

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна



P13 - 6222

С.А. Бунятов, Б.Ж. Залиханов, А.Халбаев,
Г.М. Штауденмайер

СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ ДЕТЕКТОР
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПРОЛЕТА
И КООРДИНАТЫ

1972

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

ЭКЗ. ЧИТ. ЗАЛА

С.А. Бунятов, Б.Ж. Залиханов,¹ А.Халбаев,²
Г.М. Штауденмайер³

СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ ДЕТЕКТОР
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПРОЛЕТА
И КООРДИНАТЫ

**Научно-техническая
библиотека
ОИЯИ**

¹ Аспирант Ростовского государственного университета.

² Аспирант Института ядерной физики АН УзССР.

³ Сотрудник ЦЕРНа (Женева, Швейцария).

Сцинтилляционный детектор состоит из пластического сцинтиллятора размерами (70x10x10) см³, просматриваемого с торцов двумя фотоумножителями.

Важной особенностью детектора является то, что в нем опробованы отечественные фотоумножители ФЭУ-30 (диаметр фотокатода - 50 мм, средний разброс времени пролета электронов < 1 нсек). Во всех других детекторах подобного типа /1-4/ до сих пор использовались фотоумножители 56 AVP, XP-1020, XP-1040. Для сравнения результатов нами были проведены также измерения с использованием XP-1020 (диаметр фотокатода - 45 мм, средний разброс времени пролета электронов < 0,2 нсек).

Использование серийных ФЭУ-30 потребовало тщательного подбора делителей для ФЭУ по минимальному разбросу времени пролета электронов через диодную систему. Средний разброс по времени пролета электронов для отобранных ФЭУ-30 составил 0,3 нсек.

В данной работе использовалась стандартная электроника, разработанная и изготовленная в Лаборатории ядерных проблем.

Сцинтиллятор изготовлен в группе С.Л. Смирновой(ЛЯП) на основе полистирола. В качестве сцинтиллирующей добавки применялся терфенил. Световоды из оргстекла были выполнены в форме усеченной пирамиды высотой 15 см.

Мерой для определения точки взаимодействия частицы в сцинтилляторе служит разница во времени между двумя импульсами с ФЭУ, рас-

положенных на торцах сцинтиллятора. Следует подчеркнуть, что неопределенность в измерении координаты, возникающая при таком методе^{1/}, вдвое меньше неопределенности в измерении разности времени, т.е.

$$\Delta x \approx \frac{\Delta t}{2}.$$

Детектор исследовался на пучке π^- -мезонов с импульсом 175 Мэв/с синхротронного ЛЯП ОИЯИ.

Блок-схема электроники, использованной для определения координаты взаимодействия заряженных частиц в сцинтилляторе, показана на рис. 1.

Акт пересечения частицей длинного сцинтиллятора регистрировался по одновременному появлению импульсов от боковых ФЭУ и от мониторных счетчиков M_1 , M_2 , выделяющих пучок шириной 2 см.

Выработанный таким образом управляющий сигнал длительностью 100 нсек подается на схемы совпадения 004₁ и 004₂. Сюда же поступают импульсы от сцинтилляционного детектора, несущие временную информацию о точке пересечения, задержанные по отношению к управляющему импульсу на 50 нсек. Затем сигналы, выработанные схемами совпадения 004₁ и 004₂, поступают на время-амплитудный конвертор, работающий по принципу "старт" - "стоп". Для того, чтобы избавиться от отрицательных времен, в стоповый канал добавлялась фиксированная задержка, большая, чем время прохождения света через половину сцинтиллятора.

Результаты измерения для детектора с использованием ФЭУ-30 приведены на рис. 2. Из рисунка видно, что пространственное разрешение практически не зависит от места попадания частицы в сцинтилляционный детектор, т.к. световой сигнал поступает на фотокатод не по прямой, а в результате многократного отражения в сцинтилляторе.

Средняя скорость распространения светового сигнала в сцинтилляторе оказалась меньше, чем скорость распространения света в сцинтилляторе, и равнялась $1,5 \cdot 10^{10}$ см/сек.

