

SPECTRA OF SOLAR COSMIC RAYS IN EVENTS OF APRIL 24, JULY 9 AND 17, 1985 ON THE BASIS OF DATA FROM "PROGNOZ-10-INTERCOSMOS"

M. Dvořáková, S. Fischer
Astronomical Institute of the Czechoslovak Academy of Sciences
120 23 Praha 2, Budečská 6, Czechoslovakia

V. N. Lutsenko
Space Research Institute
Profsoyuznaya 84/32, 117 810 Moscow, GSP-7, USSR

K. Kudela
Institute of Experimental Physics of the Slovak Academy of Sciences
040 01 Košice, Solovjevova 47, Czechoslovakia

ABSTRACT. Using data obtained by the satellite "Prognoz-10-Intercosmos" near the minimum of the solar activity cycle during 1985 spectra of solar cosmic rays from three flares were investigated. For the strong event of April 24 the proton spectrum /measured by two instruments/ and α -particles spectra were determined, for two weak events of 9.7. and 17.7. only proton spectra are given.

СПЕКТРЫ СОЛНЕЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ ОТ ВСПЫШЕК 24.4., 9.7. И 17.7.1985 г. ПО ИЗМЕРЕНИЯМ ИСЗ "ПРОГНОЗ-10-ИНТЕРКОСМОС". На основании измерений энергичных частиц, проведенных на спутнике "Прогноз-10-Интеркосмос" в период близкий минимуму солнечной активности в 1985 г., исследованы спектры солнечных космических лучей от вспышек имевших место за период работы спутника. Для заключительной фазы возрастания интенсивности частиц от мощной вспышки 24.04. приводятся спектры протонов /по данным двух приборов/ и α -частиц, для слабых вспышек 9.07. и 17.07. получены данные по спектрам протонов.

SPEKTRA SLUNEČNÍHO KOSMICKÉHO ZÁŘENÍ ERUPCÍ 24.4., 9.7. A 17.7.1985 ZMĚŘE-

NÁ DRUŽICÍ "PROGNOZ-10-INTERKOSMOS". Na základě měření energetických nabitých částic provedených družicí "Prognoz-10-Interkosmos" v období slunečního minima v roce 1985 jsou určena spektra slunečního kosmického záření emitovaného ve třech erupcích. Pro nejmohutnější erupci 24.4. bylo určeno spektrum protonů /měřené 2 přístroji/ a spektrum α -částic, pro dvě slabé erupce 9.7. a 17.7. pouze spektra protonů.

26. apríla 1985 g. byl v SSSR zapušen v rámci projektu Interkosmos spútník "Prognoz-10-Interkosmos", prednaznačený pre komplexné issledovanie tonkoj struktury udarných voln v besstolknovitel'noj kosmickéj plazme i prodolženija programmy predydušich spútnikov serii Prognoz po izučeniju solnečnoj aktivnosti i ee vlijaniju na procesy v mežplanetnoj srede i v magnitosfere. Načal'nye parametry orbity byli sledujušie: vysota apogeya 200320 km, vysota perigeja 421 km, naklon orbity k ekvatoru 65° , period obrašenia 5785,12 min. Posle zapuska byla orbita napravlena na večernjuju storonu magnitosfery i vsledstvie dvizhenija Zemli po orbite vokrug Solнца smesčalas' k napravleniju na Solнце /ijul'-avgust/ i dalje k utrennej storone. Spútník takim obrazcom bolšuju čast' vremeni našodil'sja za predelami magnitosfery.

Na borte spútníka "Prognoz-10-Interkosmos" našodil'sja kompleks priborov ŽČNUV dja registracii energetickéj zaryžennych častíc. Odnoj iz zadač etogo kompleksa bylo issledovanie solnečnych kosmickéj lúčej v širokom diapazone energij i takže ih sosaava. V našodjašej rabote privodjatsja danye priborov TP-3 i ĐOK-1, polučennye posle solnečnych vspyšek 24 apríla, 9 i 17 ijulja 1985 g.

Pribor ĐOK sosaostjal iz trech par poluprovodnikovych bar'jernych detektorov, kotorye pasivno ožlaždal'sja do temperatury porjodka -60°C , čo pozvoljalo ponižiz' energetickéj porog registracii do 10 - 20 kėv. Dja razdelenija protonov i elektronov v každyj pare detektorov stojal pred odnim iz nih magnitnyj fil'ťr. Geometričeskij faktor každyj iz sistem detektor-kollimator byl $1,02 \cdot 10^{-2} \text{cm}^2 \text{ster}$.

Detektorная часть прибора TP-3 predstavljala soboj teleskop iz 4 proletnyh Si-detektorov, ožružennych scintiljacionnyj detektorom. Etoj pribor, ispol'zujušij $\Delta E - E$ metod dja opredelenija sorta časticy, pozvoljal registrirovat' jadra s atomnym čislom Z v predelax ot 1 do 26 i v diapazone energij $1 \div 20 \text{MeV/nuclon}$.

Podrobnoe opisaenie priborov i vsego proekta dano v /1/.

