

Уточнение ключевых параметров плазмы солнечного ветра и ММП, ответственных за формирования геомагнитных бурь и эффектов Форбуша в космических лучах

А. М. Чхетия

В настоящее время общепризнано, что общей причиной формирования геомагнитных бурь и эффектов Форбуша в космических лучах являются ударные волны и магнитные оболочки от хромосферных вспышек. Сопоставление геомагнитных бурь (ГБ) и эффектов Форбуша в космических лучах (ЭФ) показали [1], что:

1. не все геомагнитные бури сопровождаются эффектами Форбуша в космических лучах;
2. не все эффекты Форбуша в космических лучах сопровождаются геомагнитными бурями.

Из приведенных экспериментальных фактов следует, что существует значительное количество высокоскоростных потоков от хромосферных вспышек, которые можно считать негеоэффектными, если судить по их проявлениям либо только в геомагнетизме, либо только в космических лучах. Следовательно, реакция галактических космических лучей и геомагнитного поля на высокоскоростные потоки от хромосферных вспышек, должна зависеть от качественно разных структур межпланетных ударных волн и магнитных облаков.

Известно, что депрессия геомагнитного поля в главной фазе геомагнитной бури обусловлена усилением кольцевого DR-тока. Усиление DR-тока в радиационной зоне связано с проникновением электрического поля солнечного ветра ($\vec{E} \sim -[\vec{B}\vec{v}]$), и соответственно частиц в глубь магнитосферы. Исследования, проведенные на основании сопоставления данных прямых измерений параметров межпланетной среды и вариаций напряженности геомагнитного поля, показывают, что у исследователей нет единого мнения о механизме, приводящему к дополнительной инжекции частиц солнечного ветра в область кольцевого DR-тока. Усиление кольцевого DR-тока одни авторы связывают с азимутальной компонентой электрического поля в солнечном

ветре, $E_y = -[\vec{B}_z \vec{v}] > 0.5 \frac{mv}{M}$ [2], другие - также с азимутальной компонентой

электрического поля в солнечном ветре, но с учетом изменчивости ММП- δB , $E_y = v(0.5\delta B - B_z) \cdot 10^3$ [3], а третьи - предполагают, что это происходит при совместном действии B_z и B_y компонент ММП, $\vec{E}_y = [\vec{B}_1 \vec{v}]$, где $\vec{B}_1 = \vec{B}_z + \vec{B}_y$ [4].

Форбуш-понижения интенсивности космических лучей, главным образом, должны зависеть от структуры ММП, т.е. от магнитной области. Существуют, в основном, три концепции, объясняющие Форбуш-понижения. Согласно Моррисону [5] – магнитные поля, которые уносятся от Солнца облаком плазмы, имеют сильный неупорядоченный характер, ослабляют проникновение космических лучей в область, занимаемую облаком плазмы и рассеивают их. Голд [6] предположил, что солнечная плазма уносит солнечные магнитные поля в виде „языка” или „магнитной бутылки”. Эти поля отклоняют приходящие галактические космические лучи, выметают их и позволяют солнечным протонам достичь Земли. Паркер [7] считал, что межпланетное магнитное поле сдавливается на фронте взрывной волны. Ясно, что уплотнения ММП-

„магнитные пробки” должны становиться отражателями галактических космических лучей. Сопоставление данных измерений в межпланетном пространстве и вариаций интенсивности космических лучей [8] показывают, что степень модуляции ГКЛ в большей мере зависит от изменчивости ММП- δB , нежели от величины (модуля) напряженности ММП – В.

Для того, чтобы внести определенную ясность в вопросе о том, какие ключевые параметры вспышечных потоков являются ответственными за формирование геомагнитных бурь, и какие – за эффекты Форбуша, целесообразно исследовать данные непосредственных межпланетных изменений, вариаций интенсивности космических лучей и напряженности магнитного поля, в едином комплексе.

