

АТМОСФЕРНЫЕ  
ВАРИАЦИИ  
ИНТЕНСИВНОСТИ  
МЮОНОВ  
ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ  
ЗЕНИТНЫХ УГЛОВ  
РЕГИСТРАЦИИ

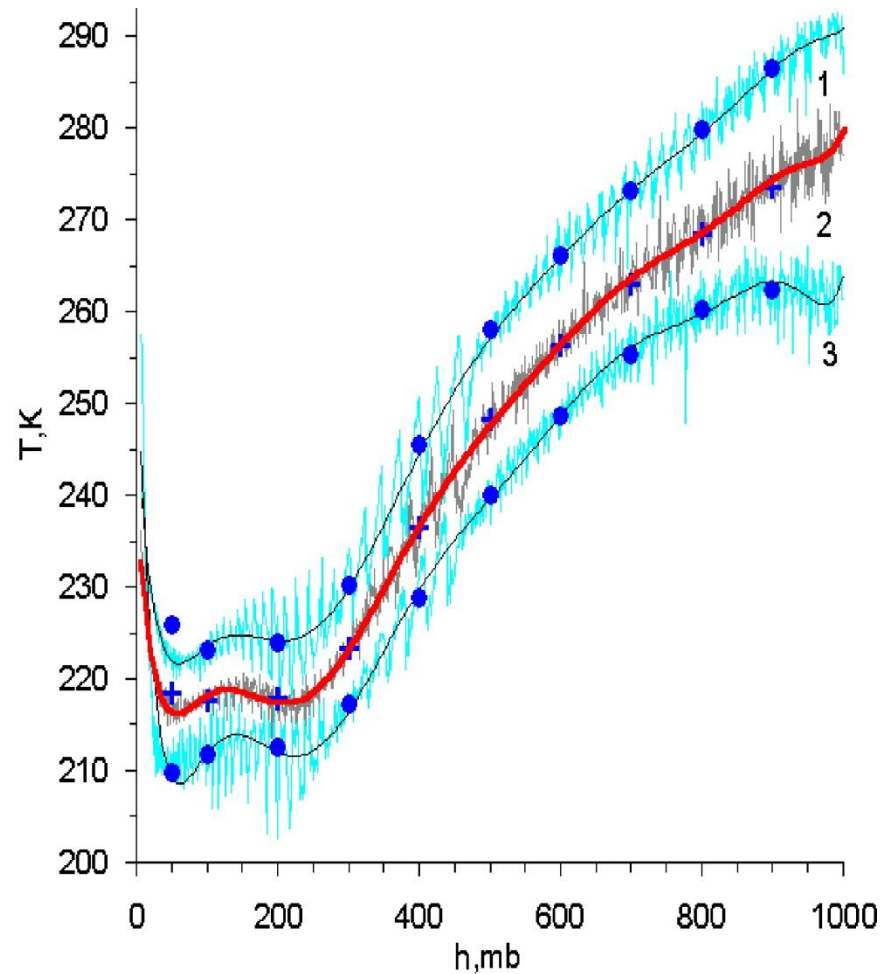
. Рассчитанные значения плотности температурных коэффициентов приводятся в (Дорман, 1957; 1972) и (Кузьмин, 1964) для наземных мюонных телескопов с экранами, имеющими порог регистрации  $\Delta\varepsilon \leq 0,4$  ГэВ, и для системы подземных мюонных телескопов с  $\Delta\varepsilon \geq 1,6$  ГэВ. Мюонный телескоп в Новосибирске имеет экран 0,54 ГэВ (для вертикального потока мюонов), для которого метеорологические коэффициенты интенсивности мюонов неизвестны.



- Для оценки атмосферных эффектов интенсивности мюонов под различными зенитными углами на фоне возможных первичных вариаций использованы результаты синхронной регистрации интенсивности космических лучей с помощью нейтронного монитора и системы мезонных телескопов с большой эффективной площадью сбора частиц



- Средние (в дальнейшем, опорные) значения температуры в середине каждого слоя атмосферы на стандартных изобарических поверхностях: 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100 и 50мб были определены из распределения температуры атмосферы по высоте над Новосибирском, полученного по аэрологическим данным за период с января 2004г по июнь 2005г.



