

## АНАЛИЗ СОБЫТИЙ 28 – 29.10.2003 ПРИБОРАМИ ASEC, ACE и GOES

А.А. Чилингарян, В.Х. Бабаян, Н.Х. Бостанджян, Н.Геворгян, В.Еганов, Г.Г.Карапетян.

Ереванский Физический институт, ул. Братьев Алиханян 2, Ереван 36, Армения

Проведен анализ октябрьских событий 2003 г. Сопоставляя временные профили солнечной вспышки (СВ) – 28.10.2003 года, зарегистрированной приборами Арагацкого центра солнечно – земных связей - (ASEC), с протонными детекторами спутника GOES 11, показана возможность предсказания солнечной радиационной опасности за 45 минут до наступления критического повышения интенсивности солнечных ионов на околоземной орбите. Приведены параметры Форбуш-понижения (Фп), зарегистрированного приборами ASEC 29.10.2003 года и показана возможность предсказания магнитных бурь.

### 1 Введение

До последних времен, исследование вариаций галактических космических лучей (ГКЛ) проводилось главным образом с целью понимания природы явлений, вызывающих эти вариации. С появлением возможности представления данных вариаций ГКЛ, получаемых от детекторов мировой сети в реальном времени возникла возможность предсказания радиационной и геомагнитной опасности [1, 2]. В этом отношении особое место в мировой сети детекторов, измеряющих вариации ГКЛ занимает комплекс приборов ASEC [3], где проводятся одновременные измерения интенсивности различных компонент космического излучения.

#### 1.1. Событие 28.10.2003.

28.10.2003 произошла СВ, координаты которой были S16E08. Во время этой СВ спутник GOES12 регистрировал рентгеновскую вспышку класса X17 с началом в 10:25 UT, спутник RHESSI зарегистрировал возрастание счета фотонов с энергиями 12-25 кэВ с началом в 10:29 UT, а GOES11 зарегистрировал возрастание счета протонов в диапазоне энергий (0.8 – 700) МэВ. Все приборы ASEC, за исключением детектора мю-мезонов с порогом > 5 ГэВ и канала солнечного нейтронного телескопа (SNT) с порогом 4, зарегистрировали возрастание скорости счета КЛ, результаты которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

Тип прибора	Высота над ур.м.	Пороги в Мэв	Значимость (5мин)	Величина Фп в % (5 мин)
Нор-Амберд НМ	2000	>150	5.6	20 ± 0.45
Арагац НМ	3200	>150	3	20 ± 0.7
SNT Порог 1	3200	>130	3	16 ± 0.3
SNT Порог 2	3200	>240	2.7	18 ± 0.86
SNT Порог 3	3200	>420	1.6	18 ± 0.6
SNT Порог 4	3200	>700	-	17 ± 0.6
Детекторы «е и μ»	3200	>10	1.2	15 ± 0.6
Детектор «μ»	3200	>5000	-	6 ± 0.5

Числа, приведенные в колонке 4 таблицы 1, показывают число стандартных отклонений содержащихся в пике СВ, зарегистрированных на различных приборах ASEC. Из рисунка 1, где приведен временной профиль ГКЛ, зарегистрированный на нейтронном мониторе (НМ) станции Арагац видно, что начиная с 11:25 UT происходит быстрый рост интенсивности. Максимальный счет достигается через 15 минут в 11:40 UT, в то время как поток солнечных протонов с энергиями (40 – 80) МэВ, начинает

возрастать в 11:40 UT (спутнике GOES11, см. рис.1) и достигает интенсивности больше  $0.5 \text{ частиц/см}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{стер}$ , представляющей опасность для электроники спутников, после 12:25 UT, т. е. через 45 минут после начала возрастания, а своего максимальной интенсивности достигает в 17:00 UT, т.е. через 5 часов после начала возрастания и этот уровень счета длится более 10 часов. Таким образом, мы видим, что высокоэнергичные солнечные частицы от СВ, регистрируются на наземных мониторах значительно раньше, чем протоны с энергиями (40 – 80) Мэв, что хорошо видно на рис.1.