В процессе исследования были использованы следующие исходные данные. В качестве параметра, характеризующего изменения геомагнитного поля, взяты D_{st} индексы Сигоури и Пороса [9], отражающие временные вариации интенсивности внеионосферных токовых систем на магнитопаузе DCF и в радиационной зоне DR. Для характеристики вариаций космических лучей использовались данные наблюдений интенсивности нейтронной компоненты высокоширотных станций Алерт и Туле (С.Ш.А. с жесткостью

геомагнитного обреза $P_c \approx 0$), [10]. Выбор высокоширотных станций обусловлен тем, что данные этих станций, практически, свободны от геомагнитных эффектов в космических лучах. Помимо этого, при исследовании энергетического спектра ФП, в исходные данные были включены низкоширотные станции Японии [10] - Уанкайю ($P_c = 13,01$ ГВ) и Токио ($P_c = 11,50$ ГВ). В качестве параметров плазмы солнечного ветра и ММП из каталога Кинга [11] брались: скорость потока V , концентрация протонов n и температура протонов T , напряженность ММП B , его компоненты B_x, B_y, B_z и изменчивость ММП - $\sigma = \delta B$.

Из всех магнитных бурь, (отобранных по D_{st} индексу) и эффектов Форбуша в космических лучах, наблюдающихся в период 1963- 1985 гг., исследовались лишь те, которые удовлетворяли следующим критериям данных:

1. магнитные бури и Форбуш-понижения ГКЛ, должны быть изолированными, т.е. не должны содержать периоды фаз восстановления предшествующих бурь;

2. фазы геомагнитных бурь должны быть четко выражены- амплитуды начальных фаз должны превосходить 20 нТл, а амплитуды главных фаз должны превосходить 50нТл;

3. эффекты Форбуша в космических лучах должны быть достоверными. Для увеличения статистики, было решено отбирать эффекты Форбуша с амплитудой $A > 2\%$. При таком критерии отбора, величина эффекта Форбуша намного превышает утроенную среднеквадратичную(флуктуационную) ошибку.

4. В период исследуемых геомагнитных бурь и Форбуш эффектов параметры межпланетной среды, по каталогу Кинга, должны быть полными.

Необходимо отметить, что за период 1963-1985 гг., было отобрано 800 случаев магнитных бурь и эффектов Форбуша в космических лучах, однако, исследованию подверглись лишь 136 случаев, поскольку остальные не удовлетворяли критериям отбора.

Для выяснения вопроса о том, какие параметры облака плазмы солнечного ветра являются ответственными за формирование геомагнитных бурь, а какие за эффекты Форбуша в космических лучах, логично и необходимо отделить и раздельно исследовать случаи наблюдения геомагнитных бурь, которые не сопровождались Форбуш эффектами и отдельно Форбуш эффекты, которые не сопровождались геомагнитными бурями.

В связи с вышеизложенным, было решено геомагнитные бури и Форбуш эффекты объединить в шести группах (типах).

1. Классические спорадические геомагнитные бури с хорошо выраженной начальной фазой и сильной депрессией геомагнитного поля в главной фазе, сопровождаемые Форбуш-понижениями в космических лучах (обозначим эту группу $ГБ=DCF+DR, ЭФ \neq 0$),

2. Геомагнитные бури, содержащие только начальную фазу (DCF возмущения без развития главной фазы), не сопровождаемые Форбуш-понижениями в космических лучах ($ГБ=DCF, DR=0, ЭФ=0$).

3. Геомагнитные бури, содержащие только начальную фазу, сопровождаемые Форбуш-понижениями в космических лучах ($ГБ=DCF, DR=0, ЭФ \neq 0$).

4. Геомагнитные бури без начальной фазы, с сильной депрессией геомагнитного поля в главной фазе, не сопровождаемые Форбуш-понижениями в космических лучах ($ГБ=DR, DCF=0, ЭФ=0$).

5. Геомагнитные бури без начальной фазы, с сильной депрессией геомагнитного поля в главной фазе, сопровождаемые Форбуш-понижениями в космических лучах ($ГБ=DR, DCF=0, ЭФ \neq 0$).

6. Форбуш-понижения интенсивности космических лучей, не сопровождаемые геомагнитными бурями ($ГБ=0, ЭФ \neq 0$)

Для выявления ключевых параметров плазмы солнечного ветра и ММП, ответственных за формирование геомагнитных бурь и эффектов Форбуша в космических лучах, был использован метод вероятности исследуемого события – для каждого отдельного события ($ГБ$ и $ЭФ$) по каталогу Кинга определялись (находились) основные вероятные параметры плазмы солнечного ветра и ММП, ответственные за формирование $ГБ$ и $ЭФ$. В таблице 1 приведены результаты анализа.

Таблица 1.

