

Moscow Muon Multi-Directional Telescope на базе сцинтилляторов с оптоволоконной системой сбора света

Pushkov institute of terrestrial magnetism, ionosphere and radio wave propagation (IZMIRAN)
Troitsk, Moscow Region, 142190, Russia

PI: Victor Yanke

E-mail: yanke@izmiran.ru

Tel: +7(496) 751-0925

Fax: +7(496) 751-0124

Basic informations:

Geographic latitude	55.47° N
Geographic longitude	37.32° E
Altitude	200 m above sea level
Standard pressure, mbar [hPa]	1000
Vertical geomagnetic cutoff rigidity	2.43 GV
Detector type	8×1×2 counters CHM14 (Ø 0.15x1.3 m ³)
X×Y×H, m	1.2×1.3×0.6
Площадь детектора, m ²	1.5
In continuous operation since	
Time resolution	

Вариант детекторов 100×100 - Сцинтилляторов с оптоволоконной системой сбора света.

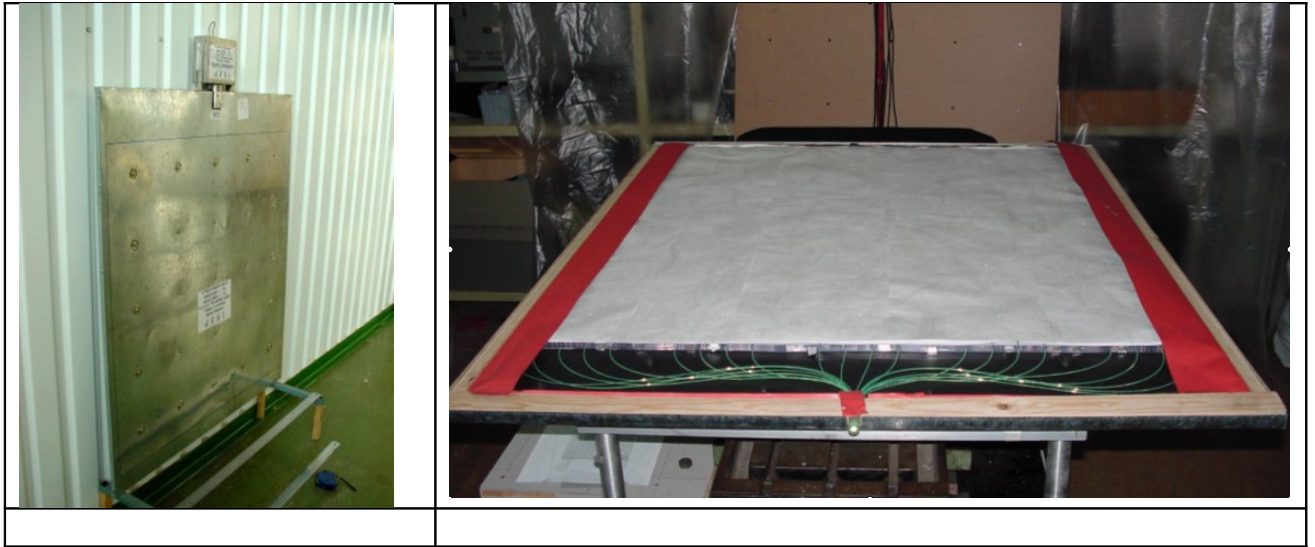
Применяется как базовый элемент сцинтилляционного мюонного телескопа. В каждом модуле интегрированы сцинтилляционный детектор и система сбора светового излучения, что обеспечивает почти 100% эффективность.

BASIC CHARACTERISTICS OF LARGE SCINTILLATION COUNTER (1 m²)

The main characteristics of the counter are the following:

1. Sensitive area of the scintillation counter is 1x1 m².
2. Total thickness of the scintillator (for incoming particles) is 10 mm.
3. Sensitive area of the scintillation counter consists of 2 layers of polystyrene scintillator plates. Each plate has 200x200 mm² size, 5 mm thickness and has 4 grooves (for WLS-fibers). Each layer consists of 5x5 =25 scintillator plates. The total number of scintillator plates in two layers is 25x2=50.
4. Our scintillator plates have the light output of about 60% of anthracene, the maximum light emission spectrum is about 420 nm and the decay time is about 2 ns.
5. Light from the scintillator plates is reemitted by wavelength shifting (WLS) fibers from the layers. We use 40 WLS-fibers of BCF-91A MC type of 1 mm in diameter. All fibers are glued in one bundle. The measured light attenuation length for the used fibers is about 330 cm.
6. The measured light output homogeneity along the counter sensitive area is about 15%.
7. We use a photomultiplier (PMT) of FEU-115M type having a green extended multialkali photocathode for readout.
8. We use Cockroft-Walton voltage multiplier having low-voltage external feeding of +/-18 V for PMT power supply.

