

Исследование световыхода со сцинтилляционных пластин для адронных калориметров ядро-ядерных экспериментов.

Н.М. Карпушкин

Московский физико-технический институт (государственный университет)
Институт ядерных исследований Российской академии наук

Основной задачей эксперимента СВМ на ускорительном комплексе FAIR в Дармштадте и установки MPD на ускорительном комплексе НИКА в Дубне является изучение свойств сильно взаимодействующей адронной материи, возникающей при столкновении релятивистских ядер. Для изучения геометрии столкновений и классификации событий по центральности в этих экспериментах в ИЯИ РАН был разработан и изготовлен передний адронный калориметр фрагментов, имеющий модульную структуру. Конструктивно модуль калориметров состоит из 60 чередующихся слоев сцинтилляционных и свинцовых пластин, которые группируются в 10 секций по 6 сцинтилляционных пластин в каждой секции. Свет с каждой 6 сцинтилляционных пластин секции транспортируется на отдельный фотодетектор, установленный в торце модуля с помощью переизлучающего оптоволоконка.

Целью данной работы было исследование световыхода отдельных сцинтилляционных пластин для адронных калориметров эксперимента СВМ и эксперимента MPD (Рис.1). Для съема и транспортировки света в обоих детекторах использовались переизлучающие оптоволоконка фирмы Kuraray (Япония) типа Y11(200) S-типе диаметром 1 мм. В пластинах для эксперимента СВМ, имеющих размеры $20 \times 20 \times 0.4$ см³, оптоволоконно было вклеено оптическим клеем в кольцевидную канавку, вырезанную в сцинтилляторе. В эксперименте MPD используются пластины размером $15 \times 15 \times 0.4$ см³ с оптоволоконком, вклеенным в канавку спиралью. Свет от сцинтиллятора захватывается оптоволоконком, на выходе которого установлен оптический разъем, к которому присоединен микропиксельный лавинный фотодиод. В процессе измерения записывались амплитудные спектры, полученные при регистрации космических мюонов, проходящих через исследуемую пластину и запускающий счетчик с ФЭУ, в зависимости от положения запускающего счетчика.

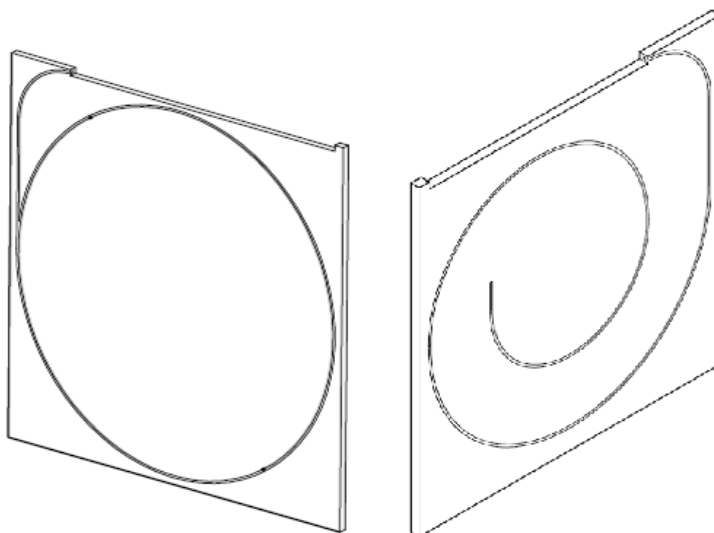


Рисунок 1. Внешний вид сцинтилляционных пластин для модуля калориметра СВМ (слева) и модуля калориметра MPD (справа)

Для измерения световыхода отдельных сцинтилляционных пластин был создан специальный стенд, позволяющий проводить измерения на космических мюонах (Рис.2). Для отбора событий, вызванных попаданием в исследуемую пластину космических мюонов, под образцом пластины был установлен фотоэлектронный умножитель с пластиковым сцинтиллятором с диаметром 25мм на основе полистирола, питаемый от отдельного источника высокого напряжения (CAEN Mod.N126). Сигналы от предусилителя и ФЭУ HAMAMATSU R7525 подавались на входные каналы быстрого 16+1 канального АЦП CAEN DT 5742 с частотой дискретизации 5Гвыб/с. Для запуска АЦП использовался сигнал с ФЭУ. Оцифрованные сигналы считывались через шину USB и обрабатывались с помощью компьютера.

Для исследования световыхода сцинтилляционных пластин к концу спектросмещающего оптоволоконна был подключен МЛФД НАМАМАТСУ MPPC S12572-010P размером 3x3 мм с паспортным усилением 1.35×10^5 , снабженный индивидуальным предусилителем с коэффициентом усиления 300. Питание фотодиода высоким напряжением осуществлялось от лабораторного источника питания (АКИП-1124). Для контроля работы диодов в цепь был включен мультиметр (Fluke 116) в режиме измерения малых токов. В качестве источника питания предусилителя напряжением +/- 6 В был использован крейт КАМАК.

