

- Рс-1 в цикле солнечной активности. - В кн.: Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца. М., 1972, вып.24, с.119-127.
4. Матвеева Э.Т. Исследование пульсаций типа Рс-1 в цикле солнечной активности: Автореф. канд. дис. М., 1970. 22 с.
 5. Fraser-Smith A.C. Some statistics on Рс-1 geomagnetic micropulsation occurrence at middle latitudes. - J. Geophys. Res., 1970, vol.75, N 25, p.4735-4745.
 6. King J.H. Interplanetary medium data. Maryland, 1975. 512 p.
 7. Geomagnetic Data 1973. - IAGA Bulletin, 1974, N 32a, p.95.
 8. Geomagnetic Data 1974. - IAGA Bulletin, 1975, N 32e, p.95.
 9. Виноградова В.Н. Каталог колебаний Рс-1. - В кн.: Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца. М.1974, вып.34, с.110-124.
 10. Виноградова В.Н. Каталог колебаний Рс-1. - В кн.: Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца. М. 1976, вып.39, с.234-254.

УДК 550.385.37

Л.И.Вагина, Д.Х.Хисамутдинов

ИЗМЕНЕНИЕ РЕЖИМА ПУЛЬСАЦИЙ Рс-1 ПРИ ОБТЕКАНИИ МАГНИТОСФЕРЫ СОЛНЕЧНЫМ ВЕТРОМ

В последние годы в литературе обсуждается вопрос о связи параметров пульсаций Рс-1 с параметрами солнечного ветра, со структурой солнечных и вспышечных потоков [1-7]. Установлено, что частота появления вариаций Рс-1 увеличивается на границах секторов межпланетного магнитного поля (ММП) [1]; что существует тенденция к двадцатисемидневной повторяемости пульсаций Рс-1 [2, 3]; что частота появления этих колебаний с $T \leq 2$ с тем больше, чем выше плотность и ниже скорость солнечного ветра [2, 4]; отмечена связь параметров пульсаций Рс-1 со струк-

усредн
 $\Lambda_m =$
проана
нитсоф
П
пульса
импуль
3
5.
28
2.
2.
7.
3.
24
14
Здесь с
бля пул
Сол
левой ч
Отт
1.
временн
внезапн
2.
тра 450-
Для
саций за
валась м
наиболь
Отметим,
(~ 450 к
ного вет

туром всплесчного потока [5] (на примере одного потока); отмечено также некоторое увеличение вероятности появления колебаний $P_c - I$ примерно за час до внезапного начала (SSC) магнитной бури [6]; наиболее часто колебания $P_c - I$ регистрируются на третий-седьмой день после магнитной бури [2, 3]; наблюдается изменение несущей частоты во время серии колебаний [6, 7].

Пульсации $P_c - I$ относятся к наиболее изученному виду пульсаций. Им посвящены десятки теоретических и экспериментальных работ [1-8]. Механизмом уюления $P_c - I$ считается циклотронная неустойчивость протоннов внешнего радиационного пояса, приводящая к возбуждению пакетов альвеновских волн, отражающихся от ионосферы и осциллирующих между сопряженными точками, которые усиливаются каждый раз в довольно узкой области вблизи магнитного экватора. Состояние радиационного пояса во многом обусловлено состоянием солнечного ветра. Теория пульсаций позволяет диагностировать параметры плазмы в области генерации. Таким образом, возникает вопрос - как связаны параметры пульсаций с параметрами солнечного ветра, можно ли по параметрам пульсаций, по факту появления пульсаций $P_c - I$ судить об условиях в солнечном ветре. Представляется также целесообразным внести следующее: если пульсации $P_c - I$ имеют 27-дневную повторяемость, то не вызвана ли она прохождением мимо Земли рекуррентных потоков, и если это так, то какая часть рекуррентного потока вызывает активизацию пульсаций $P_c - I$; как меняется режим пульсаций при прохождении структурных образований потока; как геоэффективность солнечного потока связана с активностью вариаций $P_c - I$; нельзя ли по параметрам колебаний $P_c - I$ проводить диагностику параметров солнечного ветра; в какой связи с фазами геомагнитной бури находятся параметры пульсаций $P_c - I$; в чем физика изменений параметров пульсаций.

Для исследования этих вопросов авторами были рассмотрены рекуррентные потоки (15 негеоэффективных, 5 геоэффективных), структура которых анализировалась в работе [9], было проанализировано также изменение следующих параметров: σ - изменчивости параметров МП; V - модуля МП; V_2 - составляющей МП; v - скорости солнечного ветра; n - концентрации протонов солнечного ветра в потоке; индексов геомагнитной активности D_{st} , K_p , A_E ; параметров $P_c - I$ (Δt - длительность, T - период, A - амплитуда),

*
обсерват
Потапову

Усредненные за час и за сутки по станциям Иркутск ($\Phi_M = 41^\circ$, $\Lambda_M = 176^\circ 54'$) и Борок ($\Phi_M = 52^\circ 54'$; $\Lambda_M = 123^\circ 18'$) [10-13]; проанализированы также возможности диагностики параметров магнитосферы с помощью пульсаций Pc-1.