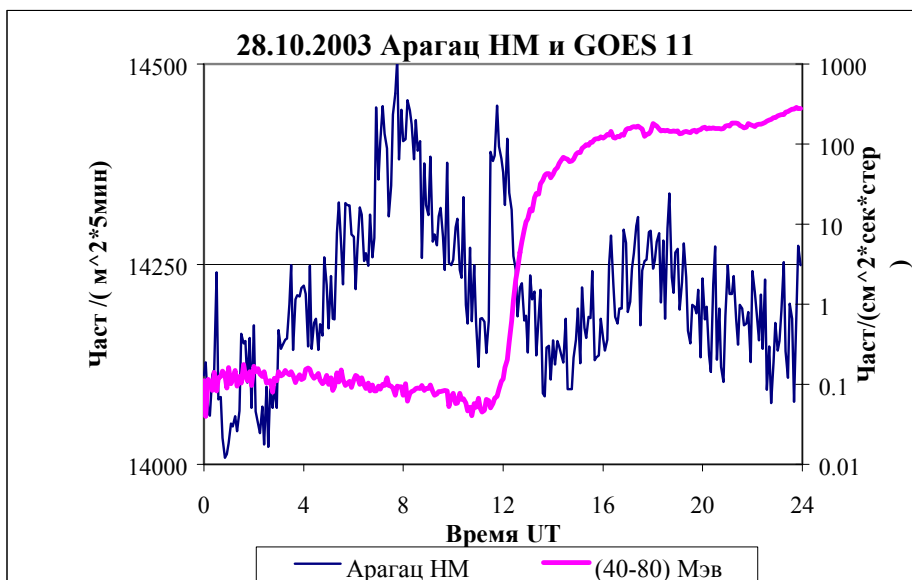


Рис. 1

Коэффициенты корреляции между скоростями счета, полученными на установках ASEC в интервалах времен (00:00 –02:20) UT до СВ и во время СВ - (11:25 –11:45) UT, показывают, что до СВ коэффициенты корреляций между данными различных детекторов ASEC очень маленькие, в то время, как во время СВ коэффициенты корреляции достигают значений.

Таким образом, анализ данной СВ показывает, что высокоэнергичные солнечные частицы, регистрируемые наземными приборами достигают своего пика на несколько часов раньше, чем солнечные частицы с энергиями  $> 50 \text{ Мэв}$ , в то же время коэффициенты корреляции между детекторами ASEC на фазе роста солнечных частиц в отличие от коэффициентов корреляций от фона весьма значимые. Следовательно, одновременное наблюдение быстрого и непрерывного роста скорости счета КЛ на различных детекторах ASEC, а также одновременное наблюдение коэффициентов корреляций между различными детекторами ASEC, во время роста КЛ, дает возможность для предсказания радиационной опасности.

## 1.2 Анализ события 29.10.2003

Во время СВ 28.10.2003 года, наряду с испусканием электромагнитного излучения и протонов, имел место также выброс по направлению к коронального транзientа или coronal mass ejections (CMEs) [4]. Скорость передвижения намагниченного облака и ударной волны по нашим оценкам равнялась  $2100 \text{ км/с}$ . Скорость передвижения CME, мы вычислили, потому что детектор, измеряющий скорость солнечного ветра на спутнике ACE в течении этого времени вышел из строя – пример влияния радиационной бури на электронику приборов. Детектор на спутнике

SOHO не эффективен к скоростям больше 1000 км/с. Приблизительно через 20 часов ударная волна, опережающая магнитное облако достигла орбиты Земли и в результате взаимодействия с магнитосферой Земли 29.10.2003 года в 6:10 UT произошла очень сильная магнитная буря с  $K_p = 9$ . Одновременно с бурей наблюдалось и огромное для средних широт (жесткость геомагнитного обрезания 7.6 ГВ) Фп - 20% в нейтронной компоненте. Все приборы ASEC зарегистрировали это Фп. Параметры Фп для различных компонент космических лучей, зарегистрированных приборами ASEC приведены в таблице 1, где во 2 -й и 3 -й строке, приведены данные нейтронных мониторов (18 – NM - 64) - Нор-Амберда и Арагаца, с (4 – 7) строки, приведены данные солнечного нейтронного телескопа – (SNT) [5] для каналов, детектирующих частицы с энергиями от  $>100$  до  $>700$  Мэв. 7-я строка - детекторы электронов и  $\mu$ -мезонов с энергиями  $>10$  Мэв, на последней строке – данные детектора  $\mu$ -мезонов с порогом  $>5$  Гэв. Из таблицы видно, что наибольшее понижение – 20% показывает НМ Арагаца, а наименьшее понижение показывает детектор мю-мезонной компоненты с порогом  $>5$  Гэв – 6%..

На рис.2 приведены временные профили Фп, зарегистрированные на детекторах ASEC откуда видно, что за 2 часа до начала Фп наблюдается рост скорости счета ГКЛ, приблизительно на 2%. Наблюдаемый рост, может быть объяснен [6] объясняется отражением ГКЛ при встречном столкновении с фронтом ударной волны, в котором магнитное поле достигает напряженности (30 – 50) нТ. Для данного события магнитометр спутника ACE/MAG показывал напряженность магнитного поля ударной волны почти - 60 нТ.