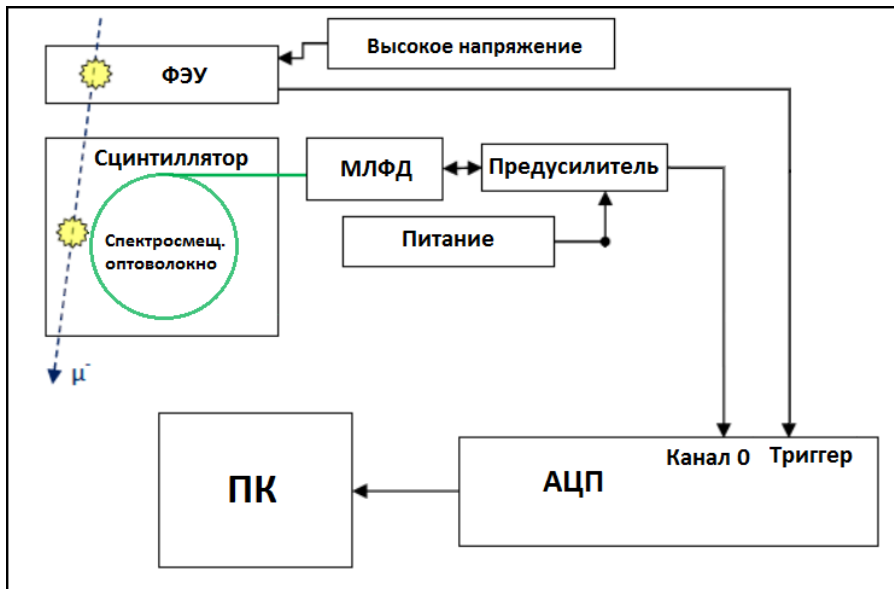


Рисунок 2. Схема установки для исследования световыхода сцинтилляционных пластин модулей адронных калориметров.

В процессе измерения световыхода записывались амплитудные спектры с лавинного фотодиода, полученные при регистрации космических мюонов, проходящих через исследуемую пластину и запускающий счетчик с ФЭУ, в зависимости от положения запускающего счетчика. На Рис.3 представлен результат работы программы обработки сигналов, определяющей величину полного заряда, зарегистрированного фотодиодом.

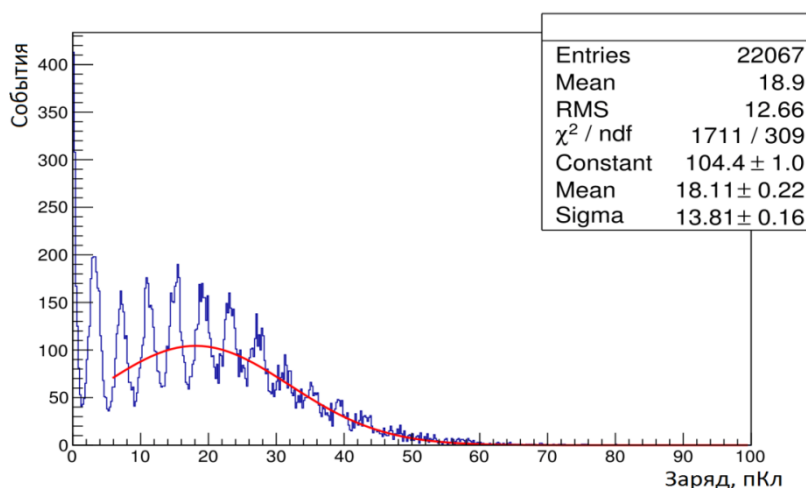


Рисунок 3. Спектр фотоэлектронов, измеренный в центре сцинтилляционной пластины.

Расстояние между четко выраженными пиками в амплитудных распределениях соответствует одному фотоэлектрону, что позволило надежно прокалибровать шкалу АЦП в абсолютных единицах, после чего аппроксимацией гауссианой было получено среднее число фотоэлектронов, зарегистрированных фотодиодом.

На Рис.4 и 5 показаны результаты измерения световыхода вдоль диагонали сцинтилляционных пластин для модулей калориметров CBM и MPD, соответственно.