Истинное разрешение детектора, усредненное по семи точкам измерения, равно 3 см. Эта величина вычислялась путем исключения конечной ширины (2 см) мониторных счетчиков M_1 и M_2 , выделяющих пучок частиц, проходящих через детектор.

Для сравнения на рис. 3 приведены результаты измерений координаты с использованием фотоумножителей XP-1020. Истинное разрешение координаты в этом случае равно 2,2 см.

Разрешение по времени пролета отрицательных частиц (π^- , μ^- , e^-) с импульсом 175 Мэв/с на базе 9 метров между сцинтилляционным детектором и базовым счетчиком "В" размерами 5,0x5,0x4,5 см³, просматриваемого с обеих концов фотоумножителями XP-1020, измерялось при помощи электроники, блок-схема которой изображена на рис. 4.

Импульс базового счетчика "В", несущий информацию "нуль времени", разделяется на два одинаковых сигнала. Один из них поступает на совпадения с импульсами от мониторных счетчиков M_1 , M_2 , а второй - на схему совпадения 004₃. Импульс от сцинтилляционного детектора поступает на схемы совпадения 004₁ и 004₂.

Управляющий импульс от главной схемы совпадения подается на 004₁ и 004₂ таким образом, чтобы передние фронты импульсов, выработанных этими схемами совпадения, точно соответствовали передним фронтам импульсов от сцинтилляционного детектора, несущих временную информацию.

Длительность управляющего импульса выбиралась так, чтобы одновременно получить спектры по времени пролета для π^- -мезонов и для μ^- -и e^- частиц, содержащихся в пучке в качестве примеси.

На рис. 5 приведен спектр по времени пролета пучка частиц, содержащего π^- , μ^- и e^- на базе 9 метров. За временное разрешение детектора принимается ширина на полувысоте пика, от релятивистских электронов.

В таблице приведены параметры всех описанных к настоящему времени сцинтилляционных детекторов для измерения координаты.

Авторы благодарны Е.А. Кузьмину и Н.А. Лебедеву за помощь в работе, В.Г. Зинову и Ю.Г. Будяшову за обеспечение стабильной электроникой, Ю.М. Казаринову за содействие в создании детектора.

Литература

1. G. Charpak et al. Nucl. Instr. and Meth., 15, 323 (1962).
2. H. Müller et al. A Neutron Counter with Position Determination. Interner. Bericht. Karlsruhe, 1966.
3. D. Bollini et al. Nuovo Cimento, 61A, 125 (1969).
4. Р.Г. Аствацатуров и др. ПТЭ, 1, 77 (1971).

Рукопись поступила в издательский отдел
7 января 1972 года.

Таблица

№ пп	Авторы	Тип и размеры сцинтиллятора, см	Тип ФЭУ	Пучок, Мэв/с	Простран. разрешение (полная ширина на полувысоте), см	Временное разрешение (полная ширина на полувысоте), нсек
1.	Мюллер и др. [2]	Поливинилтолуол 160; ϕ 10	56 АРР	Π^- ; 1860	4,3	0,6
				P; 440	2,5	0,6
2.	Боллини и др. [3]	Поливинилтолуол 100x18x18	ХР-1040	Π^- ; 810	2,8	0,7
				n (370-940)	5,0	1,4
3.	Аствацатуров и др. [4]	Полистирол 130x10x10	ХР-1020	Π^- ; 4000	3,4	0,76
4.	Настоящая работа	Полистирол 70x10x10	ХР-1020	Π^- ; 175	2,2	
				ФЭУ-30	Π^- ; 175	3,0

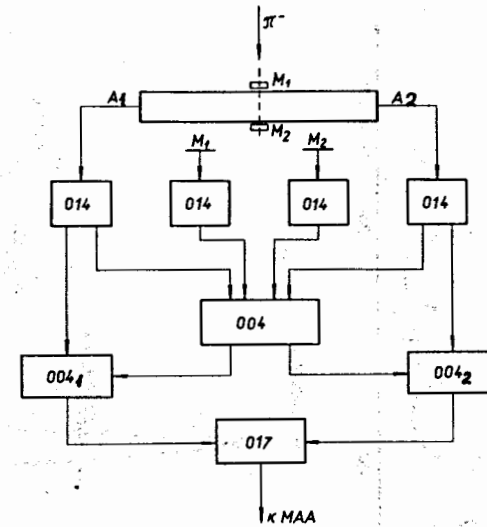


Рис. 1. Блок-схема измерения координаты взаимодействия. 004 - схема совпадения, 014 - формирователь, 017 - время-амплитудный конвертор.