- 1-лето; 2-весна, осень; 3-зима

Уравнения регрессии использованы в виде

- $$\delta I_{o,\mu}(\theta) = \alpha_0(\theta) \cdot (h_0 - 950) \cdot T_0 + \alpha_T(\theta) \cdot \Delta T_{cm} + \beta(\theta) \cdot \Delta h_0 + \gamma(\theta) \cdot \delta I_n \quad (1)$$

- Здесь  $\alpha_0(\theta), \alpha_T(\theta), \beta(\theta), \gamma(\theta)$  - коэффициенты регрессии,  $T_0$  и  $h_0$  - температура и давление атмосферы на уровне наблюдений космических лучей,  $\Delta T_{cm}$  и  $\Delta h_0$  - изменения среднемассовой температуры и давления атмосферы,

- $\delta I_{o,\mu}(\theta) = \frac{\Delta I_{o,\mu}}{I_{o,\mu}}(\theta)$  - вариации интенсивности общей и мюонной компонент,

$\delta I_n = \frac{\Delta I_n}{I_n}$  - вариации интенсивности нейтронной компоненты космических лучей, исправленные на барометрический эффект. Изменения среднемассовой

температуры  $\Delta T_{cm} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \Delta t_i$ , где  $\Delta t_i$  - изменения температуры в

слое  $i$  атмосферы.

Таблица 1. Метеорологические коэффициенты интенсивности мюонов под различными углами к зениту.

Канал	О.И.	0	30	40	50	60	67	71
$\alpha_0(\theta)$ , 10-2 %/ОС	-0,035 $\pm 0,002$	-0,033 $\pm 0,004$	-0,024 $\pm 0,003$	-0,023 $\pm 0,003$	-0,017 $\pm 0,004$	-0,024 $\pm 0,005$	-0,038 $\pm 0,009$	-0,194 $\pm 0,05$
$\alpha_T(\theta)$ %/ОС	-0,247 $\pm 0,007$	-0,371 $\pm 0,009$	-0,380 $\pm 0,009$	-0,383 $\pm 0,008$	-0,381 $\pm 0,011$	-0,388 $\pm 0,015$	-0,39 $\pm 0,026$	-0,401 $\pm 0,066$
$\beta(\theta)$ , %/мб	-0,219 $\pm 0,005$	-0,218 $\pm 0,006$	-0,181 $\pm 0,005$	-0,173 $\pm 0,005$	-0,201 $\pm 0,007$	-0,227 $\pm 0,009$	-0,39 $\pm 0,015$	-0,39 $\pm 0,038$
$\gamma(\theta)$	0,389 $\pm 0,017$	0,475 $\pm 0,023$	0,279 $\pm 0,023$	0,227 $\pm 0,022$	0,153 $\pm 0,024$	0,1 $\pm 0,04$	0,01	
$r_{кор}$	0,993	0,991	0,994	0,981	0,938	0,932	0,816	0,711

Вариации, обусловленные только изменениями температуры атмосферы,

$$\delta I_T(h_0, \theta) = \sum_{i=1}^N W_T(h, \theta) \Delta h_i \Delta T_i, \quad (2)$$

где  $W_T(h_i, \theta)$  - плотность температурного коэффициента согласно определению,  $\Delta h_i$  - толщина слоя  $i$  атмосферы, а  $\Delta T_i$  - изменения температуры слоя. Было показано, что

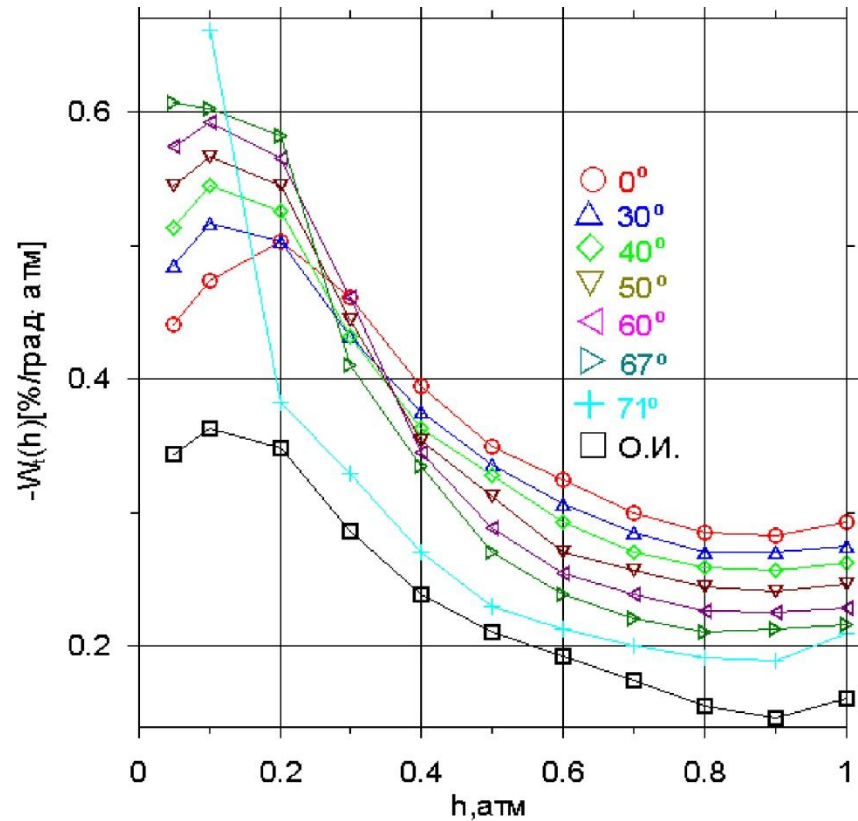
$$\delta I(h_0, \theta) = \sum_{i=1}^N k_i(\theta) \Delta T_i \approx \alpha_T(\theta) \Delta T_{cm} \quad (3)$$