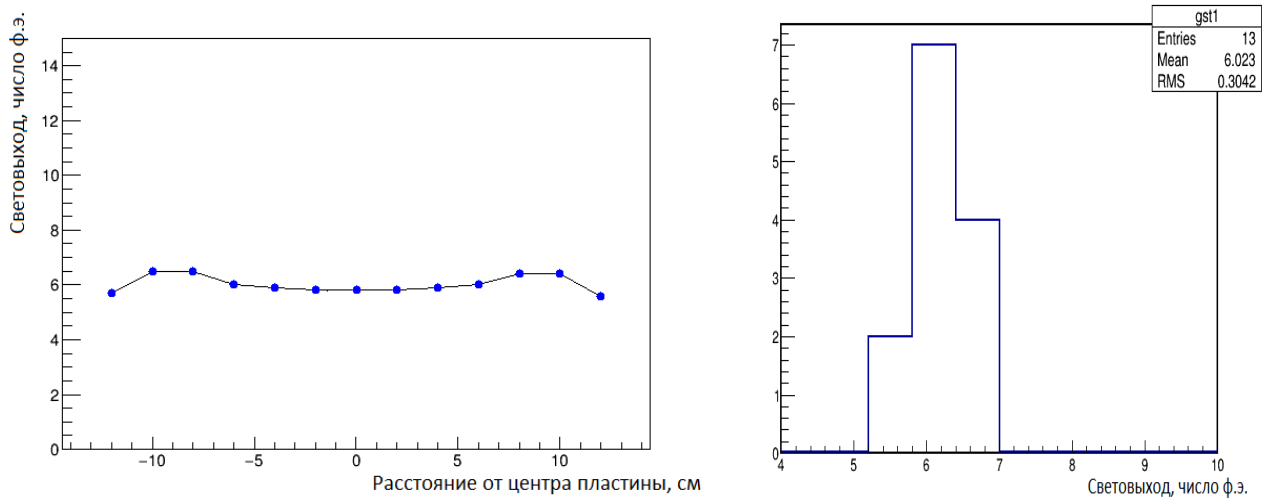


Рисунок 4. Слева, зависимость сигнала фотодиода от положения источника излучения вдоль диагонали сцинтилляционной пластины модуля калориметра CBM. Справа, соответствующее распределение световыхода.

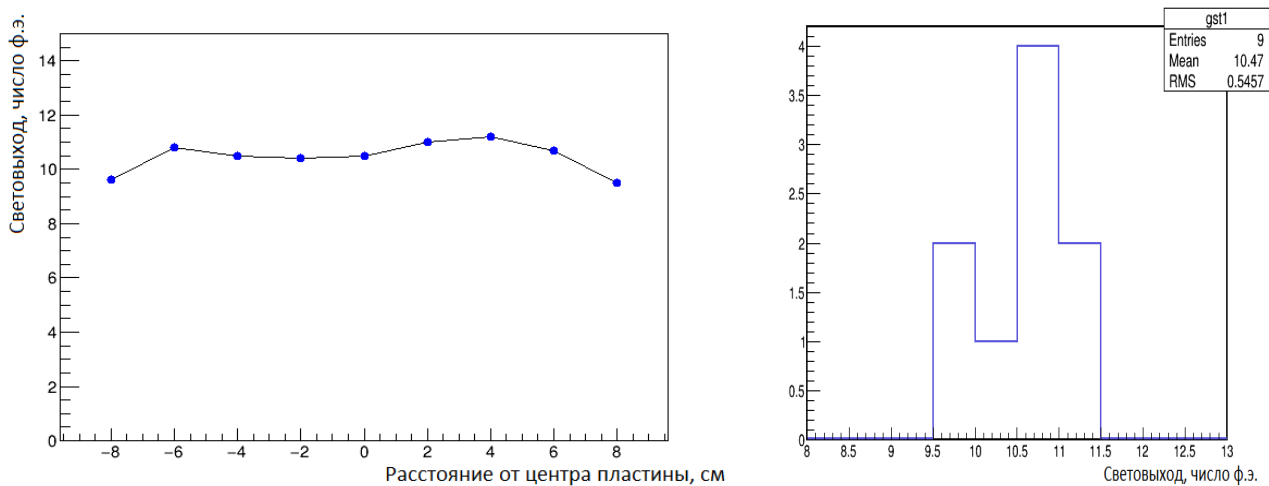


Рисунок 5. Слева, зависимость сигнала фотодиода от положения источника излучения вдоль диагонали сцинтилляционной пластины модуля калориметра MPD. Справа, соответствующее распределение световыхода.

Два типа сцинтилляционных пластин имеют схожую геометрию и отличаются только габаритами и формой канавки. Толщина обеих пластин равна 0.4 см. Измеренные световыходы пластин для модулей калориметров CBM и MPD имеют достаточно равномерную зависимость от точки попадания частиц с незначительным увеличением световыхода вблизи оптоволокон. Средний световыход составил 7.5 фотоэлектронов/МэВ выделенной энергии для сцинтилляционной пластины модуля калориметра CBM и 13 фотоэлектронов/МэВ для сцинтилляционной пластины модуля калориметра MPD.

Полученные значения световыходов соответствуют предъявляемым требованиям к калибровке калориметра на пучке космических мюонов.

Литература

1. *Bielcik J.*, et al. Technical Design Report for the CBM experiment.
2. *Golubeva M.*, et al. MPD Forward Hadron Calorimeter (FHCAL) Technical Design Report.