен на рис. 1. Для разделения суммарного спектра на пионную и мюонную компоненты в измерениях использовалась время-пролетная система^{6,7}, а также методика идентификации π^+ -мезонов¹². Протяженный "хвост" в спектре со стороны низких энергий связан с неупругими

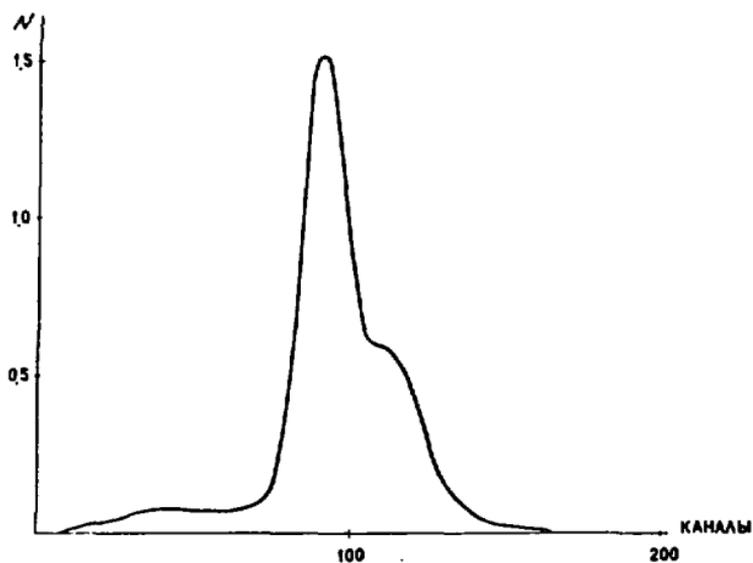


Рис.1. Спектр пучка мезонного тракта, $p = 143$ МэВ/с.

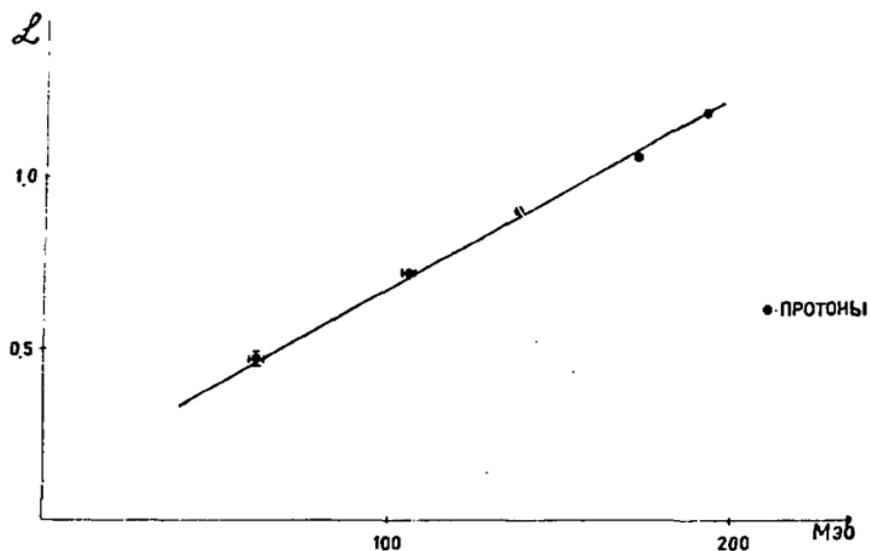


Рис.2. Зависимость световыхода от энергии протонов.

взаимодействиями пионов в детекторе. Расчетная оценка вклада неупругих процессов согласуется с полученными экспериментальными значениями для всего исследованного интервала энергий. Его величина изменяется от $\sim 1\%$ при энергии пиона 20 МэВ до $\sim 15\%$ при энергии пиона 80 МэВ .

На всех измеренных спектрах наблюдается также "хвост" со стороны больших энергий, относительная величина которого не зависит от энергии регистрируемых пионов. Такие события могут быть объяснены частичной регистрацией позитронов от $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \nu \rightarrow e^+ \nu \bar{\nu}$ распада. Оценка кинематических границ и абсолютной величины вклада таких позитронов согласуется с экспериментальными распределениями.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

На *рис. 2* в относительных единицах приведена зависимость от энергии протонов положений максимумов распределений световых выходов, измеренных на выведенном протонном пучке синхроциклотрона. Изменение энергии протонов производилось с помощью введения в протонный пучок углеродных фильтров.

На *рис. 3* представлена энергетическая зависимость световых выходов для пионов и мюонов, полученная из распределений, подобных приведенному на *рис. 1*, для семи значений импульса мезонов. В значение энергии для пионов /светлые кружочки на *рис. 3*/ добавлены 4 МэВ , соответствующие энерговыделению от распадного мюона.

