

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

**ФИЗИЧЕСКИЙ**  
 **ИНСТИТУТ**  
*имени*  
*П.Н. Лебедева*

**Ф И А Н**

ПРЕПРИНТ

В.А. БАСКОВ, Б.Б. ГОВОРКОВ, В.В. ПОЛЯНСКИЙ

**37**

**КАЛИБРОВКА СВИНЦОВО-  
СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО МОНИТОРА  
НА КОСМИЧЕСКОМ ИЗЛУЧЕНИИ**

МОСКВА 2006

# **КАЛИБРОВКА СВИНЦОВО-СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО МОНИТОРА НА КОСМИЧЕСКОМ ИЗЛУЧЕНИИ**

В.А. Басков, Б.Б. Говорков\*, В.В. Полянский

## **А Н Н О Т А Ц И Я**

Представлены результаты калибровки с помощью космического излучения монитора установки по исследованию дифференциальных сечений фоторождения нейтральных пионов на ядрах в околопороговой области энергий.

## **CALIBRETION OF THE LEAD-SINTILLATOR MONITOR WITH THE COSMIC RADIATION**

V.A. Baskov, B.B. Govorkov\*, V.V. Polianski

## **ABSTRACT**

Results of calibration with the cosmic radiation of the monitor of the set-up on research of differential cross sections of neutral pions photoproduction on nuclei in the region of energies near the threshold are presented.

\* - govorkov@x4u.lebedev.ru

На выведенном электронном пучке ускорителя ФИАН "ПАХРА"

созданы высокоинтенсивная система мечения фотонов с энергией частиц  $100 \div 500$  МэВ и интенсивностью  $10^6$  фотон/сек, а также экспериментальная установка, предназначенная для изучения процессов фоторождения нейтральных пионов вблизи порога на ядрах Be, C, Al и т. д. [1,2].

Экспериментальная установка, регистрирующая  $\pi^0$ -мезоны, состоит из двух одинаковых плеч (рис.1). Каждое плечо представляет набор детекторов, расположенных последовательно друг за другом вплотную на расстоянии 20 - 30 см от мишени. Отдельным элементом установки является монитор частиц.

Основным назначением монитора является контроль энергии и интенсивности пучка фотонов, взаимодействующих с экспериментальной мишенью. Работа монитора основана на регистрации электромагнитных ливней от фотонов, возникающих от распада  $\pi^0$ , которые в свою очередь рождаются от взаимодействия фотонов пучка с мишенью.

Сутью метода мониторинга является независимая регистрация частей ливня, развивающегося в продольном направлении в мониторе, и дальнейшее совпадение сигналов от этих частей в разных комбинациях. Это необходимо для выделения наиболее проникающей части ливня и определения электромагнитного фона в районе мишени. Для усиления эффекта в каждом счетчике монитора был поднят порог регистрации заряженных частиц ливня путем наращивания количества вещества перед каждым счетчиком.

Схема монитора представлена на рис. 2а. Монитор является электромагнитным спектрометром, состоящим из четырех независимых счетчиков, расположенных друг за другом в продольном направлении развития ливня. Регистрирующим элементом счетчика является сцинтиллятор размером  $60 \times 95 \times 10$  мм<sup>3</sup>. Пассивным элементом счетчика является поглотитель, расположенный перед сцинтиллятором. Поглотитель состоит из алюминиевого

фильтра и свинца. Толщина алюминиевого фильтра для всех счетчиков постоянна и равна 5 мм. Толщина пластин свинца для каждого счетчика подобрана так, чтобы амплитуда сигнала со всех счетчиков была примерно одинаковой:  $t_{M1} = 12$  мм,  $t_{M2} = 9$  мм,  $t_{M3} = 12$  мм,  $t_{M4} = 18$  мм [3]. Свет от сцинтиллятора через светосборник из оргстекла попадает на ФЭУ-85. Общая толщина монитора по пучку составляет 9,5 радиационные длины. Сцинтиллятор и светосборник каждого счетчика обернуты металлизированным майларом и дополнительно для исключения попадания света в счетчик вместе с ФЭУ обернуты черной бумагой.