Группы	Параметры плазмы солнечного ветра и ММП, ответственных за формирование $ГБ$ и $ЭФ$ (выраженные в %-ах)								Показатели энергетического спектра $ЭФ$	Число случаев
	V	V_x	V_y	V_z	v	n	T	σ		
I. $ГБ=DCF+DR, ЭФ \neq 0$	97.4	71.1	89.5	$V_z > 0 \rightarrow$ $V_z < 0$ 97.4	63.2	89.5	57.9	84.2	$\gamma_1 = -0,8 \pm 0,03$	38
II. $ГБ=DCF, DR=0, ЭФ=0$	42.3	15.4	42.3	$V_z > 0$ 46.2	29.6	96.3	33.3	26.9		27
III. $ГБ=DCF, DR=0, ЭФ \neq 0$	78.9	52.6	94.7	$V_z > 0$ 78.9	94.1	93.3	35.3	77.8	$\gamma_3 = 0,36 \pm 0,04$	18
IV. $ГБ=DR, DCF=0, ЭФ=0$	73.3	40.0	40.0	$V_z < 0$ 100.0	26.7	33.3	20.0	40.0		15
V. $ГБ=DR, DCF=0, ЭФ \neq 0$	71.4	50.0	85.7	$V_z < 0$ 100.0	45.5	27.3	36.4	76.9	$\gamma_5 = -0,70 \pm 0,03$	14
VI. $ЭФ \neq 0, ГБ=0$	70.8	37.5	62.5	$V_z > 0$ 70.8	50.0	45.8	37.5	62.5	$\gamma_6 = -0,82 \pm 0,05$	24

Из анализа таблицы следует, что :

1. Основным ключевым параметром плазмы солнечного ветра, ответственным за формирование начальной фазы геомагнитной бури (DCF), является концентрация солнечного ветра (n).

2. Основным ключевым параметром плазмы солнечного ветра, ответственным за формирование главной фазы геомагнитной бури (DR) является южнонаправленная B_z компонента ММП ($B_z < 0$). Установлено, что B_x, B_y и σB параметры ММП или вовсе не участвуют в формировании главной фазы бури (в усилении магнитного поля кольцевого DR тока), или же их роль настолько мала, что они имеют второстепенное значение.

3. Основными ключевыми параметрами плазмы солнечного ветра, ответственными за формирование эффекта Форбуша в космических лучах (ЭФ), являются – скорость потока v , B_y и B_z компоненты ММП и изменчивость ММП- σB . Этот результат исследования дает автору основание высказать мнение относительно того, что в формировании эффекта Фрбуша в космических лучах решающее значение имеет высокоскоростное магнитное облако, с замороженным магнитным полем ММП $\vec{B}_1 = \vec{B}_z + \vec{B}_y$, с высоким уровнем турбулентности.

По газокинетическим и магнитным параметрам плазменные облака солнечного ветра, по нашей группировке, можно представить так:

I тип – высокоскоростное магнитное облако с ударной волной и высоким уровнем турбулентности ММП (I-группа, $ГБ=DCF + DR, ЭФ \neq 0$);

II тип – плазменное облако (II-ая группа, $ГБ=DCF, DR=0, ЭФ=0$);

III тип – высокоскоростное магнитное облако (с замороженным магнитным полем ММП ($\vec{B}_1 = \vec{B}_z + \vec{B}_y$)) с ударной волной и высоким уровнем турбулентности ММП (III группа, $ГБ=DCF, DR=0, ЭФ \neq 0$);

IV тип – магнитное облако с южнонаправленным ($B_z < 0$) замороженным магнитным полем (IV группа, $ГБ=DR, DCF=0, ЭФ=0$);

V тип – магнитное облако с замороженным магнитным полем ММП ($\vec{B}_1 = \vec{B}_z + \vec{B}_y$) и высоким уровнем турбулентности ММП (V и VI группы – $ГБ = DR, DCF=0, ЭФ \neq 0$; $ГБ = 0, ЭФ \neq 0$).

Известно, что энергетический спектр Форбуш-понижения интенсивности космических лучей является чувствительным зондом для характеристики интегральной картины изменения структур магнитных неоднородностей межпланетной среды-Солнце-Земля. Исследования [12] выявили, что параметры, характеризующие энергетический спектр Форбуш-понижения, изменяются в широких пределах. В работе Начкебия [13], на основе статистического анализа, было показано, что показатель энергетического спектра Форбуш-понижения для рекуррентных ЭФ является более жестким ($\bar{\gamma}_p = -0,45 \pm 0,04$), чем для нерекуррентных ($\bar{\gamma}_{np} = -0,84 \pm 0,04$).

