

СЕВЕРНО-ЮЖНАЯ АСИММЕТРИЯ ПРОТОННОЙ АКТИВНОСТИ СОЛНЦА

С.И. Авдешки, Н.К. Переяслова, М.Н. Назарова, И.Е. Петренко
Институт прикладной геофизики им. акад. Федорова Е.К.
Госкомгидрометра
107258, Москва, Глебовская ул., 20-б, СССР

АБСТРАКТ. По данным о потоках солнечных космических лучей, наблюдаемых на спутниках Метеор и IMP в период 1965-1985 г.г., исследованы радиационные характеристики солнечных протонных событий, в которых на орбите Земли для протонов с $E_p > 10$ МэВ поток превышал $1 \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1} \text{ ср}^{-1}$.

NORTH-SOUTHERN ASYMMETRY OF THE SOLAR PROTON ACTIVITY: Radiative characteristics of solar proton events in which the flux of the protons with $E_p > 10$ MeV exceeded $1 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ are investigated on the basis of data on solar cosmic ray fluxes observed by Meteor and IMP in 1965-1985.

SEVERNO-JUŽNÁ ASYMETRIA TOKU PROTÓNOV ZO SLNKA: Na základe údajov o toku slnečného kozmického žiarenia, pozorovaného na družiciach Meteor a IMP za obdobie rokov 1965-1985, boli skúmané vyžarovacie charakteristiky prúdov protónov zo Slnka s $E_p > 10$ MeV a hodnotou toku väčšou ako $1 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ ster}^{-1}$.

В период с 1969 по 1985 г. на околоземной орбите функционировало 19 спутников серии "Метеор", оснащенных комплексом однотипной радиометрической аппаратуры. Орбита ИСЗ "Метеор" практически круговая, высоты - 600-100 км, углы наклона - 82° . С целью разработки модели радиационной обстановки изучались радиационные характеристики солнечных протонных событий (СПС) в комплексе с гелиогеофизическими параметрами. В результате анализа данных по исследуемым параметрам установлена асимметрия северного и южного полушарий Солнца в проявлении протонной активности.

Закономерности распределения радиационных характеристики СПС исследовались раздельно для протонных вспышек северного и южного полушарий Солнца.

Использован непрерывный ряд данных о полном потоке протонов за событие и показателе жесткости спектров в максимуме событий, полученных за период с 1965

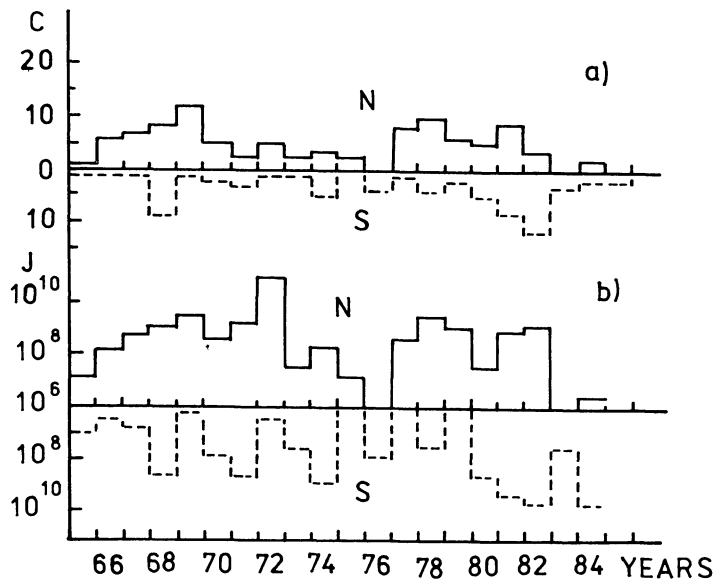


Рис. 1: Распределение числа солнечных протонных событий и суммарный поток протонов за год в период 20-го и 21-го циклов солнечной активности.