Комбинации совпадений частей ливня могут быть как “жесткими” (начало и конец ливня, например,  $M_1 \times M_4$ ,  $M_1 \times M_3$ ,  $M_2 \times M_4$  или  $M_1 \times M_2 \times M_3 \times M_4$ ), так и “мягкими” (начало и центр ливня, например,  $M_1 \times M_2$  или  $M_2 \times M_3$ ). При работе монитора счет “жестких” совпадений показывает наличие частиц высоких энергий, при их отсутствии начинает работать “мягкий” триггер, показывающий наличие фоновых частиц.

Схема калибровки монитора с помощью космического излучения представлена на рис. 2б. Калибровкой являлось определение временных соотношений между сигналами, приходящими от каждого счетчика по соответствующим сигнальным кабелям и определение рабочих напряжений на фотоумножителях.

На первом этапе калибровки с помощью непосредственной подачи сигнала от генератора и дополнительно по отраженному сигналу были определены длины кабелей для дальнейшего более равномерного распределения и подключения их к ФЭУ с делителями. Это связано с тем, что напряжения на ФЭУ счетчиков разное, а время формирования сигналов с ФЭУ имеет зависимость от напряжения на делителе. Разброс во времени прихода

сигналов для разных ФЭУ-85 может достигать 3-5 нсек.

На втором этапе калибровки при напряжениях, выставленных в соответствии с паспортными данными, была определена кривая задержанных совпадений счетчиков  $M_1 \times M_2$ , определена её середина. В этом случае, сигналы со счетчиков монитора длительностью 60 нсек подавались на формирователи (пороги формирования 25 – 45 мВ) и далее через задержки на схему совпадений с временем 10 нсек. При фиксированных задержках в каналах  $M_1$  и  $M_2$ , соответствующих середине кривой задержанных совпадений, были определены зависимости счета  $M_1 \times M_2$  от напряжения на счетчиках  $M_1$  и  $M_2$ . Выбор рабочего напряжения определялся отступлением 20 ÷ 40 В от начала выхода зависимостей на плато. Повторно снималась кривая задержанных совпадений  $M_1 \times M_2$  и корректировалось положение её середины (рис. 3).

На третьем и четвертом этапах калибровки, соответственно, производились измерения счета совпадений счетчиков  $M_1 \times M_3$  и  $M_1 \times M_4$  по схеме второго этапа.

Окончательные счет совпадений разных комбинаций счетчиков следующий (1/сек):

$M_1 \times M_2$	$M_1 \times M_3$	$M_1 \times M_4$
0,216±0,033	0,100±0,023	0,055±0,017
$M_2 \times M_3$	$M_2 \times M_4$	$M_3 \times M_4$
0,100±0,023	0,050±0,016	0,139±0,028
$(M_1 \times M_2) \times (M_3 \times M_4)$	$(M_1 \times M_3) \times (M_2 \times M_4)$	$(M_1 \times M_4) \times (M_2 \times M_3)$
0,014±0,009	0,014±0,009	0,014±0,009

Рабочие напряжения на счетчиках монитора:

$U_{M1} = 1195$  В,  $U_{M2} = 1095$  В,  $U_{M3} = 1080$  В,  $U_{M4} = 1100$  В.

Таким образом, при калибровке монитора экспериментальной установки с использованием космического излучения были определены временные характеристики и выставлены рабочие напряжения на счетчиках монитора. Калибровка показала, что при усилении триггера, то есть увеличении рабочей области монитора, хорошо выделяется наиболее проникающая, более энергетическая часть излучения.

Работа поддержана грантом РФФИ: а-05-02-17345.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. В.А. Басков, Ю.А. Башмаков, А.В. Верди, Б.Б. Говорков, Л.А. Горбов, В.А. Карпов, В.В. Ким, В.В. Полянский “Моделирование энергетических характеристик системы мечения гамма-квантов ускорителя ПАХРА”,

Препринт ФИАН, № 12, Москва, 1997.

