## New type of particle detectors for the Space Weather research.

## A.Chilingarian, G.Hovsepyan

Cosmic Ray Division, Alikhanyan Physics Institute, Armenia. Secondary muons with zenith angles  $\theta > 45^{\circ}$ , induced from primary with energy distribution that you see on right panel.



### **INSTALLATION DESIGN**



**30th International Cosmic Ray Conference** 



Figure 1: At the left: general view of the scintillation detector assembly; in the middle: the single molded polystyrene scintillation plate of the SC-301 type; at the right: placement of WLS fibers inside the polystyrene scintillator. Dimensions are measured in mm.

FEU115 type PMT Bipolar low voltage power  $\pm 18$  V . Reference Control 0 – 5 V for HV tuning. Preamplifier x50 . Output - 50 Ohm



The scintillation detectors and electronics modules ( DC to HV converter, preamplifier and PM ) are presented.

- Работы, проводимые в ОКЛ ЕрФИ в связи с началом нового - 24-ого цикла Солнечной активности не только затрагивали модернизацию электроники, системы контроля и анализа данных сети нейтронных мониторов действующих на высокогорных станциях в Нор-Амберде и Арагаце, но и включали работы по созданию новых детектирующих систем...
- В лаборатории ОКЛ ЕрФИ смонтирована новая установка нацеленная на мониторирование "горизонтальных" мюонов.
  - Мюоны образуются в
    атмосфере от первичных КЛ с
    энергиями большими чем
    порог геомагнитного
    обрезания (~7 GeV). Иными
    словами, мониторирование
    потока мюонов позволяет
    регистрировать
    высокоэнергичную компоненту
    при Солнечных событиях.

## Trigger system for "horizontal" muon selection and readout electronic .





Для исследований, первоначально, выбрана конфигурация установки, выделяющий поток "горизонтальных" мюонов. На Рис.1 приведена общая конфигурпция установки. Как видно, установка состоит из 10 слоев свинцового поглотителя, прослоеных сцинтилляционными детекторами. Размеры установки 1х1х1м3. Суммарная толщина поглотителя составляет 15см Pb. Сцинтилляционные детекторы выполнены на основе полистирола с добавками ртерфенила и РОРОР. Размеры пластика -1х1х0.01м3. Светосбор осуществляется посредством WSL fiber optic. Для еобразования световой вспышки в электрический сигнал использован ФЭУ-115М.

•

Конструкция установки позволяет выделять мюоный поток с зенитными углами от 450 до 900 с возможностью сужения углового раствора до 80-90 град. Для этого предусмотрен установленный на расстоянии 8м от установки детектор. Этот же детектор позволяет при необходимости выделять поток мюонов в одном направлении. Для исключения событий, иницированных широкими ливнями, в систему **VETO** включен детектор установленный горизонтально и перекрывающий все детекторы (см. Рис.2). Информация от каждого дтектора поступают на АDC для анализа через линии задержок, в которых учитывается задержки электронного тракта при выработке сигнала "Gate ADC".

- Выбранная конструкция установки известна в научной литераруре, как "Pair-Meter", основной особенностью которой является возможность измерения энергии мюона по мощности каскдных толчков, образованных при прохождении мюонов через поглотитель.
- В таблице 1 приведены оценки • энергии мюонов и ожидаемые интенсивности для разных значений энерговыделений в детекторах. Как видно из таблицы при пороге регистрации на канал, соответствующей одной частице (МІР) ожидается 4 соб/сек с энергиями ≥ 550 MeV. С увеличением порога до 15 MIP, энергии мюонов возрастают до 10 TeV, при резком уменьшении интенсивновстей.
- Интересующая нас область энергий мюонов (по ожидаемым интенсивностям) находится в области до 100GeV и измеряемые энерговыделения должны находится в довольно узкой области от 1 до 2-х MIP.
- Исходя из изложенного, для анализа энерговыделений в детекторах используется ADC2249(LeCroy), шаг дискретизации измеряемого импульса у которого около 1mV.
- На Рис. 2 приведена блок-схема электороники установки для выделения потока "горизрнтальных" мюонов. Система триггера установки выполнена с использованием NIM стандарт логики. ADC2249 предполагает использование крейт-CAMAC, сопряженного с PC/IBM.

- Стабильность работы сцинтилляционных детекторов была исследована пред сборкой установки. Установленные горизонтально детекторы (см. фото1) в течении длительного времени мониторировальсь вертикальным потоком космических частиц. Высоковольтное напряжения на ФЭУ были выставлены так, чтобы моды распределений совпадали и соответствовали ~20mV. На Рис. 3 представлены распределения энерговыделений в детекторах от вертикальных мюонов.
- Данные получены при экпозиции детекторов около 10 мин. Для статистической обеспечености каждой из точек распределений, коды ADC сгруппированы по три.



