

Mephi Muon Hodoscope (TEMP)

Россия, Москва, Каширское шоссе, 31 почтовый индекс: 115409 МИФИ,
Экспериментальный Комплекс НЕВОД,
лаборатория "Мюонный годоскоп-томограф ТЕМП"
<http://nevod.mephi.ru/>

PI: Borog V.V.
E-mail: borog@mail.ru
Tel: 8(495) 323-9257
Fax: 8(495) 324-8780

Hodoscope - instrument that traces the path of a charged particle

Сцинтилляционный мюонный годоскоп ТЕМП (телескоп мюонный поворотный) (Borog, 1995) расположен в Москве (МИФИ). Эта установка состоит из двух пар ортогональных слоев, разнесенных на 100 см с общей площадью $3 \times 3 \text{ м}^2$. Каждый слой содержит 128 детекторов сечением $2.5 \times 1.0 \text{ см}^2$ и длиной 300 см. Для запуска системы регистрации используется триггер от совпадений 4 плоскостей, который запоминает состояние выходных сигналов всех детекторов. Половина апертурного угла (угловое разрешение) 2° . Скорость счета всего телескопа 32000 имп/мин.

Годоскоп представляет собой четыре слоя узких длинных сцинтилляционных счетчиков, сгруппированных в две пары координатных плоскостей, разнесенных друг над другом на расстояния 1 м. Счетчики в каждой паре соседних плоскостей развернуты под прямым углом и образуют (X,Y)-координатную сетку. Отдельные плоскости содержат по 128 счетчиков. Рабочая площадь установки равна 9 м^2 . Прохождение мюона через все плоскости дает возможность восстановить углы с точностью 1-2 градуса. Эффективность регистрации годоскопа составляет в любой точке плоскости счетчиков не менее 99%. [12]

Экспериментальные данные установки представляют собой непрерывные массивы одноминутных измерений интенсивности мюонов. Они сохраняются в памяти ЭВМ в виде матриц $[255 \times 255]$ различных пространственных направлений и обусловленных диапазоном изменения разности номеров сработавших счетчиков в одноименных (верхних и нижних) плоскостях детекторов ΔX , ΔY . Получаются ячейки матриц (i,k) с разрешением 1-2 градуса (рис.6):

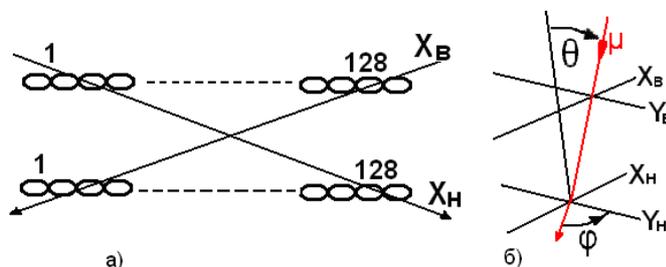


Рис.6. Схематическое расположение счетчиков в годоскопе ТЕМП;
а) одноименные плоскости (верхняя и нижняя) определяющие координату X (или координату Y);
б) регистрация мюона при прохождении четырех плоскостей счетчиков.

Зенитный и азимутальный углы (θ , φ) вычисляются с учетом значений ΔX , ΔY по следующим формулам:

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{\sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}}{Z} \quad (1)$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\Delta X}{\Delta Y} \quad (2)$$

где Z - расстояние между плоскостями в масштабе ширины счетчиков.

Значения (ΔX , ΔY) соответствуют ячейке матрицы, из которой в последствии формируется временной ряд. Схема его формирования приведены на рис.7.

Поток интенсивности мюонов представляет собой "острый" купол с максимумом по вертикали (рис.7) за счет сильной зависимости потока мюонов от зенитного угла.

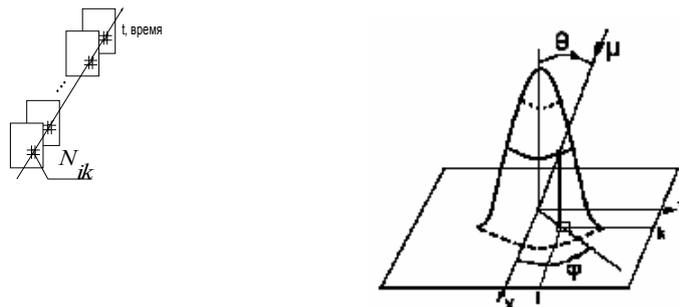


Рис.7. Слева приведена схема построения временного ряда по ячейкам матрицы, а справа схематическое изображение потока интенсивности мюонов.