9. Our test measurements have shown that the scintillation counter provides signals consisting of about 25 photoelectrons for each minimum ionizing particle.



Moscow-ST Muon Telescope (Experimental Hall)

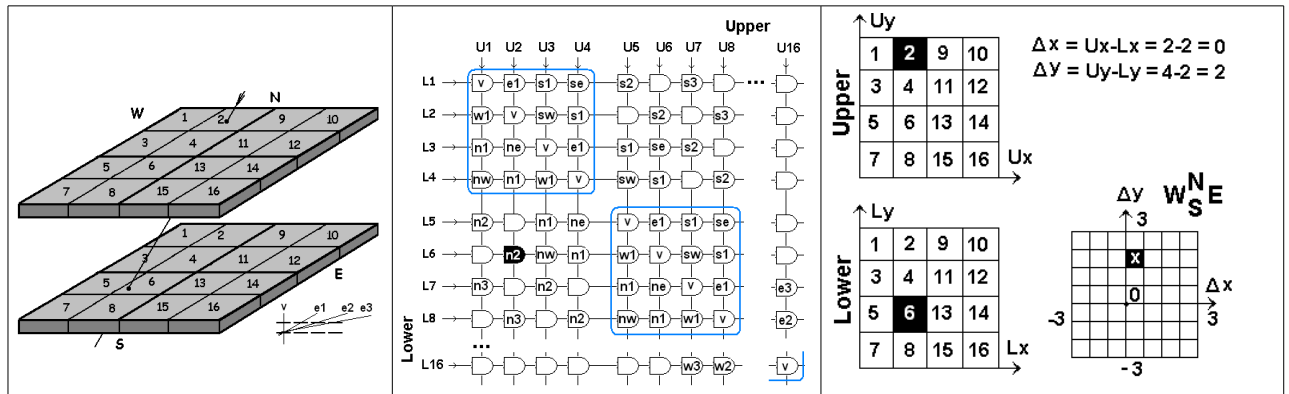


Рис. 1. Геометрия телескопа (левый), матрица совпадений (средний) и выделение всех независимых направлений регистрации (правый).

В верхней U и нижней L плоскости по $k_x = 4$ и $k_y = 4$ детекторов по каждой координате. Каждая плоскость содержит $k_x \times k_y$ детекторов, между которыми организовано $m = (k_x \times k_y)^2 = 256$ независимых двукратных совпадений. С помощью этих телескопов можно выделить $n = (2k_x - 1) \times (2k_y - 1) = 49$ независимых направления прихода частиц.

Вариант детекторов 50×50

Сцинтилляционный счетчик (рисунок 1) на основе полистирольного сцинтиллятора марки ИФВЭ_СЦ-301 общей толщиной 50 мм. Счетчик имеет чувствительную площадь $0.5 \times 0.5 = 0.25 \text{ м}^2$. Светосбор осуществляется с помощью 140-ка спектросмещающих волокон (используются волокна Y-11 или BCF-91a с двойной оболочкой диаметром 1 мм) на один фотоэлектромножитель ФЭУ-115М. В качестве источника питания для ФЭУ-115М используется умножитель напряжения Кокрофт-Валтона, преобразующий напряжение +/- 18В в высокое напряжение (до 2 кВ). Выходной сигнал с анода ФЭУ-115М усиливается ~50 раз встроенным усилителем.

Сцинтилляторы изготавливаются методом литья под давлением в виде пластин 120x100x5 мм с канавками под спектросмещающее волокно. Световыход сцинтиллятора СЦ-301 составляет около 60% от антрацена, максимум люминесценции находится около 420 нм и время высвечивания составляет около 2.3 нс. Чувствительный объем счетчика набирается из 10 слоев таких пластин. Число зарегистрированных фотоэлектронов при прохождении минимально ионизирующей частицы (МИР) составляет ~110 и эффективность регистрации счетчиком МИР составляет около 99%. Однородность светосбора по чувствительной области счетчика составляет +/-20%. Амплитудный спектр сигналов от МИР приведен на Рис.2 (верхний спектр – запуск от триггера, в режиме телескопа, нижний спектр – в режиме самозапуска). Предназначен для работы, как в лабораторных, так и в полевых условиях.