Возможность вывода через мезонный тракт синхроциклотрона протонов с энергиями до 80 МэВ позволяет сопоставить в идентичных условиях относительные световые выходы для протонов и пионов. На *рис. 4* представлены измеренные на мезонном тракте относительные величины световых выходов пионов и протонов. В значения энергии пионов здесь также включены 4 МэВ , соответствующие энергии распадного мюона.

Приведенные данные показывают линейную зависимость световых выходов /в пределах $3-4\%$ / для пионов и мюонов в измеренном интервале энергий от 20 до 80 МэВ и для протонов с энергиями от 20 до 200 МэВ . В пределах ошибок измерений совпадают световые выходы для мюонов, пионов и протонов одинаковых энергий.

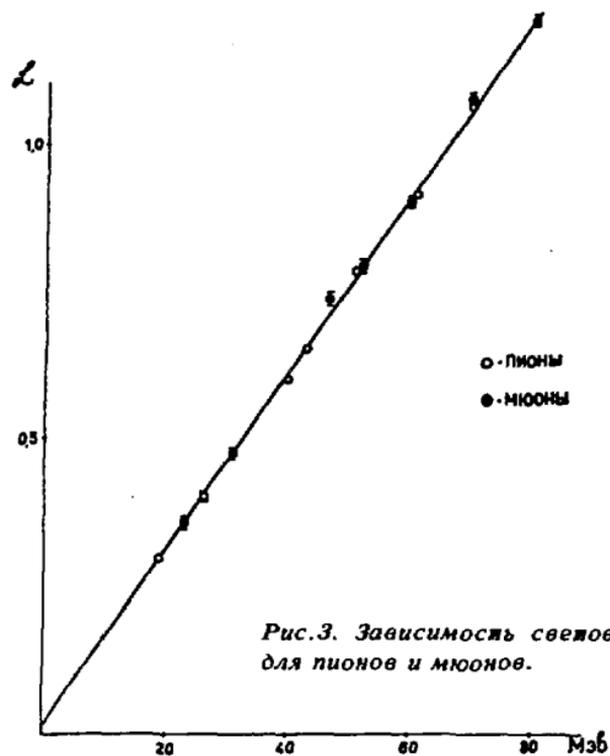


Рис.3. Зависимость световыхода от энергии для пионов и мюонов.

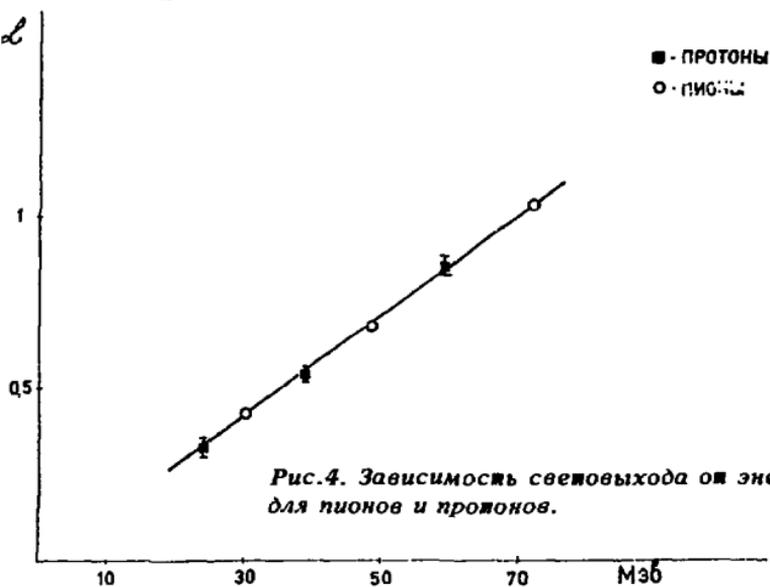


Рис.4. Зависимость световыхода от энергии для пионов и протонов.

Результаты работы свидетельствуют об эффективности использования пластических сцинтилляторов для спектрометрирования и идентификации π^1 -мезонов с энергиями до 100 МэВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Saltmarsh M. et al. *Nucl.Instr. and Meth.*, 1972, 105, p. 311.
2. Axen D. et al. *Nucl.Instr. and Meth.*, 1974, 118, p. 435.
3. Smith D. et al. *Nucl.Instr. and Meth.*, 1968, 64, p. 157.
4. Craun R., Smith D. *Nucl.Instr. and Meth.*, 1970, 80, p. 239.
5. Gooding T., Pugh H. *Nucl.Instr. and Meth.*, 1960, 7, p. 189.
6. Акимов Ю.К. и др. *ОИЯИ*, 13-11717, Дубна, 1978.
7. Акимов Ю.К. и др. *ОИЯИ*, 13-11718, Дубна, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 июля 1979 года.