Rabota spútníka "Prognoz-10-Interkosmos" prošodila v period glubokogo minimuma v konce 21. cikla solnečnoj aktivnosti, kogda vspyški na Solнце, soprovodjaščiesja uskoreniem energičnyh častíc, byli redkimi i slabymi. Za vremja raboty spútníka, kotoryj zakončil izmeraenija 11 nojabnja 1985 g., byli zaregistrovany vsego 3 sobytija s emissiej solnečnych kosmickéj lúčej, soglasno /2/.

Za dva dnja do zapuska spútníka, 24 apríla 1985 g. v 8.50 UT proizošla na Solнце v točke s koordinatami N 06, E 27 mošnja vspyška balda 3B. Maksimum rentgenovskogo izlučenia našodl'sja v 9.22 UT, vspyška v rentgene zakončilas' v 10.55 UT. Posle maksimuma rentgenovskogo izlučenia bylo ryadom stancij po

радиоизлучению в метровом диапазоне зарегистрировано извержение массы из Солнца. В максимуме вспышки спутник GOES 6 зарегистрировал поток энергии мягких рентгеновских лучей $/1 - 8\text{Å}/$ равный $1,9 \cdot 10^{-1}$ эрг/см²сек. Начало возрастания интенсивности протонов с энергией более 10 МэВ было на спутнике зарегистрировано в 14:30 UT 25 апреля, причем максимального значения 160 частиц/стер.см² достигла интенсивность около 6 часов UT 26 апреля. Магнитная буря с внезапным началом была зарегистрирована в 17 часов 25 апреля.

Наши измерения начались в 19.15 часов московского времени 26 апреля/ первое включение приборов после запуска спутника/ и продолжались до 8.50 часов московского времени 27 апреля. В это время спутник находился на расстоянии от 16,3 до 26,3 R_E от Земли, т.е. измерения получены в межпланетном пространстве. Таким образом наши полученные измерения относятся к периоду спада интенсивности, когда ядра с $Z \geq 3$ уже практически исчезли и определить элементный состав ускоренных солнечных космических лучей было невозможно. /Всего было зарегистрировано 14 ядер, из этого было 12 ядер кислорода и 2 углерода/. Энергетический спектр протонов за указанный период проведен на рис. 1а. Следует отметить широкий диапазон энергий от 20 кэВ до 20 МэВ /3 порядка/, причем первая часть получена по амплитудному анализу одной частицы за 10 сек прибором ДОК-1 вторая ветвь аналогично по ТР-3. Отдельные части этого спектра можно аппроксимировать зависимостью от энергии в диапазоне 20кэВ - 1МэВ $\sim E^{-2}$, для 6 - 20 МэВ спектр хорошо описывается законом E^{-5} , в то время как для промежуточного интервала по суммарным данным интенсиметров /рис. 1б/ зависимость близка к E^{-3} .

Потоки протонов и α -частиц можно сравнить в энергетическом интервале 1 - 20 МэВ/нуклон по абсолютным интенсивностям, приведенным на рис. 2. Заметно, что в этом энергетическом интервале спектра имеют одинаковый показатель степени и отношение числа α - частиц к протонам = $9 \cdot 10^{-3}$. Анализ изотопного состава α - частиц не дает заметного числа ядер редкого изотопа ³He, так что в этом отношении можно вспышку отнести к "нормальным". Переход от числа частиц в отдельных интервалах энергии к абсолютным значениям потока осуществлялся в соответствии с выражением

$$N = \frac{16}{15} \frac{INTM}{\Gamma \Delta E \cdot t \cdot SANAL} \cdot ANAL / I /$$

где INTM - число данных по интенсиметрам, Γ - геометрический фактор, ΔE - энергетический интервал, t - время измерения, SANAL - число/суммарное/ частиц прошедших амплитудный анализ, ANAL/I/- число анализированных частиц в равных энергетических каналах. Две значительно более слабых протонных вспышки были зарегистрированы в июле 1985 г.

Первая из них 9 июля 1985 г. произошла по данным измерений в H α вспышка балла 1В - 2В, которая началась в 01:33 UT с максимумом в 01:59 UT. Координаты вспышки были s 13, w 25. Вспышка сопровождалась радиоизлучением II и IV типа и 12 июля выброшенная плазма вызвала Форбуш-понижение интенсивности космических лучей на Земле. Начало возрастания интенсивности энергичных протонов $/E_p > 10 \text{ МэВ}/$ было зарегистрировано на GOES 6 в 02.35 UT 9 июля,

максимум их интенсивности $140 \text{ частиц/см}^2 \text{стер}$ наступил в 03.25 UT.

Спектр протонов от этой вспышки, полученный по данным амплитудного анализа частиц, регистрируемых прибором TP-3 за интервал времени от 9.7 до 12.7., приведен на рис. За/ в это время уже не работал амплитудный анализатор МЭП для прибора DOK-1, по этому спектр начинается от 6 МэВ/. На этом рисунке дан спектр и для события 17 июля 1985 г. /36/. По этой вспышке на Солнце нет оптических данных, так что ее положение на диске не определено, она сопровождалась радиоизлучением II типа от 03.33 до 03.48, свидетельствующим об извержении массы.