по 1985 г. со спутников IMP [Catalog of solar particle events 1955-1969, 1975; Каталог солнечных протонных событий 1970-1979 гг., 1983] и "Метеор" [Космические данные (месячные обзоры), 1979-1985; Переяслова, 1982]. Рассматривались только протонные события, для которых однозначно по критерию [Каталог солнечных протонных событий 1970-1979 гг., 1983] отождествлен источник протонов, и поток протонов с энергией $E_p > 10$ МэВ на орбите ИСЗ в максимуме СПС $\psi \geq 1 \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1} \text{ ср}^{-1}$.

На рис. 1 приведены распределения числа протонных событий и полного потока за событие - \dot{Y}_p раздельно от вспышек северного и южного полушарий Солнца.

Из рассмотренного числа протонных событий в 20-ом цикле солнечной активности от вспышек северного полушария наблюдалось примерно в 2 раза больше протонных событий, чем от южного: $n_N = 54$ события, $n_S = 25$ событий. В 21-ом цикле зарегистрировано примерно одинаковое число событий от северного и южного полушарий Солнца ($n_N = 44$ и $n_S = 43$ события), то-есть по числу протонных событий активность южного полушария в 21-ом цикле солнечной активности заметно усилилась: от вспышек южного полушария зарегистрировано в 1,7 раза больше СПС, чем в 20-ом цикле.

В 20-ом цикле солнечной активности максимумы протонной и солнечной активности совпадают, при этом в южном полушарии максимум ярко выражен и отмечается в 1968 г., в северном полушарии активность плавно нарастает до максимума, которой достигается в 1969 году.

В 21-ом цикле максимальное число солнечных протонных событий от вспышек

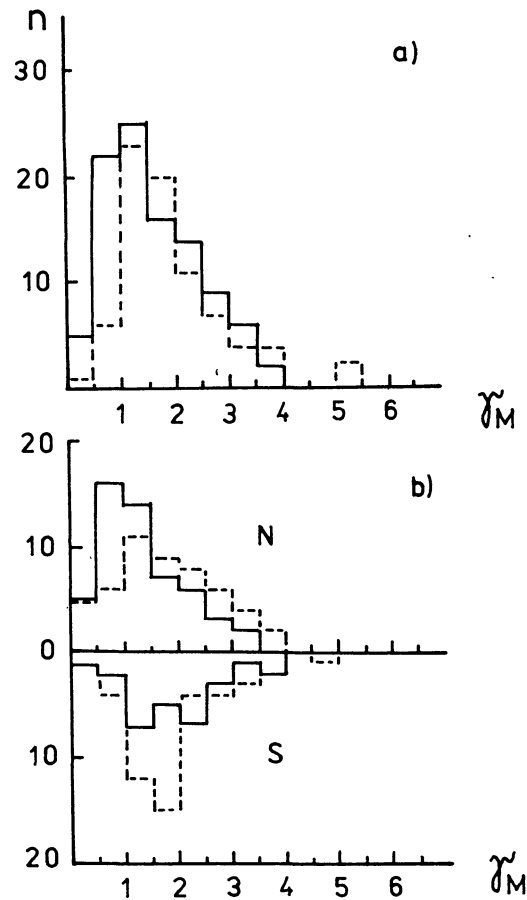


Рис. 2: Гистограммы распределения числа СПС по величине показателя интегрального спектра протонов в максимуме события
 а/ сплошная линия - СПС от вспышек северного полушария, пунктир - СПС от вспышек южного полушария Солнца.
 б/ сплошная линия-20-ий цикл, пунктир-21-ий цикл.

северного полушария зарегистрировано в 1978 г. - на фазе нарастания солнечной активности, и в эпоху максимума - в 1981 г.; от вспышек в южном полушарии число событий плавно возрастало с 1979 г. до максимального значения, которое отмечалось в 1982 году - на фазе спада солнечной активности.

Просуммированный за год полный поток протонов в событиях от вспышек северного и южного полушарий Солнца меняется с 11-летним циклом солнечной активности. Наибольший поток от вспышек северного полушария зарегистрирован на ветви спада солнечной активности в 1972г. - при определяющем вкладе самого мощного по интенсивности за 20-ий и 21-ий циклы СПС 4.08.1972 г. Для южного полушария

максимальные потоки протонов отмечены также на ветви спада: в 1982 г. и в 1984 г.