- По полученным данным определялись моды распределений. По изменениям мод в течении длительного времени делались выводы о стабильности работы детекторов.
- По совокупности данных за сутки, среднеквадратичное отклонение мод детекторов составляет 2%.
   Погрешность оценки энергии мюона при этом составит 30%.







Energy deposit distribution in ADC's units for each of the scintillation detectors. Variances of the modes of distributions not worse than 2%.



Count rate of the trigger of the installation for a week. Daily dependences by a minute data are presented. Each color accorded a day



**Count rate of registered events during two weeks.** A minutes data are presents. Average count rate equal to : - 333.2=-18.9 (5.7%) for 1 min.

	Таблица 1.
С 18 по 24 ИЮЛЯ	С 05 по 11 АВГУСТА
337.3 ±18.3	334.2±18.8
334.1±17.8	332.8±18.5
333.0±18.8	333.0±17.8
332.2±19.8	333.8±18.7
333.3±19.1	332.3±17.9
333.1±18.2	332.8±20.6
331.9±19.1	332.3±18.2





Two weeks data for 5 minute. Average count rate equal to : 1664.2+- 41.1 (2.5%).



# Expected intensities of muons and energy deposit realise in 1 cm detector

					Table 1	
Eμ				Iμ(1/ <b>s m²</b> )	Energy	
					deposit(scin)	
•	$\geq$	550	MeV	4	1.9 MeV	
•	$\geq$	5.02	GeV	3	2.4 MeV	
•	$\geq$	50	GeV	0.6	2.7 MeV	
•	$\geq$	500	GeV	0.03	4.2 MeV	
•	$\geq$	1.0	TeV	4•10-3	5.6 MeV	
•	$\geq$	2.0	TeV	7•10-4	8.2 MeV	
•	$\geq$	5.0	TeV	1•10-4	17 MeV	
•	$\geq$	10	TeV	2•10-5	30 MeV	

Observed spectra by energy realize in installation. Two week data are presented. The coincidence is indicate on the installation stability. For interval from 3 to 10

m.i.p. spectral index is equal to -2.76 .



- Average count rate equal to : -333.2=-18.9 (5.5%) for 1 min , and
- 1661.2+- 41.1 (2.5%) for 5 min intervals, accordingly

- На Фото 2 показана установка действующая с лаборатории ОКЛ ЕрФИ.
- По экспериментальным данным, измеряемый поток "горизонтальных" мюонов с порогом регистрации, установленном на уровне 0.4MeV, составляет 5.4 соб./сек. При подобной загрузке установки, становится возможным запись

на носитель каждого события.

- Рекорд данных, содержащих информацию о каждом событии, включающее:
- время в формате -мм-дд-ччмин-сек.
- порядковый номер события
- десять значений кодов ADC от каждого детектора,
- за сутки мониторирования составит информацию в размере 45 МБ
- Установка работала с триггером (см. Рис.2,) при отсутствие сигнала совпедения от удаленного детектора.

• На Рисунке

представлена

скорость чсета

установки для

мюонов с

энергиями >450

МэВ, с зенитными

углами 450-900.

Данные

представлены для

1мин., так и 5 мин.

интервалов

измерений.



- Средняя скорость счета при этом равна: - 344.2=-18.9 (5.5%) для 1 мин и
- 1721.2+- 43.1 (2.5%) для 5
   мин, соответственно.
- Как видно из Рис, за время 30 часов непрерывной работы, суточного хода скрости счета не наблюдается.

#### • ВЫВОДЫ

- В ОКЛ ЕрФИ запущена установка для исследования мюонов с энергиями >450 МэВ и с зенитными углами 450 -900.
- конструкция установки позволяет оценить энергию мюона по мощности каскдных толчков, образованных при прохождении мюонов через поглотитель.
- измеряемый поток составляет 5.4 соб./сек.
- По совокупности данных за сутки, среднеквадратичное отклонение мод детекторов составляет 2%. Погрешность оценки энергии мюона при этом составит 30%.
- При 5 мин. интервалах измерений скорость счета составляет 1721.2+- 43.1 (2.5%), что соответствует данным Нейтронных мониторов.
- Суточного хода скрости счета не наблюдается.

### CONCLUSIONS

- In CRD YerPhI designed and run installation for investigation of horizontal muons at energies E> 450 MeV and zenith angles between 45° - 90°.
- Count rate is 5.4 s<sup>-1</sup>. Expected intensity is 4.0 1/(s m<sup>2</sup>)
- Daily variation of mode of energy deposit distributions for the detectors are 2%.
- Count rate for 5 min intervals is 1721.2+- 43.1 (2.5%)
- Daily variation of count rate not seen as for 1 min. as well as for 5 min. intervals
- Spectral index for energy realise in installation's detector is equal to -2.76.