где  $k_i(\theta) = W_T(h, \theta) \cdot \Delta h_i \Delta T_{cm}$  - изменения средневзвешенной по массе температуры атмосферы,  $\Delta h_i = 0,1 \text{ атм}$

Решение уравнений регрессии (3), учитывая, что

$$\sum_{i=1}^N k_i(\theta) \approx \alpha_T(\theta)$$

следующее распределение плотностей температурных коэффициентов

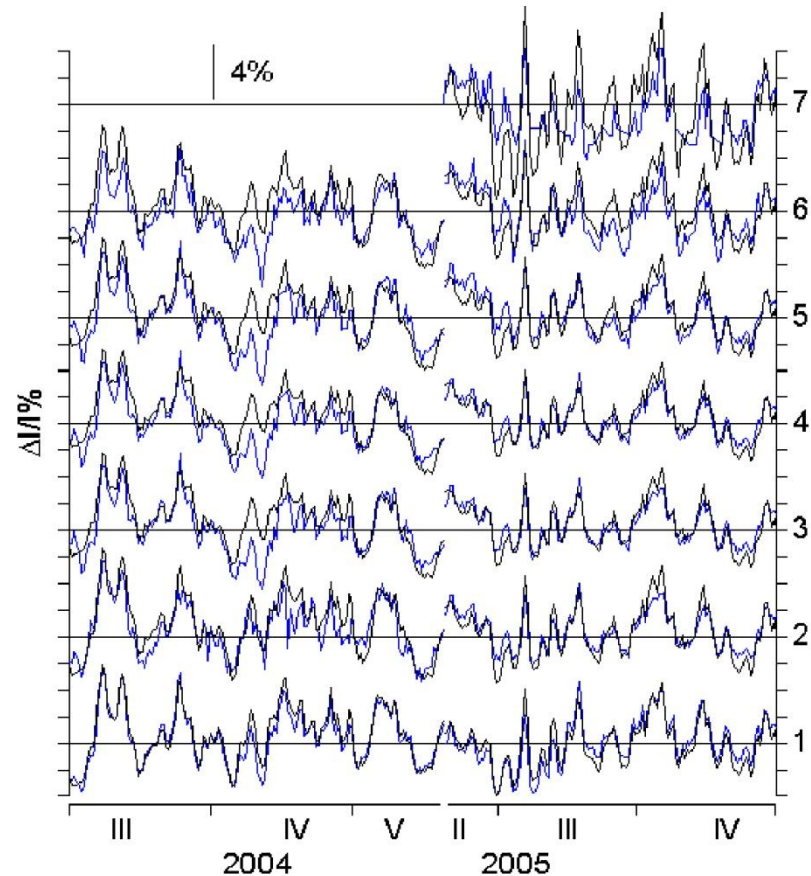




Используя найденные метеорологические коэффициенты интенсивности

$$\alpha_o(\theta), \beta(\theta), \gamma(\theta), k_i(\theta)$$

данные о изменениях приземной температуры, давления, температуры различных слоев атмосферы и данные нейтронного монитора, найдены ожидаемые вариации интенсивности мюонов под различными зенитными углами. Результаты расчета сопоставлены с наблюдаемыми вариациями интенсивности.