Рассмотрено 176 спектров СПС, наблюдавшихся в период 1966 - 1985 гг. Интегральные спектры СПС представлены в виде степенной функции $\mathcal{J}(> E) \sim E^{-\gamma}$

На Рис. 2а приведены гистограммы распределения числа событий по величине показателя спектра в максимуме - γ_M раздельно для событий от вспышек северного и южного полушарий. Усреднение проводилось по интервалу $\Delta \gamma_M = 0,5$.

Из представленных гистограмм видно, что 47 % событий от вспышек северного полушария Солнца приходятся на интервал $\gamma_M \in 1,0 - 2,0$ событий с $\gamma_M > 4,5$ не наблюдается. От вспышек южного полушария для 56 % событий γ_M лежит в пределах 1,5 - 2,5, а максимальная величина показателя γ_M не превышает 5,5. На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что спектры от вспышек южного полушария более мягкие.

На рис. 2б показаны гистограммы распределения числа СПС по величине показателя спектра γ_M раздельно для вспышек северного и южного полушарий для 20 и 21-го циклов. Пунктирной линией обозначены значения γ_M для событий 21-го цикла сплошной - для 20-го цикла. Из рисунка видно, что спектры СПС от вспышек южного полушария мягче как в 20-ом, так и в 21-ом циклах, но в 20-ом цикле этот эффект более заметен.

Как показано в проведенных ранее исследованиях радиационные характеристики СКЛ во многом определяются структурой крупномасштабного магнитного поля Солнца. В зависимости от структуры крупномасштабного поля и взаиморасположения источника протонов и основания силовой линии Солнце-Земля СПС можно разделить на два класса Переяслова и др., 1983а; Переяслова и др., 1986 .

К первому классу отнесены СПС, для которых вспышка и проекция основания силовой линии Солнце-Земля расположены в одной и той же униполярной области, ко второму классу - события, для которых вспышка и долгота соединения попадают в различные униполярные области.

Поскольку структура магнитного поля определяет класс события и установлено, что имеются различия в проявлении протонной активности северного и южного полушарий Солнца, нами рассматривались радиационные характеристики СПС - время от вспышки до регистрации максимального потока протонов t_M и γ_M для каждого класса событий раздельно от вспышек северного и южного полушарий Солнца.

На рис. 3 приведены гистограммы распределения числа СПС по величине показателя спектра γ_M раздельно для событий 1 и 2-го классов от вспышек северного и южного полушарий Солнца. Видно, что события 1 и 2-го классов от вспышек северного полушария сильно различаются по жесткости спектра. В событиях 1-го класса наиболее часто встречаются спектры с показателями $\gamma_M = 1,0 - 2,0$, событий с γ_M от 2,5 до 4,0 очень мало. В СПС 2-го класса наиболее часто наблюдаются спектры с спектральным индексом γ_M от 2,0 до 3,5 и регистрируются спектры с $\gamma_M = 5,0 - 5,5$. В протонных событиях от южного полушария Солнца как для 1-го, так и для 2-го классов наблюдаемые значения γ_M в диапазоне 1,5 - 3,5 практически равновероятны.

На рис. 4 дано распределение числа СПС по величине t_M для двух классов событий раздельно от вспышек северного и южного полушарий Солнца. События 1-го и 2-го классов существенно различаются по величине t_M . Для СПС 1-го класса от

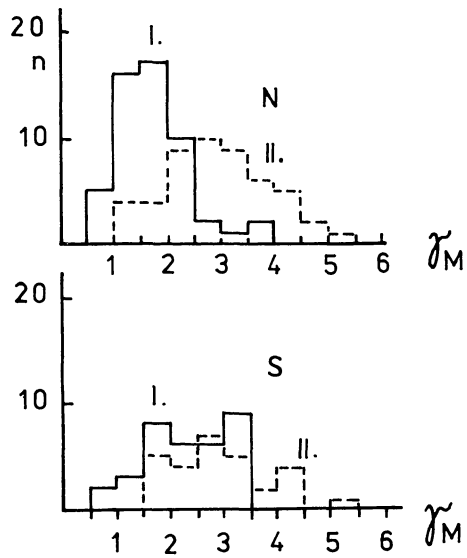


Рис. 3: Гистограмма распределения числа СПС по показателю жесткости спектра в максимуме события - γ_M