2. В.А. Басков, Б.Б. Говорков, В.А. Карпов, Ю.И. Крутов, В.В. Полянский  
“Изучение фоторождения  $\pi^0$ -мезонов на ядрах в области пороговых энергий  
и области энергий  $\Delta(1232)$ -бариона”, Препринт ФИАН, № 5, Москва, 2006.

3. В.А. Басков, А.В. Верди, Б.Б. Говорков, Л.А. Горбов, В.А. Карпов,  
В.В. Ким, В.В. Полянский “Калибровка космическими мюонами  
спектрометра-телескопа”, Препринт ФИАН, № 37, Москва, 1999.

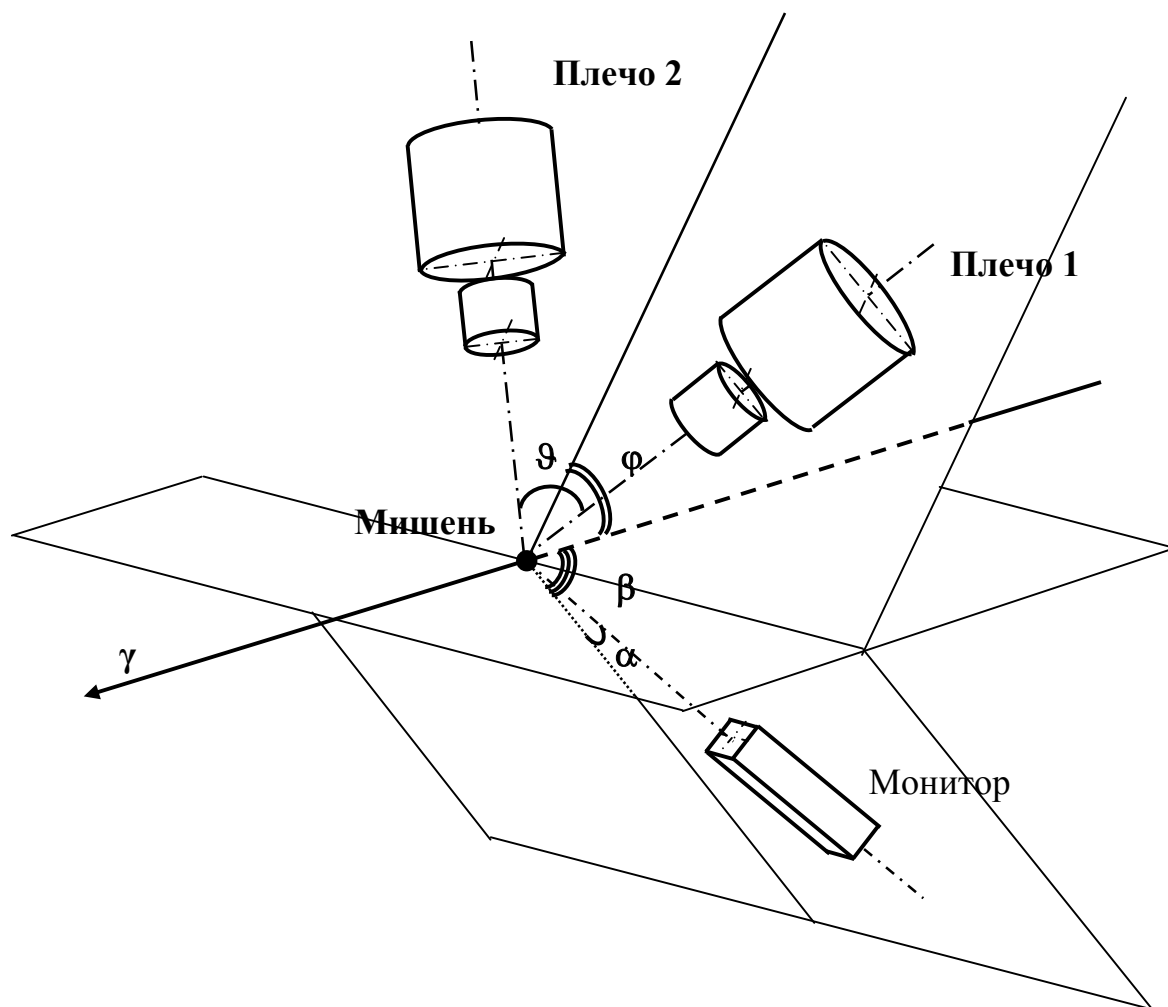
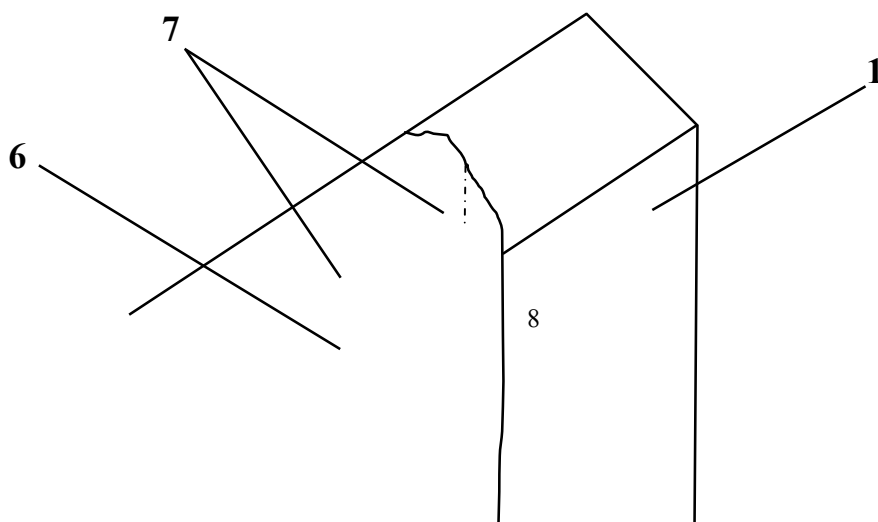
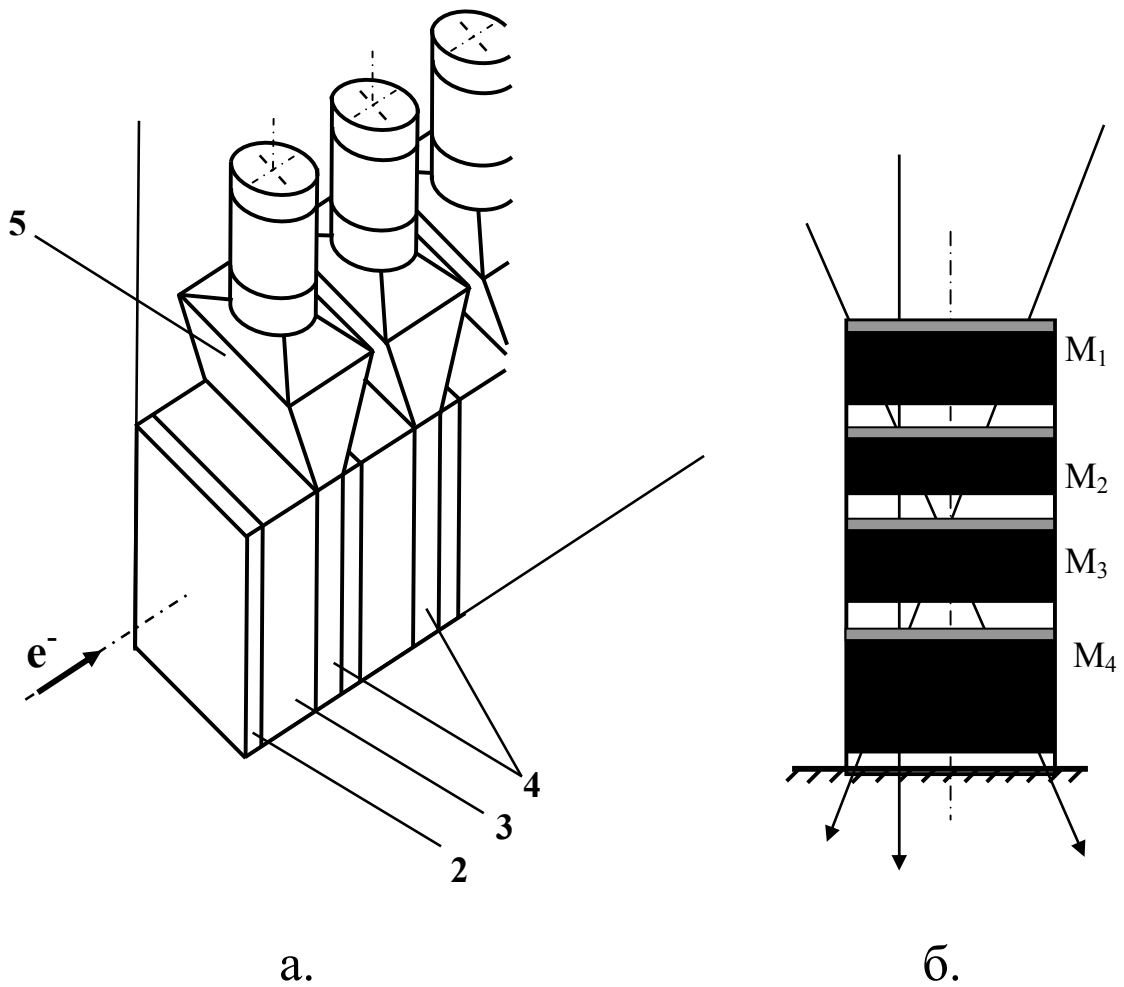