В связи с тем, что для предлагаемой классификации случаев по группам имеем определенное физическое представление о состоянии магнитосферы и процессах происходящих в околоземном космическом пространстве [1,12,14] было решено рассчитать показатель энергетического спектра Форбуш-понижения интенсивности космических лучей для четырех групп (I, III, V, VI).

Энергетический (жесткостный) спектр вариации интенсивности космических лучей $\left[\frac{\delta D}{D}(R) \right]$ во время Форбуш-понижений вычислялся в предположении:

$$\frac{\delta D}{D}(R) = \begin{cases} \text{const. } R^\gamma, & R \leq R_{\max} \\ 0, & R > R_{\max} \end{cases}, \quad (1)$$

где R – жесткость частиц, R_{\max} – верхняя жесткостная граница эффекта Форбуш-понижения, γ – показатель спектра.

Учитывая выражение (1), вариации вторичной компоненты интенсивности космических лучей (наблюдение в период эффекта Форбуша, исправленную на метеорологические эффекты), можно выразить формулой (см. [12]):

$$\frac{\delta J_k}{J_k} = \int_{R_{k,\min}}^{\infty} \frac{\delta D^j}{D} (R) W_k(R) dR = C \int_{R_{\min}}^{R_{\max}} R^j W_k(R) dR, (2)$$

где $\frac{\delta J_k}{J_k}$ амплитуды Форбуш- понижения интенсивности космических лучей в пункте наблюдения «К», $W_k(R)$ -коэффициент связи между вариациями первичного потока ($\frac{\delta D^j}{D}$) и вариациями вторичных компонент ($\frac{\delta J^j}{J}$) космических лучей, $R_{k,\min}$ - геомагнитный порог обрезания, R_{\max} - верхняя граница модуляции, j- указывает на тип вариации.

Согласно (2), отношение амплитуд Форбуш-понижения интенсивности космических лучей двух станций, жесткость обрезания которых отличается друг от друга, определяется выражением:

$$A(\gamma) = \frac{\frac{\delta J_1}{J_1}}{\frac{\delta J_2}{J_2}} = \frac{\int_{R_{1,\min}}^{R_{\max}} R^j W_1(R) dR}{\int_{R_{2,\min}}^{R_{\max}} R^j W_2(R) dR} . (3)$$

Формула (3) дает возможность определить показатель энергетического спектра Форбуш-понижения интенсивности космических лучей (γ) путем сравнения экспериментально наблюдаемого отношения амплитуд (по данным нейтронной компоненты высокоширотной станции к низкоширотному) с теоретически ожидаемой. Показатель энергетического спектра Форбуш-понижения интенсивности космических лучей (γ) найден путем сравнения экспериментально определенного отношения амплитуд (по данным нейтронной компоненты высокоширотных станций – Алерт или Туле, к низкоширотным – Уанкао или Токио) с аппроксимированной кривой зависимости отношения амплитуды ФП $\frac{A_1}{A_2}$ в функции от показателя энергетического спектра γ (взятого из работы Деспоташвили [15]).

Исследование выявило, что величины показателя энергетического спектра (γ) для вышеуказанных групп Форбуш-понижения интенсивности космических лучей имеют следующие значения: III группа $\gamma_{3,cp} = -0,36 \pm 0,04$, V группа $\gamma_{5,cp} = -0,70 \pm 0,03$, I группа $\gamma_{1,cp} = -0,80 \pm 0,03$, VI группа $\gamma_{6,cp} = -0,82 \pm 0,05$.

Резюмируя анализ исследования данных показателя энергетического спектра Форбуш-понижения интенсивности космических лучей по группам, можно заключить: 1) для вышеуказанных четырех групп Форбуш-понижения интенсивности космических лучей показатели энергетического спектра разделяются друг от друга – III группа $\gamma_3 = -0,36$, V- $\gamma_5 = 0,70$; I- $\gamma_1 = -0,80$; VI- $\gamma_6 = -0,82$. Это объясняется тем, что эффекты Форбуша космических лучей разного типа соответствуют качественно разным структурам магнитосферы и межпланетной среды – Солнце-Земля.