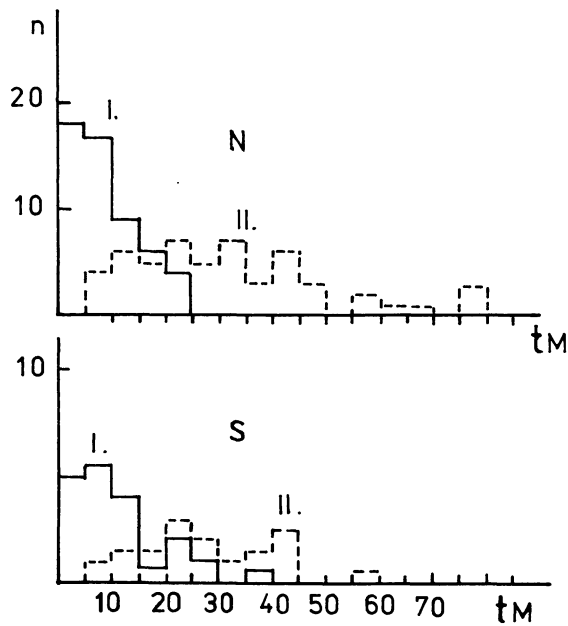


Рис. 4: Гистограмма распределения числа СПС по времени достижения максимума события

вспышек северного полушария в 65 % событий t_M меньше 10 час и не наблюдалось значений $t_M > 25$ час, для СПС от вспышек южного полушария в большинстве событий (~78 %) $t_M < 15$ ч и зарегистрированы отдельные события с $t_M 25 + 40$ час.

В протонных событиях второго класса значения t_M наблюдались в диапазоне 5 - 80 час как от вспышек северного, так и южного полушарий Солнца.

Проведенный анализ показал, что радиационные характеристики СПС различаются для событий северного и южного полушарий Солнца.

От вспышек южного полушария спектр протонов в СПС, как правило, мягче, значения времени достижения максимального потока протонов больше. Для выяснения природы установленной закономерности можно предположить, что на радиационные характеристики СПС оказывает влияние положение проекции Земли относительно экватора Солнца.

Предварительная проверка этого предположения показала, что, если вспышка и проекция линии соединения Земля-Солнце находятся в одном полушарии, отмечается некоторая тенденция к ужесточению спектра протонов и более быстрое достижение максимума. В дальнейшем предполагается продолжить более детальные исследования северо-южной асимметрии протонной активности Солнца на большем статистическом материале.

ЛИТЕРАТУРА

- Catalog of solar particle events 1955-1969 (Ed. by Z. Švestka and P. Simon)
Dordrecht - Holland/Boston USA Reidel Publ. Company, 1975, 430.
- Каталог солнечных протонных событий 1970-1979 гг. (отв. редактор Логачев Ю.И.).
М., 1983, 184 с.
- Космические данные (месячные обзоры).-М.: Наука, 1979. - 1986 гг. Переяслова
Н.К.: 1982, Энергичные частицы в магнитосфере Земли. - Апатиты, 3.
- Переяслова Н.К., Назарова М.Н., Микирова Н.А.: 1983, Геомагнетизм и аэрономия,
XXIII, 367.
- Переяслова Н.К., Назарова М.Н., Микирова Н.А.: 1983, Известия АН СССР, 47, 1766

DISCUSSION

Aurass

1. Было при анализе исключено влияние распределения, числа и типа активных областей на диске ?
2. Асимметрию в континуальном компоненте шумовых f_{ur} нашла Др. Боме. Было бы интересно провести сравнение Ваших и ее результатов.

М.Н. Назарова

При анализе использовались H-альфа синоптические карты МакИнтоша для разделения СПС на два класса; детальные характеристики активных областей не рассматривались.