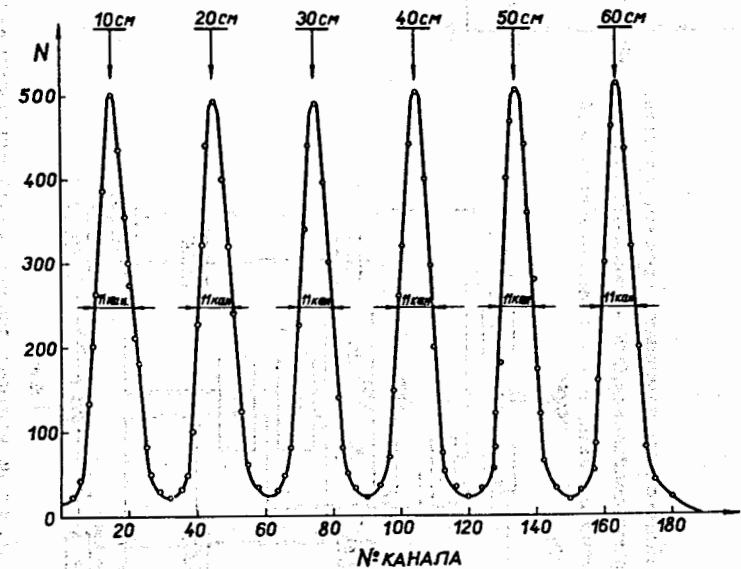


Рис. 2. Спектры пространственного разрешения для детектора с ФЭУ-30. Цена деления канала равна 0,33 см.

Рис. 3. Спектры пространственного разрешения для детектора с ХР-1020.
Цена деления канала 0,30 см.

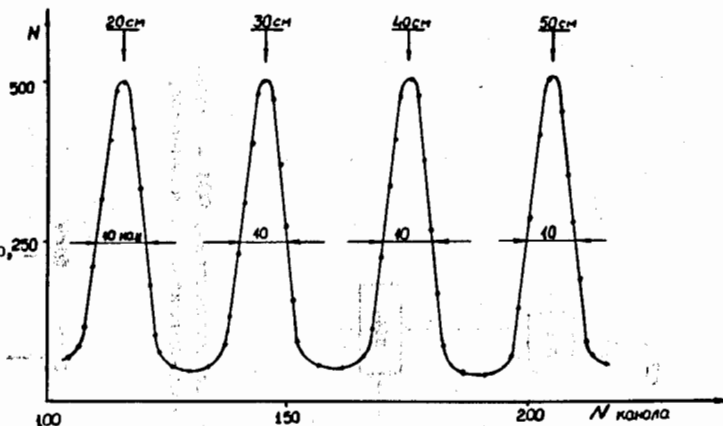


Рис. 4. Блок-схема измерения времени пролета.
004 - схема совпадения, 006 - линейный сумматор,
014 - формирователь, 017 - время-амплитудный
конвертор.

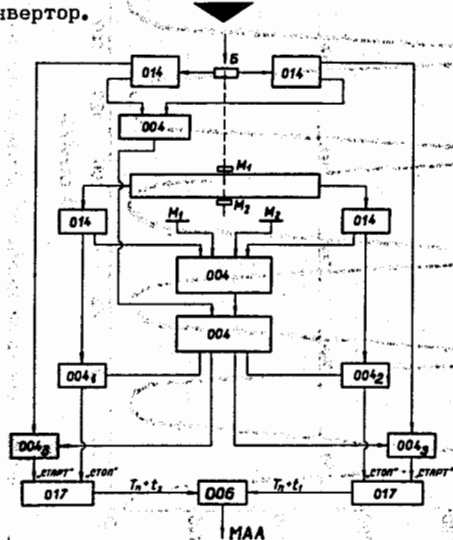


Рис. 5. Спектр по времени пролета пучка отрицательных
(π , μ , e) частиц с импульсом 175 Мэв/с.