2) энергетический спектр Форбуш-понижения III и V групп является более жестким, нежели I и VI групп. Следовательно, процесс на Солнце DCF возмущениях и G-бурях менее возмущен, чем при S_c-бурях, размер магнитных неоднородностей при DCF возмущениях G -бурях больше, чем при хромосферных вспышках (при S_c -бурях) -

$$L_{3,5} > L_{1,6} .$$

Общие выводы:

1. Предложена новая методика классификации эффектов Форбуш-понижения (ФП) и геомагнитных бурь (ГБ), основанная на принципе – разделить и отдельно исследовать случаи геомагнитных бурь, которые не сопровождались Форбуш-понижениями и отдельно Форбуш-понижения, которые не сопровождались геомагнитными бурями. Все рассмотренные случаи сводятся к 6 типам. Показано, что выделенные группы классификации ФП и ГБ представляют собой плазменные и магнитные облака разной структуры.

2. Уточнены основные ключевые параметры солнечного ветра и ММП, ответственных за формирования ГБ и ФП. Установлено, что: а) V_x , V_y и σV параметры ММП или вовсе не участвуют в формировании главной фазы бури, или же их роль настолько мала, что они имеют второстепенное значение; б) степень модуляции галактических космических лучей в большей степени зависит от напряженности ММП $V_{\perp} = V_y + V_z$, нежели от величины (модуля) напряженности ММП-В

3. Установлено, что показатели энергетического спектра ФП отдельных групп, четко разделяются друг от друга: I группа $\gamma_1 = -0,80 \pm 0,03$; III группа $\gamma_3 = -0,36 \pm 0,04$; V группа $\gamma_5 = -0,70 \pm 0,03$; VI группа $\gamma_6 = -0,82 \pm 0,05$. Это объясняется тем, что эффекты Форбуша космических лучей разного типа соответствуют качественно разным структурам магнитосферы и межпланетной среды Солнце-Земля.

4. Энергетический спектр ФП III и V групп является более жестким, нежели I и VI. Следовательно, процесс на Солнце при DCF возмущениях и G-бурях менее возмущен, чем при S_c -бурях.

Литература

1. Чхетия А.М. Результаты исследования основных геофизических явлений комплексной проблемы солнечно-земных связей 1998. Изд-во GCI. Тбилиси, 258 с.
2. Russel C.T., McPherron R.L., Burton R.K. J.Geophys.Res. Vol. 79, p. 1105, 1974.
3. Bobrov M.C. Plan,Space,Sci.,23,1975.
4. Kane R.P. J.Geophys.Res., vol.79,p.64,1974.
5. Morisson P. Phys.Rev., vol.101,p.1937,1956.
6. Gold T.J.Geophys. Res., vol.64,p.1665,1959.
7. Parker E.N. Interplanetary dynamical processes, Interscience, New-York, 1963(русский перевод: Паркер Е., Динамические процессы в межпланетной среде, изд. "Мир", Москва, 1975).
8. Zhan G.,Burlaga L.F. J.Geophys.Res.,vol.93,p.2511,1988.
9. Sugiura M., Poros D.J. Hourly values of equatorial D_{st} for the years 1963 to 1985: CSFC. 1987.
10. Nagashima K., Tatsuoka R., Orito M., Sakakibara S., Fujimoto K., Fujii Z., Satake H., Demura S. Solar-rotation diagram of cosmic-ray intensities and interplanetary plasma elements. Jap., 1964-May, 1985. Part I and part II. Nagoya, Japan, 1988.
11. King J.H. Interplanetary medium data book. Appendix, September 1977; Supplement 1, December 1979; supplement 2, January 1983; supplement 3A, 1977-1985, April 1986.
12. Дорман Л.И. Экспериментальные и теоретические основы астрофизики космических лучей. Изд-во "Наука", Москва, 1975.
13. Начкебия Н.А. Солнечно-земные связи и космические лучи. Труды Института геофизики АН ГССР. Тбилиси, "Мецниереба", т. 611, ст. 72, 1985.
14. Barton R.K., McPherron R.L., Russel C.T. J Geophys.Res., vol. 80, p.4204,1975.