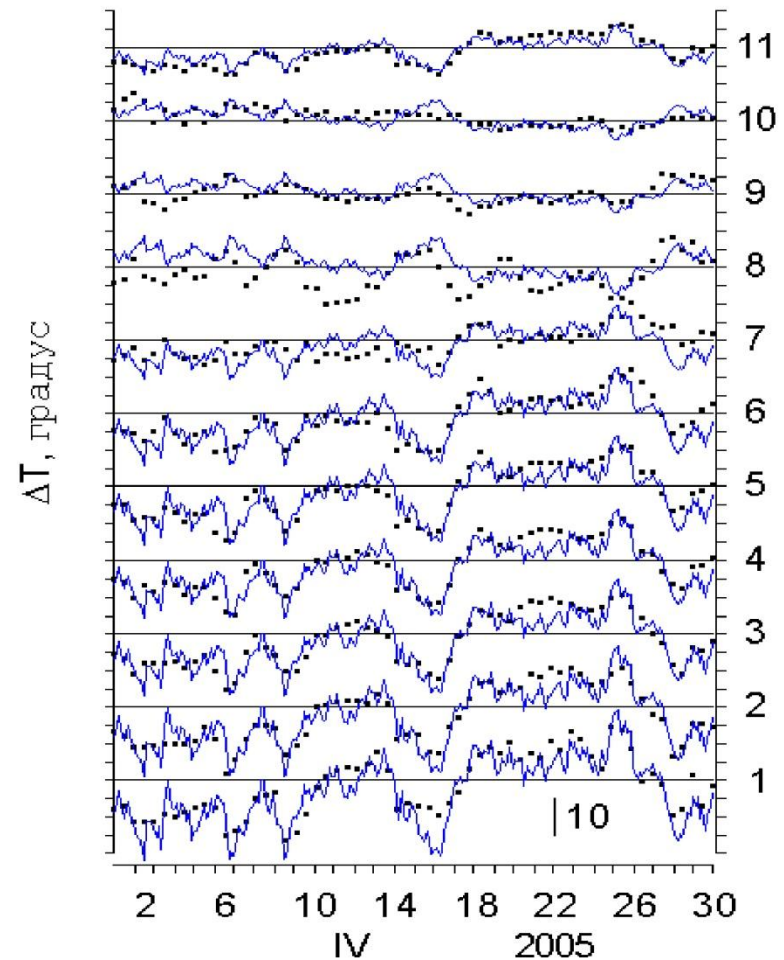
Кривые 1-7 для углов к зениту 0, 30, 40, 50, 60, 67, 71 соответственно.



- Изменения температуры различных слоев атмосферы 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 50мб (кривые 1-10 соответственно) и среднемассовой Температуры (кривая 11), найденные по данным о вариациях интенсивности КЛ решением системы уравнений

$$\delta I_T(h_0, \theta) = \sum_{i=1}^N W_T(h, \theta) \Delta h_i \Delta T_i \quad ,$$

представлены сплошными линиями, а результаты прямых измерений - точками.



- Степень согласия полученных результатов зависит не только (и не столько) от статистической точности регистрации интенсивности мюонов, сколько от точности и надежности привлекаемых аэрологических данных, при использовании которых приходится очень часто прибегать к интерполяции высотного хода температуры на различных участках.
- Сказывается и выбранный вид аппроксимации высотного хода температуры, особенно в области 200мб.
- Многоканальная регистрация интенсивности мюонов под различными углами к зениту позволяет при исследовании модуляционных эффектов КЛ учитывать вариации атмосферного происхождения без привлечения данных аэрологического зондирования.
- Полученные результаты дают возможность проводить диагностику температурного режима атмосферы по данным о вариациях интенсивности КЛ.



- СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

- Если в процессе диагностики температурного режима атмосферы число каналов регистрации мюонов под различными зенитными углами меньше числа изобар, можно выражение (3) представить как

$$\delta I(h_0, \theta) \approx k_1(\theta)[\Delta T_1 + \Delta T_2 + \Delta T_3] + \sum_{i=4}^N k_{i \geq 4}(\theta) \Delta T_{i \geq 4}$$

- так как  $k_1(\theta) \approx k_2(\theta) \approx k_3(\theta)$
- Изменения температуры  $\Delta T_i$  также можно найти как

$$\Delta T_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \delta I_{T,k}(\theta) / R_k(\theta), \quad (4)$$

- где  $\delta I_{T,k}(\theta)$  - температурная составляющая вариации интенсивности мюонов
- под различными углами к зениту,  $R_k(\theta)$  коэффициенты регрессии для пар
- значений  $\delta I_{T,k}(\theta)$  и  $\Delta T_i$  слоя  $i$  атмосферы,  $n$  - число каналов
- регистрации мюонов под зенитными углами  $\theta$ . Результаты, полученные с
- помощью (4) полностью согласуются с результатами, приведенными на рис.2.