На рис.1 представлены результаты сопоставлений параметров пульсаций с параметрами солнечного ветра во время внезапных импульсов:

3. I	1973 г.	21 ч 18 мин	21-23 ч
5. II		05 29	01-05
28. IV		12 01	10-13
2. VII		17 22	16-18
2. XII		20 34	20-22
7. XII		14 03	14-15
3. IV 1974 г.		04 37	04-10
24. X		00 08	19-02
14. XI		02 49	02-06

Здесь слева дана дата наблюдения SSC, справа - время появления пульсаций Pc-1 (время мировое).

Сопоставление проводилось методом наложения эпох, за нулевой час принимался час внезапного импульса или SSC.

Отметим два факта:

1. Активность Pc-1 заметно возрастает во время одно-временного роста n и v . Пульсации наиболее активны в час внезапного импульса, затем активность резко падает.

2. Наиболее активны пульсации при скорости солнечного ветра 450-550 км/с.

Для уточнения этих фактов были рассмотрены все серии пульсаций за 1973-1974 гг. по ст. Иркутск и Борок*. Данные суммировались методом наложения эпох, за нулевой день принимался день наибольшей активности пульсаций. Результаты показаны на рис.2. Отметим, что пульсации наиболее активны при средней скорости (~450 км/с) и повышенных значениях плотности протонов солнечного ветра.

* Авторы выражают искреннюю признательность сотрудникам обсерватории Борок Э.Т. Матвеевой и сотруднику СМОИЭМРА А.С. Потапову, А.В. Бузевичу за предоставленные материалы.

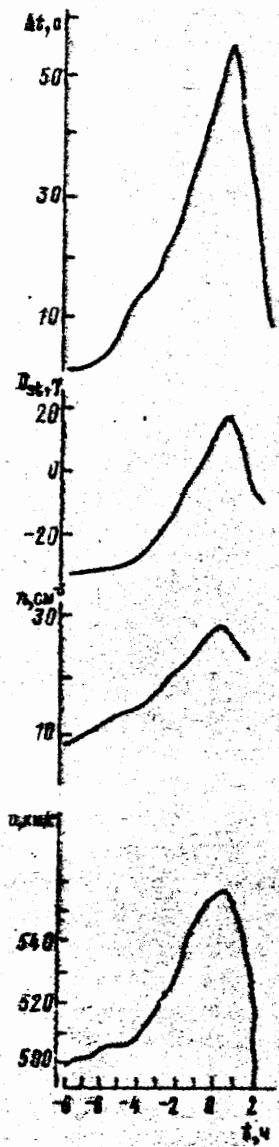


Рис. 1.

Сопоставление параметров геомагнитных пульсаций со структурой рекуррентных потоков представлено на рис. 3 (геоэффективные потоки солнечного ветра) и на рис. 4 (негеоэффективные потоки). Отметим, что были рассмотрены высокоскоростные потоки с ярко выраженным ударным фронтом и не связанные со вспышечной активностью Солнца (в качестве критерия брались отсутствие вспышек балла I и выше в течение трех дней перед регистрацией потока в непосредственной близости от Земли:

Негеоэффективные потоки

- 14-19.XII 1963 г. (14.XII, 18 ч)
- 4-16.III 1973 г. (6.III, 5 ч)
- 1-9.VI (2.VI, 9 ч)
- 18-27.IV 1975 г. (20.IV, 19 ч)

Геоэффективные потоки

- 1-10.XII 1963 г. (2.XII, 19 ч)
- 30.XII 1963-7.I 1964 (2.I, 8 ч)
- 20-27.X 1965 (22.X, 20 ч)
- 21-28.X 1966 (24.X, 10 ч)
- 22.VI-2.VII 1967 (25.VI, 18 ч)
- 25.IX-4.X (28.IX, 19 ч)
- 12-23.III 1968 (14.III, 12 ч)
- 13-17.IX 1970 (13.IX, 18 ч)
- 22-31.I 1973 (23.I, 11 ч)
- 22.XI-1.XII (24.XI, 14 ч)
- 26.XII 1973-7.I 1974 (28.XII, 13 ч)
- 21.I-4.II (25.I, 13 ч)
- 19.III-1.IV (21.III, 11 ч)
- 22-31.X (24.X, 4 ч)
- 6-13.IV 1975 (7.IV, 19 ч)

(в скобках указаны дата и время прохождения мимо Земли максимума параметра B).