გეომაგნიტური ქარიშხლებისა და კოსმოსურ სხივებში ფორბუშ დაცემის ფორმირებაში, მზის ქარის პლამზისა და საპლანეტათაშორისო მაგნიტური ველის, ძირითადი საკვანძო პარამეტრების როლის დამუშავება

ა. ჩხეგია

რეზიუმე

გეომაგნიტური ქარიშხლებისა (გქ) და კოსმოსურ სხივებში ფორბუშ დაცემის (ფდ) ჯგუფების და საპლანეტათაშორისო სივრცის მონაცემების ანალიზის შედეგად დადგენილ იქნა, რომ:

1. გქ და კოსმოსურ სხივებში ფდ კლასიფიკაციით გამოყოფილი ჯგუფები ხასიათდება მზის ქარის - პლამზური და მაგნიტური ღრუბლების სხვადასხვა სტრუქტურით.
2. როგორც მოსალოდნელი იყო, გქ დასაწყისი ფაზის ფორმირებას უზრუნველყოფს მზის ქარის კონცენტრაცია (n), ხოლო გქ მთავარ ფაზას - მზის ქარის პლამზის სამხრეთმიმართულების ჩაყინული მაგნიტური ველი ($B < 0$). დადგენილ იქნა, რომ სმე B_x , B_y , B_z პარამეტრები ან საერთოდ არ მონაწილეობენ გეომაგნიტური ქარიშხლის ფორმირებაში, ან მათი წვლილი უმნიშვნელოა.
3. კოსმოსურ სხივებში ფდ ფორმირებას უზრუნველყოფენ მზის ქარის სიჩქარე (V), ჩაყინული მაგნიტური ველის B_y , B_z კომპონენტები და სმე B -ს დისპერსია - δB . გალაქტიკური კოსმოსური სხივების მოდულაციის ხარისხი ძირითადად დამოკიდებულია სმე-ს B_y და B_z კომპონენტების ერთობლივ მოქმედებაზე ($B_{\perp} = B_y + B_z$), ვიდრე სმე-ის B -ს მოდულზე.
4. სხვადასხვა ჯგუფებისათვის ფდ ენერგეტიკული სპექტრის მაჩვენებლები ერთმანეთისაგან გაიყოფა -

I ჯგუფი - $\gamma_1 = 0,80 \pm 0,03$; III- $\gamma_3 = -0,36 \pm 0,04$;

V- $\gamma_5 = -0,70 \pm 0,03$; VI- $\gamma_6 = -0,82 \pm 0,05$,

რაც იმით აიხსნება, რომ კოსმოსურ სხივებში ფდ სხვადასხვა ჯგუფს შეესაბამება მზე-დედამიწის საპლანეტათაშორისო სივრცისა და მაგნიტოსფეროს სხვადასხვა სტრუქტურა.

ფორბუშ ეფექტის სპექტრი III და V ჯგუფისათვის უფრო ხისტია, ვიდრე I და VI ჯგუფისათვის. აქედან გამომდინარე DCF აღრევებისა და - ქარიშხლების დროს მზეზე მიმდინარე ფიზიკური პროცესები ნაკლებად აღრეულია, ვიდრე Sc ქარიშხლების დროს, მაგნიტური არაერთგვაროვნებების ზომები $k_i - L_{3,5} > L_{1,6}$

Specification of the Role of Key Parameters of Solar Wind Plasma and Interplanetary Magnetic Field in Formation of Geomagnetic Storms and Forbush Decreases in Cosmic Rays

A. Chkhetia

Abstract

Based on analysis of geomagnetic storm (GS) and Forbush decreases (FD) groups as well as interplanetary medium data, we came to the following conclusions:

- 1) GS and FD groups are characterized by different structures of plasmatic and magnetic clouds of solar wind.
- 2) As it was expected, formation of GS initial phase depends on the solar wind concentration (n), while main phase depends on IMF's frozen magnetic field directed to the north ($B < 0$). As far as IMF's B_x, B_y and B_z parameters are concerned, they either do not take part in the formation of GS main phase, or their role is insignificant.
- 3) Formation of FD in cosmic rays depends on solar wind velocity (v), B_y and B_z components of B (δB). Modulation degree of galactic cosmic rays on the whole depends on IMF's B_y and B_z components joint action ($B_{\perp} = B_y + B_z$) rather than on IMF's module of B .
- 4) For separate groups energy spectrum exponents of FD are separated from each other –
I group - $\gamma_1 = -0,80 \pm 0,03$ V group - $\gamma_5 = -0,70 \pm 0,03$
III group - $\gamma_3 = -0,36 \pm 0,04$ VI group - $\gamma_6 = 0,82 \pm 0,05$

Which can be explained by the following: different structures of solar – terrestrial interplanetary space and magnetosphere correspond to various groups of FD in cosmic rays. Spectrum of FD For III and V groups are more rigid than for I and VI groups. Hence the physical processes on the Sun during DSF – disturbances and G – storms are less disturbed than during Sc – storms, and magnetic inhomogeneous dimensions – $L_{3,5} > L_{1,6}$.