

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕТОСБОРА В СЦИНТИЛЛЯЦИОННОМ ДЕТЕКТОРЕ С ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМ СЪЁМОМ ИНФОРМАЦИИ

Ни один крупномасштабный эксперимент в физике высоких энергий не обходится без предварительного моделирования всех детекторных подсистем и происходящих в них физических процессов.

Будущий проект СВМ — Compressed Baryonic Matter (сжатая барионная материя) — ускорительного комплекса GSI (Германия) является одним из крупнейших экспериментов в физике высоких энергий. Планируемая экспериментальная программа включает в себя изучение свойств сжатой ядерной материи, исследование кварк-глюонной плазмы, частичного восстановления киральной симметрии и фазового перехода в состояние деконфайнмента, а также поиски новых состояний материи в условиях высокой адронной плотности. Обработка экспериментальных результатов и получение данных о рождении векторных мезонов J/ψ , ψ' , а также ρ , ω и ϕ -мезонов в димюонном канале распада необходима для получения информации о фундаментальных свойствах ядерной материи.

С физической точки зрения, постановка задачи заключается в исследовании регистрации мюонов, на которые могут распадаться векторные мезоны, а также в определении оптимальных параметров конфигурации детектирующей системы.

В одном из вариантов мюонной системы проекта СВМ предполагается установка системы сцинтилляционных детекторов, разрабатываемых сотрудниками ИТЭФ. Размеры сцинтиллятора (полистирол) $10 \times 10 \times 1$ см³. Для регистрации света используются лавинные фотодиоды MRS APDs, сигнал на которые поступает с двух оптических спектросдвигающих волокон диаметром 1 мм. На один конец волокон нанесено отражающее покрытие, на другом располагается MRS APD. Оптические волокна уложены в виде кольца в канавке, сделанной на поверхности (10×10) сцинтиллятора. Диаметр кольца выбран равным 9 см [1].

Целью данного исследования является разработка программ для моделирования светосбора в сцинтилляционных детекторах с волоконно-оптическим сбором информации. Моделирование процесса светосбора включает в себя генерацию первичной частицы, прохождение этой частицы через вещество детектора, в результате чего в нем образуются оптические фотоны, и сбор этих фотонов при помощи оптоволокон.

Программа была реализована на языке Си++ с применением программного пакета GEANT 4, который был установлен на ЭВМ AMD Athlon X2 64 использующей ОС SUSE Linux 10.0 и компилятор gcc-4.0.2.

С помощью разработанного программного пакета было проведено моделирование светосбора в вышеописанных сцинтилляторах в форме параллелепипеда и дополнительно в виде шестиугольной призмы размерами $10 \times 10 \times 1$ см³. Данные модели были построены для различных типов поверхностей (полированная и диффузионная со стопроцентным внутренним отражением).

Моделировалось прохождение мюонов с энергией 2 ГэВ через сцинтиллятор (перпендикулярно большой грани) в четырех точках: центр сцинтиллятора (точка 1); точка на диагонали большой грани в 0.7 мм от вершины (точка 2); точка, лежащая на волокне (точка 3); точка, лежащая на расстоянии 1 мм от середины большого ребра (точка 4). Спектр высвета определялся физическими процессами, заданными пакетом GEANT 4. Спектр поглощения и излучения оптического волокна взят из работы [2]. Рассчитывалось отношение числа зарегистрированных детектором фотонов к числу высветившихся в сцинтилляторе при

прохождении через него мюона. Значения этого отношения в процентах приведены в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1. Значения отношения числа зарегистрированных детектором фотонов к числу высветившихся в сцинтилляторе для двух сцинтилляторов в четырех точках для диффузионной поверхности.

точка	Параллелепипед	Шестиугольная призма
«1»	(13,76±0,08)%	(14,34±0,08)%
«2»	(14,22±0,07)%	(15,34±0,08)%
«3»	(16,57±0,11)%	(16,57±0,12)%
«4»	(14,85±0,09)%	(15,60±0,08)%

Таблица 2. Значения отношения числа зарегистрированных детектором фотонов к числу высветившихся в сцинтилляторе для двух сцинтилляторов в четырех точках для полированной поверхности.

точка	Параллелепипед	Шестиугольная призма
«1»	(3,58±0,01)%	(1,83±0,02)%
«2»	(2,34±0,01)%	(0,73±0,01)%
«3»	(10,58±0,17)%	(9,93±0,24)%
«4»	(2,2±0,01)%	(0,74±0,02)%

Из полученных результатов видно, что сбор света в сцинтилляторах различной формы идет по-разному, также можно заметить, что в различных областях сцинтиллятора светосбор разный. Кроме того, значение светосбора сильно зависит от свойств поверхности. Из полученных данных можно сделать вывод, что в случае полированной поверхности в сцинтилляторе в форме параллелепипеда собирается большее число фотонов, чем в сцинтилляторе в форме шестиугольной призмы, тогда как для диффузионной поверхности число фотонов, собираемое в сцинтилляторе в форме шестиугольной призмы несколько выше, чем в сцинтилляторе в форме параллелепипеда.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 539 (2005) 172–176 - Scintillation counter with MRS APD light readout - A.Akindinova, G.Bondarenkob, V.Golovinc, E.Grigorievd, Yu.Grishuka, D.Mal'kevicha, A.Martemiyanova, M.Ryabinina, A.Smirmitskiya, K.Voloshina.
2. Scintillator/wls fiber detector with avalanche photodiode readout - S.Fan, G.Dubois-Felsmann, D.Hitlin, P.Kim, M.Lometti, D.Nelson, R.Schindler, J.Stelzer, W.Wisniewski (SLAC & Caltech).