Потоки α -частиц в этих двух случаях были низкие /в первой энергетический анализ проведен всего для 53 α -частиц, во второй анализировано 349 α -частиц/, так что их энергетические спектры не приводятся.

Период солнечного минимума, когда число активных процессов на Солнце мало, удобен для более "чистого" исследования отдельных явлений без наложения эффектов от разных событий. После полной обработки по заряженным частицам данных, /которая здесь не приводится - напр. временные ходы интенсивности/ приступаем к комплексному исследованию указанных вспышек и привлечением других измерений спутниково комплекса "Прогноза-10" и также данных наземных обсерваторий.

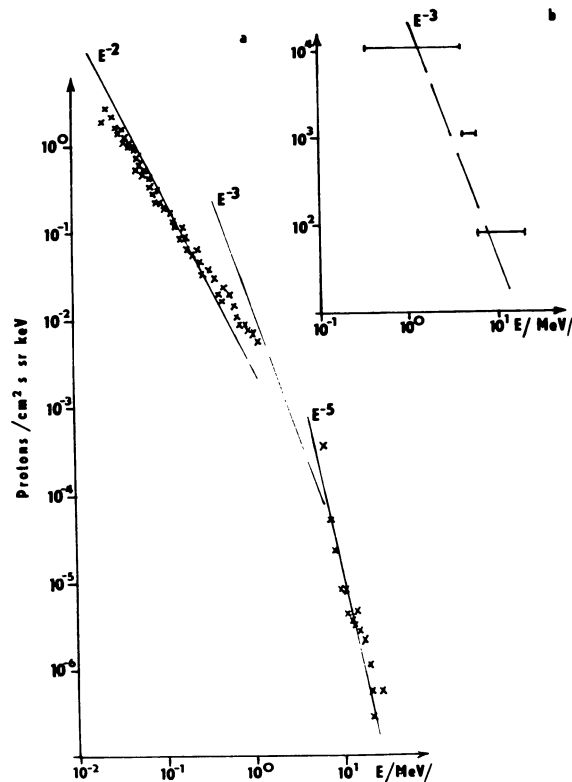


Рис. 1 - Энергетический спектр протонов в диапазоне энергий от 20 кэВ до 20 МэВ /а/ и суммарные значения интенсивностей, /б/ для интервала 0,93-20 МэВ.

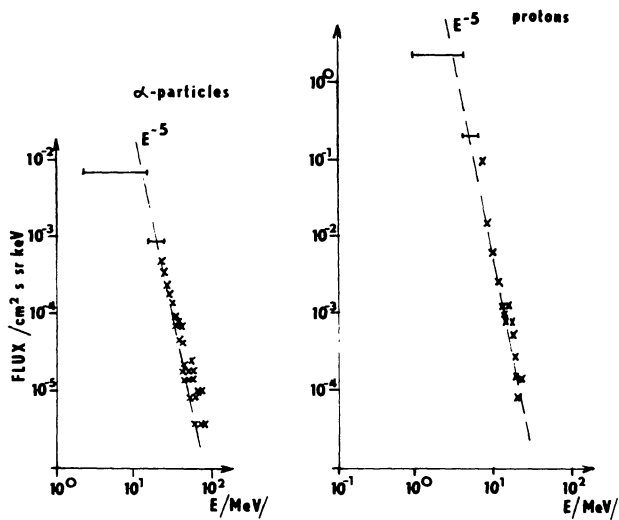


Рис. 2 - Абсолютные интенсивности протонов и α -частиц для вспышки 24.4.1985г.

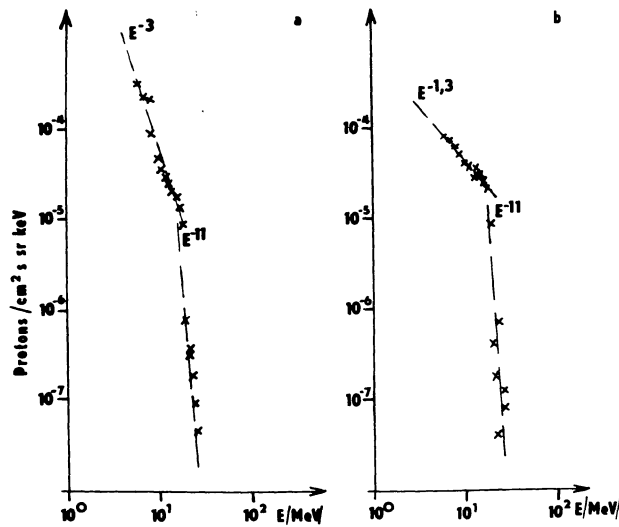


Рис. 3 - Энергетические спектры протонов для вспышек 9.7. /а/ и 17.7.1985г./б/.

REFERENCES

1. Intershock Project, Publications of the Astronomical Institute of the Czechoslovak Academy of Sciences, No. 60, /Ed. S. Fischer/, Ondřejov, 1985.
2. Solar-Geophysical Data, 1985, 492, P1, No. 494, Part II, No. 497, P2, 489 Part I.