

Научные задачи.

<http://www.springerlink.com/content/k3726917w1415872/fulltext.pdf>

much slower shock, can provide advance warning of a disturbance approaching the earth. Second, they have large mean free paths of the pitch-angle scattering. This is important because precursory signatures of an approaching disturbance are wiped out by the scattering after the particles traveled beyond a mean free path. Third, the Larmor radii of these particles in the IMF are larger than the size of the Earth's magnetosphere, but smaller than the typical scale size of disturbances. The typical energy of cosmic rays measured by a muon detector is 50 GeV, which corresponds to a Larmor radius of ≈ 0.2 AU. This is significant because it implies that the kinetic anisotropy and gradient mainly reflect the structure of the disturbance of this scale. In March 2001, a prototype muon detector was installed at São Martinho da Serra (29°26'24"S, 53°48'38"W, 500 m above sea level) in the main building of the SSO of the National Institute for Space Research (INPE), Brazil. It has been operating since then in order to get basic information on the performance of the full-scale network with a planned large muon detector in Brazil.

Сейчас можно утверждать, что исследования, экспериментально базирующиеся на данных сети мюонных телескопов, вступили в новую фазу (Duldig, 2000; Munakata, 2000; Munakata, 2001). Мюонные телескопы обладают двумя очевидными преимуществами перед нейтронными мониторами. Во-первых, они регистрируют частицы более высоких энергий с большими гирорадиусами, и поэтому могут раньше нейтронных мониторов почувствовать приближающееся возмущение. Во-вторых, уже один мюонный телескоп может дать информацию об анизотропии космических лучей. Пока данные мюонных телескопов используются незаслуженно редко, но можно предсказать, что с ростом интереса к космической погоде возрастет интерес и к данным мюонных телескопов. Сейчас имеются планы, частично даже уже реализованные (Munakata, 2001), для более эффективного их использования для диагностики и прогнозирования электромагнитного состояния межпланетной среды.

Регистрация мюонной компоненты космических лучей на уровне земли обладает и определенными преимуществами перед нейтронной компонентой – это примерно в 10 раз большая интенсивность и возможность более точного восстановления направления их распространения, регистрируя с помощью мюонных телескопов. Кроме того, у мюонов на уровне земли более слабая зависимость от зенитного угла, чем у нейтронов, а, следовательно, более широкий диапазон возможных направлений регистрации частиц – вплоть до горизонтальных направлений. По сравнению с вертикальным направлением под углом интенсивность уменьшается: для мюонов в 4 раза, для нуклонов более чем в 100

раз. Из-за разной проникающей способности еще одно следствие. Если при переходе от уровня моря к уровню гор поток нуклонов увеличивается на два порядка, то поток мюонов увеличивается всего в несколько раз. Отсюда следует, что для мюонной компоненты, в отличие от нуклонной компоненты, нет большого выигрыша при переходе к измерениям на уровне гор.

Можно выделить круг научных задач, решение которых частично или полностью базируется на экспериментальных данных отдельных телескопов или сети мюонных телескопов. Это:

- 1) Изучение модуляции потока космических лучей ударными волнами в межпланетной среде.
- 2) Исследование особенностей анизотропии и градиентов КЛ с энергией 1 - 200 ГэВ в минимумах солнечной активности с целью разработки методов дистанционной диагностики межпланетной среды по данным наземных наблюдений КЛ.
- 3) Поиск предвестников.
- 4)
- 5) Короткопериодические вариации атмосферного происхождения.
- 6) Изучения связи “атмосферные электрические процессы - космические лучи” по данным глобальной общей компоненты (регистрация в геометрии), жесткой и мягкой компонент космического излучения.

Литература

Elliot H., Dolbear D. Directional measurements os the diurnal variation of cosmic ray intensity. Proc. Phys. Soc., 63, № 362A, p. 137, (1950).

Bothe W., Kolhorster W., Das Wesen der Hohenstrahlung, Ztschr. Phys., Bd. 56,s. 751-777,1929.

Kolhorster W. Phys Zs., **42**, 55, 1941.

Alfven H., Malmfors K. Ark. Mat. Astr. Fys, **29A**, No 24, 1943

Malmfors K., Ark. Astr. Fys., **32A**, N8, 1948; Malmfors K., Tellus, **1**, 1949;

Elliot H., Proc. Phys. Soc., **A92**, 369, 1949.

Бленару Д. Азимутальный телескоп на пропорциональных счетчиках для подземной регистрации космических лучей, Сб. “Космические лучи”, М., Наука, No 10, 30-32, 1969.

Рекомендация группы по космическим лучам Специального комитета по МГГ от 15 сентября 1956 г.

Блох Я.Л. Стандартный кубический телескоп, Сб. “Космические лучи”, М., Наука, No 3, 80-104, 1961.

Иноземцева О.И., Капитонов Ю.А. Азимутальный телескоп для исследования вариаций космических лучей в зависимости от прихода первичного излучения, Сб. “Космические лучи”, М., Наука, No 3, 105-121, 1961.

Блох Я.Л., Бленару Д., Дмитриев А.Б., Е.А., Леонов В.Х., Мавлобахшев И. Большие пропорциональные счетчики для исследования вариаций космических лучей, Сб. “Космические лучи”, М., Наука, No 10, 36-38, 1969а.

Блох Я.Л., Бленару Д., Дорман Л.И., Леонов В.Х. Пятиканальный азимутальный подземный телескоп космических лучей на пропорциональных счетчиках, Сб. “Космические лучи”, М., Наука, No 11, 166-169, 1969б.

Блох Я.Л., Дмитриев А.Б., Ерошенко Е.А., Леонов В.Х., Француз Э.Т. Об использовании счетчиков в пропорциональном режиме для регистрации мюонной компоненты космических лучей, Сб. “Космические лучи”, М., Наука, No 14, 128-131, 1974.