Нулевая точка на рис. 3. соответствует прохождению максимума параметра B

мимо
отно
нечи
нием
ложи
испы
саци
резко

показ
ности
нии в
курре
рис. 3
при п
ли ве
эффе
геоэф
имеет
актив
-1. Р
в нап
второ
жители
вом о
случа
крупн
I
предст

где о
прото
и хо
магнит
Г_n. Г
I
чивост

мимо Земли. Из этого рисунка следует, что приходу высокоскоростного потока предшествует область повышенной плотности солнечного ветра (сжатая плазма), которая сопровождается увеличением длительности пульсаций; при этом B_z -компонента имеет положительное значение, а D_{st} -вариация изменяется вблизи нуля, испытывая в дальнейшем резкое понижение, а период пульсаций, усредненный по пятиминутным интервалам, имеет тенденцию резко возрастать при уменьшении D_{st} -вариации.

Сравнивая рис.4, где показано изменение активности $Pc-I$ при прохождении негеоэффективного рекуррентного потока, с рис.3, можно отметить, что при прохождении мимо Земли ведущей части как геоэффективного, так и негеоэффективного потоков имеет место значительная активизация пульсаций $Pc-I$. Различие проявляется в наличии значительного второго максимума продолжительности $Pc-I$ в первом случае и едва выраженного второго максимума во втором случае. Второй максимум активности пульсаций $Pc-I$ связан с крупномасштабными возмущениями.

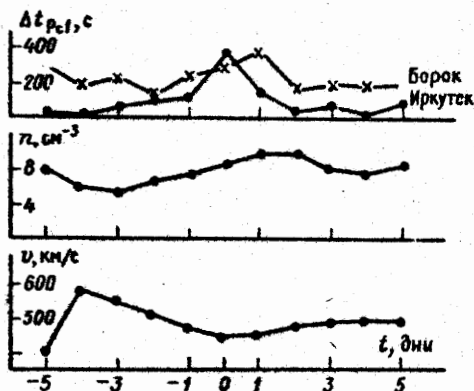


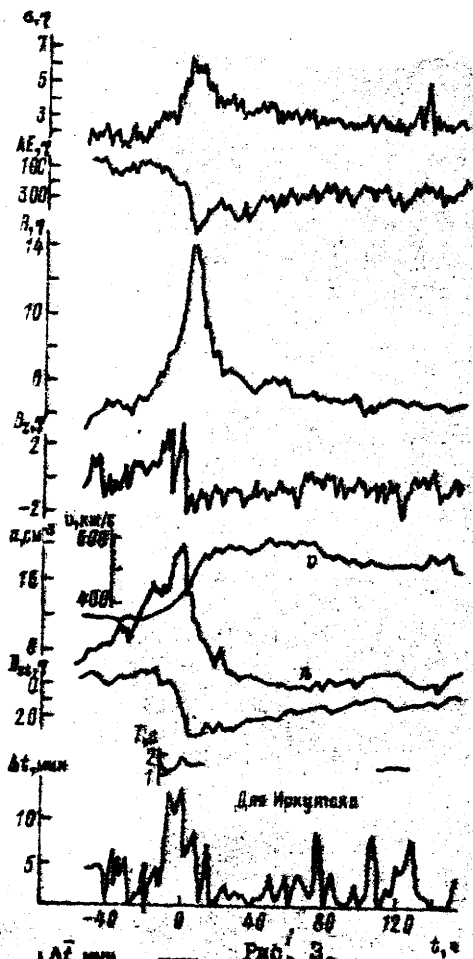
Рис.2.

Инкремент нарастания (γ) ионно-циклотронных волн можно представить в виде [10]

$$\gamma = \sqrt{\pi} \Omega_H \frac{N'_0}{N_0} \frac{(A_T - x) \varphi}{(2-x)\sqrt{1-x}\sqrt{B_0}} \exp\left(-\frac{\varphi}{B_0}\right),$$

где $x = \omega/\Omega_H$ - нормированная частота волн; Ω_H - gyroчастота протонов; ω - частота волн; N'_0, N_0 - плотность горячей и холодной плазмы; $B_0 = 8\pi N_0 T_H / H_a^2$, H_a - напряженность магнитного поля в области генерации; $\varphi = (1-x)^2/x^2$; $A_T = 1 - T_1/T_2$; T_H, T_1 - средние температуры протонов вдоль и поперек поля.

Поскольку скорость нарастания ионной циклотронной неустойчивости увеличивается при уменьшении альвеновской скорости, то



Для Иркутска

Рис. 3.