Рис. 1 Общая схема установки по изучению процессов фоторождения нейтральных пионов вблизи порога на ядрах различных элементов.







**Рис. 2** Монитор установки по исследованию дифференциальных зависимостей фоторождения нейтральных пионов на ядрах в околороговой области энергий:

а – конструкция монитора:

1 – корпус, 2 – алюминиевая фильтр, 3 – свинцовый поглотитель,

3 – сцинтилляторы, 4 – светосборник, 5 – ФЭУ-85, 6 – делитель;

б – схема калибровки монитора на космическом излучении.

**I, 1/сек**

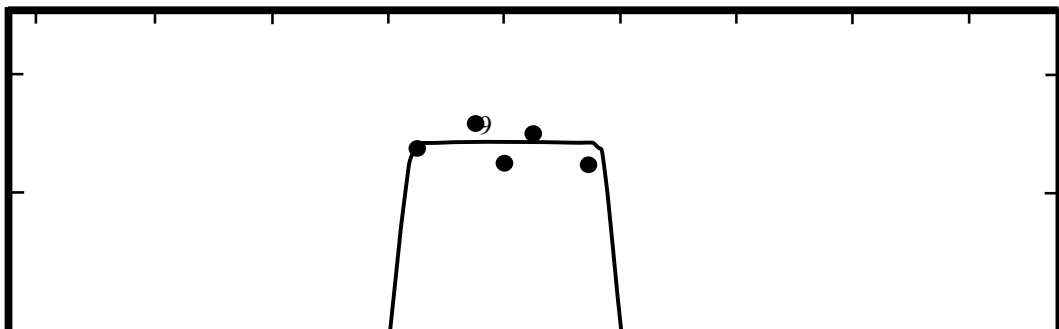




Рис. 3 Кривая задержанных совпадений каналов монитора  $M_1 \times M_2$ .  
 Напряжения на делителях:  $U_{M1} = 1195 \text{ В}$ ,  $U_{M2} = 1095 \text{ В}$