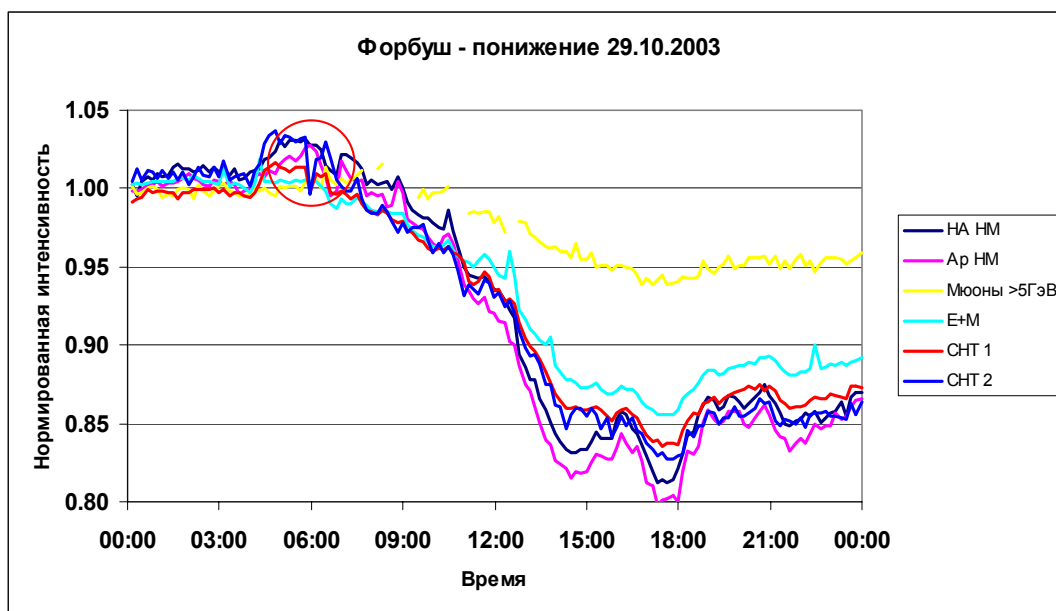


Рис. 2

Как видно из рис. 2, возрастание скорости счета КЛ перед ФП сильно отличается от характера возрастания, наблюдаемого при СВ – здесь максимум достигается по истечении 2 часов, в то время как для СВ 28.10.03 максимальное значение скорости счета солнечных протонов достигался в течении 15 минут. Другой важный факт: если детекторы  $\mu$ -мезонов с порогом  $>5$  Гэв, регистрируют рост КЛ перед Фп для данного события, то во время событий 07.09.2002 и 20.11.2003, где возрастания скорости счета были обусловлены магнитосферными эффектами повышения скорости счета не наблюдались, из – за высокого порога регистрации.

Таким образом, можно констатировать, что одновременное наблюдение постепенного и непрерывного возрастания скорости счета КЛ перед Фп на нескольких наших установках, регистрирующих различные компоненты КЛ, совместно с значими коэффициентами корреляцией между разными компонентами, дает возможность предсказания магнитной бури.

Конечно, на этом пути существуют большие трудности и для преодоления их требуются всестороннее изучение отклика различных компонент КЛ на изменения межпланетных условий, вследствие деятельности Солнца.

В заключении, выражаем благодарность группам GOES, RHESSI и ACE/MAG, а также группе ММ ст. Мошири за свободный доступ к информации в интернете, а также сотрудникам лаборатории космической физики станции Арагац. Работа была выполнена при финансовой поддержке фонда ISTC, проект A1058, INTAS, проект IA-2000-01.

### **Список литературы**

1. Dorman, L. I. et al. // Proc. 23<sup>rd</sup> ICRC. Calgary. 1993. V.3. P.699
2. Chilingarian, A.A. et al. // Adv. Space Res. 2003.V.31. № 4. P. 861.
3. Chilingarian, A.A. et al. // J. Phys.G: Nucl. Part. Phys. 2003.V.29 P.939
4. Gosling, J.T. et al. // J. Geophys. Res. 1974. V.79. P. 4581
5. Tsuchiya, H. et al. // Proc. 27 ICRC. Hamburg. 2001. V.8. P.3040.
6. Дорман, Л. И. // Изв. РАН. Сер. Физ. 1970. Т.34. № 11.С.2367