Француз Э.Т. Телескоп для исследования вариаций космических лучей высоких энергий на пропорциональных газоразрядных счетчиках, Сб. “Космические лучи”, М., Наука, No 14, 157-161, 1974.

Француз Э.Т. “Исследование больших пропорциональных счетчиков и применение их в мюонных супертелескопах для регистрации космических лучей под Землей на глубинах до 100 м.в.э.”, Автореферат канд. диссертации, М., НИИЯФ МГУ, 1971, 16 с.

Янчуковский В.Л. “Регистрация направленной интенсивности космических лучей”, Препринт N 20, Институт геологии и геофизики СО АН, Новосибирск, 24 с., 1986.

Янчуковский В.Л. “Температурная зависимость больших пропорциональных счетчиков для регистрации космических лучей”, Препринт N 13, Институт геологии и геофизики СО АН, Новосибирск, 11 с., 1990.

Янчуковский В.Л. “Большие пропорциональные счетчики для регистрации космических лучей”, Гемагнетизм и аэрономия, **34**, No 2, 151-154, 1994.

Янчуковский В.Л., Борисов В.Л., Красавин В.В., Чирков Н.П. “Комплексная установка для регистрации космических лучей в области энергий”, Препринт N 7, ЯФ СО АН СССР, Якутск, 1976.

Либин И.Я., Бакатанов В.Н., Блох Я.Л., Воеводский А.В., Дадыкин В.Л., Дорман Л.И. “Сцинтилляционный супертелескоп”, Сб. “Космические лучи”, М., Наука, No 15, 137-140, 1975.

Калашникова В.И., Козодаев М.С., “Детекторы элементарных частиц”, М, Наука, 1966.

Ohashi Y., Okada A., Aoki T., Mitsui K., Kojimoto K., Fujimoto K. "New narrow angle muon telescope at Mt. Noricura", Proc. 25th ICRC, Durban, South Africa, 1, 441-444, 1997.

Рехин Е.И., Чернов П.С., Басиладзе С.Г., "Метод совпадений" М., Атомиздат, 1979.

Nagashima K., Fuji Z., Sakakibara S., Fujimoto K., Ueno H. Report of cosmic ray research laboratory, N3, Nagoya, 1978.

Nagashima K., Fujimoto K., Sakakibara S., Morishita I., Tatsuoka, Local-time-dependent precursory-shock decrease and post-shock increase of cosmic rays, produced respectively by their imfcollimated outward and inward flows across the shock responsible for Forbush decrease, Planet. Space Sci., **40**, 1109-1137, 1992.

Nagashima K., Fujimoto K., Morishita I., Interplanetary magnetic field collimated cosmic ray flow across magnetic shock from inside of Forbush decrease, observed as local-time-dependent precursory decrease on the ground, JGR, **99**, 21, 419-21,427,1994.

Борог В.В., Буринский А.Ю., Дронов В.В. "Мюонный годоскоп для исследования солнечно-земных связей", Изв АН, сер. физ, **59**, N 4, 191-194, 1995.

Borog V., Burinskij A., Gvozdev A., Dronov V., Petrukhin A. "Large aperture muon hodoscope for studies in solar-terrestrial physics", Proc. 24th ICRC, Rome, **4**, 1291-1295, 1995.

Yasue S., Munakata K., Kato C., Kuwabara T., Akahane S., Koyama M., Fujii Z., Evenson P., Bieber J., "Design of a Recording System for a Muon Telescope Using FPGA and VHDL", Proc. 28th ICRC, Japan, **6**, 3461-3464, 2003.

Ito N. Proc. 25th ICRC, Durban, ?, - , 1997. HE 6.1.9

Kawakami S., Fujimoto K., Gupta S.K., Hayashi Y., Ito N., Jain A., Kojima H., Mohanty D.K., Nonaka T., Noto S., Ravindran K.C., Ssatomi K., Sivaprasad K., Tanaka H., Toyofuku T., Viswanathan K., Yoshikoshi T. The first outcome on the 3-D feature of Forbush decrease events from large muon telescope of GRAPES III at Ooty, ”, Proc. 27th ICRC, Hamburg, **2**, 3473-3476, 2001.

Kawakami S., Aikawa Y., Ikeda N., Gupta S.K., Hayashi Y., Ito N., Jain A., Kojima H., Mohanty D.K., Sasaki K., Sasano M., Sivaprasad K., Sreekantan B.V., Tanaka H., Tonwar S.C. Observation of cosmic ray modulation and possible detection of the solar flares with GRAPES III muon telescopes at Ooty, ”, Proc. 26th ICRC, Salk like Syty, **7**, 171-174, 1999.

Duldig M. 2000, Muon Observations, Space Science Reviews **93**, 207-226, 2000.

Munakata K., Bieber J., Yasue S., Kato C., Koyama M., Akahane S., Fujimoto K., Fujii Z., Humble J. and Duldig M. Precursors of Geomagnetic Storms Observed by Muon Detector Network, Preprint of Bartol Reseach Institute BA-00-11; J.of Geophys. Res., in press., 2000,

Munakata K., Bieber J., Yasue S., Kato C., Fujii Z., Fujimoto K., Humble J. and Duldig M., Trivedi N., Gonzales W., Tsurutani B., Schuch N. A prototype muon detector network covering a full runge of cosmic ray pitch angles, Proc. 27th ICRC, 2001, **9**, 3494-3497.

Fujimoto K., Inoue A., Murakami K., Nagashima K. “Coupling Coefficients of Cosmic Ray Daily Variations for Meson Telescopes”, Report of cosmic ray research laboratory, N9, Nagoya, 1984.