Купол интенсивности при обработке данных преобразуется в нормированную матрицу с помощью формулы:

$$n_{ik} = \frac{N_{ik}(t) - \langle N_{ik} \rangle}{\sigma_{ik}} \quad (3)$$

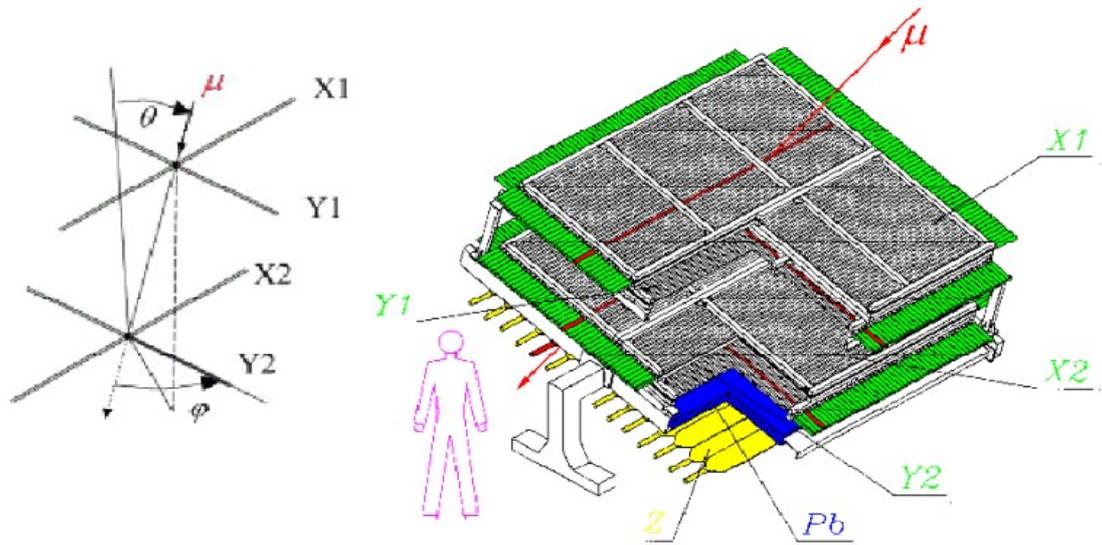
где $\langle N_{ik}(t) \rangle$ - среднее значение числа мюонов в ячейке (i, k), усредненное за большой период времени; σ_{ik} – среднеквадратичное отклонение для данного ряда $N_{ik}(t)$. После нормализации интенсивность во всех ячейках выравнивается, а каждая ячейка – это отдельное направление в гелиосфере, включая солнечное $N_{ik}(t)$ [13].

Так как на краях матрицы (большие зенитные углы) событий мало, то для дальнейшей обработки выделяется только центральная часть матрицы [64×64], в которой содержится 4096 дифференциальных значений интенсивности. Во время продолжительного многосуточного эксперимента последовательность матриц формируется непрерывно за 1-минутные интервалы времени.

Basic informations. 0 mwe

Geographic latitude	55.47° N
Geographic longitude	37.32° E
Altitude	173 m above sea level
Standard pressure, mbar [hPa]	1000
Vertical geomagnetic cutoff rigidity	2.43 GV
Detector type	128×128×4 plastic scintillate detectors (unit 0.024×3.0×0.01 m ³)
X×Y×H, m	3.0×3.0×1.5

Площадь детектора, м ²	
In continuous operation since	1995
Time resolution	1 min



В верхней U и нижней L плоскости по $k_x=128$ и $k_y=128$ детекторов по каждой координате, пересечение которых дает $k_x \times k_y = 16384$ элементарных детекторов. Между элементарными детекторами организовано $m=(k_x \times k_y)^2 = 268435456$ независимых двукратных совпадений. С помощью этих телескопов можно выделить $n=(2k_x-1) \times (2k_y-1) = 65025$ независимых направления прихода частиц.

TEMP

Telescope Name	Directional Telescope	Number of sub-telescopes	Count (imp/sec)	Count error (%/hour)	P_m (GV)	β (%/hPa)	Viewing Lat °N lon °E
0vv							
1nn							
1ss							
1ee							
1ww							
2ne							
2nw							
2se							
2sw							
3nn							
3ss							
3ee							
3ww							
U carpet	2π						
L carpet	2π						

