

В.А. КАПЛИН, М.Ф. РУНЦО, Н.П. ТОПЧИЕВ¹, М.И. ФРАДКИН¹
Московский инженерно-физический институт (государственный университет)

¹*Физический институт Российской Академии Наук*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА МЕТОДА РЕГИСТРАЦИИ СОБЫТИЙ С “ОБРАТНЫМ ТОКОМ” ОТ КАЛОРИМЕТРА

При регистрации гамма-квантов большой энергии гамма-телескопом, в состав которого входит калориметр, возникает мягкое альбедное излучение от вещества калориметра, которое мешает работе системы отбора событий. Для гамма-телескопа ГАММА-400 разработана временная система регистрации событий с “обратным током” (ОТ). Проведена экспериментальная проверка метода в лабораторных условиях.

Гамма-телескоп ГАММА-400 для регистрации космического гамма-излучения в диапазоне 10 – 1000 ГэВ проектируется по классической схеме. Он состоит из антисовпадательного детектора (АС), предотвращающего срабатывание прибора от заряженных частиц, конвертора (К), преобразующего гамма-кванты в электрон-позитронную пару, координатного детектора (КД) для определения направления прилета гамма-квантов, электромагнитного калориметра (КМ) для измерения энергии гамма-квантов и время-пролетной системы (ВПС), для идентификации событий и запуска гамма-телескопа (совместно с АС).

При регистрации гамма-квантов высокой энергии (более 30-50 ГэВ) велика вероятность регистрации детектором АС альбедного излучения, возникающего в калориметре при прохождении электромагнитного ливня (так называемый “обратный ток”), при этом детектор АС вырабатывает сигнал блокировки, как при регистрации заряженной частицы. При энергии выше 100 ГэВ число таких событий приближается к 100%, т.е. прибор перестаёт регистрировать гамма-кванты в этом диапазоне энергии.

Для предотвращения блокировки гамма-телескопа альбедным излучением от калориметра разработан временной метод, основанный на измерении временного интервала между срабатыванием АС и любого детектора ВПС. При пролете заряженной частицы детектор АС срабатывает с некоторым опережением относительно детектора ВПС. При регистрации гамма-кванта вначале срабатывает детектор ВПС от электрон-позитронной пары, которая летит к калориметру, а альбедная частица из калориметра летит в обратном направлении к АС, т.е. в этом случае сигнал с АС задержан на время $t=2b/c$, где b – расстояние между АС и калориметром, c – скорость света. При $b=40$ см время $t \approx 2,7$ нс.

Из-за отсутствия в России ускорителей с пучками гамма-квантов и протонов столь высоких энергий была предложена схема эксперимента, позволяющего получить основные характеристики системы отбора событий в лабораторных условиях. Блок-схема установки представлена на рис.1. Основным критическим элементом, определяющим временные параметры в системе регистрации событий с ОТ является детектор АС, поскольку он должен обладать одновременно высокой эффективностью и хорошим временным разрешением. Поэтому в установке используется модуль детектора АС, состоящий из пластмассового сцинтиллятора размером 40х17х2 см, просматриваемого четырьмя фотоумножителями ФЭУ-143. Стартовый детектор (СД) обладающий высокими временными параметрами, изготовлен на основе фотоумножителя XP2020 и пластмассового сцинтиллятора размером 20х20х30 мм.

Детекторы располагались на расстоянии пролетной базы $L=40$ см. Осуществлялась одновременно регистрация мюонов вторичного космического излучения и гамма-квантов от ρ/α источника $Co-60$. Регистрация мюонов обоими детекторами моделирует пролет заряженных частиц. При распаде $Co-60$ вылетает одновременно два гамма-кванта, один регистрируется СД, а второй – АС. Разность времени срабатывания в этих случаях определяется пролетной базой и соответствует тому, что должно наблюдаться в гамма-телескопе. С помощью электронной системы для каждого события измеряется время между срабатыванием СД (старт) и АС. На рис. 2 представлены временные спектры: левый соответствует регистрации мюонов, правый – гамма-квантов. Как видно, данные события хорошо разделяются. Потери событий, обусловленные “обратным током”, не превысят 0,5 % от числа гамма-квантов высокой энергии.

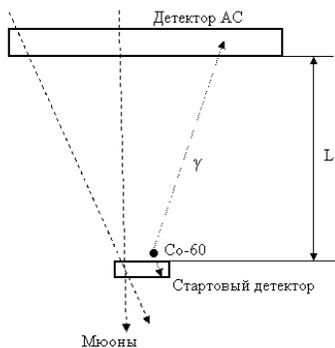


Рис.1

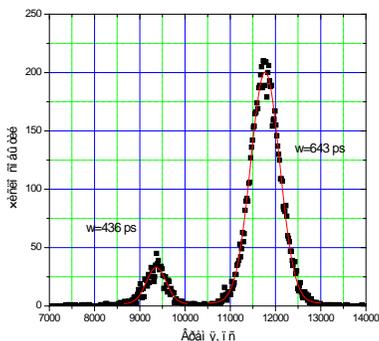


Рис.2