Рис.1

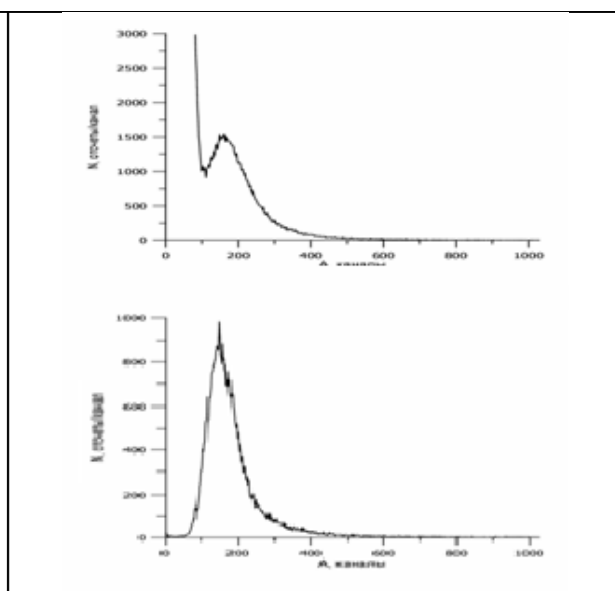


Рис.2

Технические характеристики «толстого» сцинтилляционного счетчика

1	Тип ФЭУ	- ФЭУ-115М
2	Блок высоковольтного питания	- встроенный, стабилизированный
3	Выходной сигнал (нагрузка 50 Ом): - аналоговый	- отрицательный, с амплитудами до 700 mV (уровень насыщения), длительность ~ 60 нс.
4	Динамический диапазон	10^6
5	Эффективность регистрации	~ 99 %
6	Напряжение питания ток потребления	+/- 18 В постоянного тока - не более 50 mA (+18 В); - не более 50 mA (-18 В)
7	Эксплуатационные характеристики: - конструктивное исполнение - температура; - влажность	Светозащитное, пыле-влагонепроницаемое; -20°C - +50°C; до 95%

Инструкция

По работе со сцинтилляционным счетчиком

В качестве источника высокого напряжения в сцинтилляционном счетчике с чувствительным объемом 50x50x5 см³ или 100x100x5 см³ используется умножитель напряжения Кокрофт-Валтона. Особенность этого умножителя состоит в том, что он преобразует низкое напряжение (± 18 В постоянного тока) в управляемое высокое напряжение (до 2 кВ). Существует два способа работы с данным умножителем.

Способ I.

1. С помощью двух коаксиальных кабелей от источника низкого напряжения подать +18В и -18В на соответствующие входы ("**+18V, Input**" и "**-18V, Input**") оптоэлектронного блока счетчика. Максимальный ток на каждом из этих входов до 50 mA.
2. Подать постоянное управляющее напряжение в диапазоне от 0 до +5 В на вход "**CONTROL, Input**" от дополнительного источника низкого питания или от цифро-аналогового преобразователя ЦАП. Высокое напряжение на фотоумножителе пропорционально управляющему напряжению. Максимальное высокое напряжение (около 2 кВ) соответствует управляющему напряжению +5В.
3. Измерить высокое напряжение на катоде фотоумножителя можно через выход "**MONITOR, Out**" с помощью вольтметра или аналого-цифрового преобразователя АЦП. Входное напряжение измерительного прибора должно быть не меньше 10 Мом.
4. Выходной сигнал с выхода "**SIGNAL. Output**" подается на АЦП по коаксиальному кабелю. Этот сигнал совместим со стандартом аналого-цифрового преобразователя АЦП Le Croy ADC 2249W. Диапазон выходного напряжения от 0 до -0.7 вольт. Передний фронт сигнала около 10 нсек, задний фронт около 50 нсек

Способ II.

1. Соединить выход "**REFERENCE.Out**" (+5) со входом "**CONTROL, Input**" коротким коаксиальным кабелем.
2. Управление высоким напряжением осуществляется изменением питающих напряжений (+18В и -18В). Важно, чтобы напряжения менялись **одновременно** в диапазоне от (+7В, -7В) до (+18В, -18В)
3. Величину высокого напряжения на катоде фотоумножителя можно измерить через выход "**MONITOR, Out**" способом, описанным выше.
4. Выходной сигнал с выхода "**SIGNAL. Output**" обрабатывается так же, как описано выше.