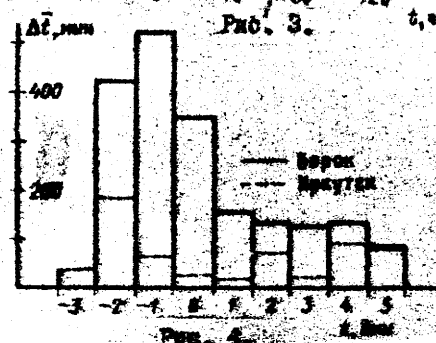


Рис. 4.

колебания Pc-I типа "молнии" возникает в тот момент, когда ионосферная плазма вновь заполняет опустошенную во время бури внешнюю плазмосферу и понижает v_A в области, куда из хвоста магнитосферы во время главной фазы бури вводится свежая порция энергичных частиц.

В результате набега на магнитосферу головной части солнечного ветра происходит сжатие магнитосферы и увеличение магнитного поля в области радиационного пояса. Рост магнитного поля при сохранении $\mu = v_A/H_e$ приводит к увеличению поперечной составляющей энергии (ϵ_1) заряженных частиц. В результате этого увеличения происходит рост анизотропии распределения частиц по скоростям и радиационный пояс может перейти в состояние, неустойчивое относительно альвеновских волн в диапазоне колебаний Pc-I.

Отметим основные результаты работы.

1. Прохождение мимо Земли рекуррентных потоков вызывает заметную асимметричную пульсацию Pc-I.

2. Активность пульсаций $Pc-I$ повышается при взаимодействии магнитоосферы с областями аэрированной плазмы солнечного ветра. При этом спектр пульсаций нестационарен. Таким образом, по изменениям спектра пульсаций можно пытаться диагностировать часть потока, в которой находится магнитоосфера.

3. На хвосте геоэффективного потока колебания $Pc-I$ очень активны, их активность тем выше, чем больше прошедшее возмущение, при этом спектр пульсаций стационарен.

4. При прохождении рекуррентных потоков активность колебаний $Pc-I$ в головной части потока велика при наличии в солнечном ветре регулярной B_z компоненты магнитного поля, при этом пульсации активны в одни и те же части суток все дни прохождения потока.

5. Пульсации наиболее активны при следующих параметрах солнечного ветра: $v \approx 450$ км/с, $n = 5 \cdot 10^8$ г/см³, $B \sim 6 \gamma$, $B_z > -1 \gamma$.

Указатель литературы

1. McPherron R.L., Ward S.H. Correlation between occurrence of pearl pulsations and interplanetary magnetic field sector boundaries. - J. Geophys. Res., 1967, vol. 72, № 1, p. 393.
2. Матвеева Э.Т. Исследования пульсаций типа $Pc-I$ в цикле солнечной активности: Автореф. канд. дис. М., 1970. 22 с.
3. Виноградова В.Н., Виноградов П.А. Вариации частоты появления $Pc-I$ в цикле солнечной активности. - В кн.: Исследования по геомагнетизму, аэрономии и физике Солнца. М., 1972, вып. 24, с. 119-127.
4. Соболев А.В. О связи пульсаций $Pc-I$ с плотностью протонов солнечного ветра. - В кн.: Символикум по физике геомагнитоосферы. 1977. Иркутск, 1978, с. 49.
5. Иванов К.Г., Городничева О.П., Микерина Н.В. Связь гелиоцентрической структуры потока межпланетной плазмы с геомагнитными пульсациями $Pc-I$. - Геомагнетизм и аэрономия, 1977, т. 12, № 1, с. 110-115.
6. Гудельман А.В., Троицкая В.А. Геомагнитные пульсации и диагностика магнитоосферы. М., 1978. 206 с.
7. Добоня Б.В., Калишер А.Л., Матвеева Э.Т. Исследования не-

- стационарности несущей частоты геомагнитных пульсаций типа $Pc - I$. - Геомагнетизм и аэрномия, 1974, т.14, № 3, с.512-515.
8. Гульельми А.В. МГД-волны в околоземной плазме. М., 1979. 139 с.
 9. Пудовкин М.И., Зайцева С.А., Фомина Е.М. Структура рекуррентных геоэффективных потоков солнечного ветра. - В кн.: Геомагнитные исследования. М., 1979, вып.25, с.41-46.
 10. Виноградова В.Н. Каталог колебаний $Pc - I$. - В кн.: Исследования по геомагнетизму, аэрномии и физике Солнца. М., 1974, вып.34, с.110.
 11. Виноградова В.Н. Каталог колебаний $Pc - I$. - В кн.: Исследования по геомагнетизму, аэрномии и физике Солнца. М., 1972, вып.24, с.272.
 12. Виноградова В.Н. Каталог колебаний $Pc - I$. - В кн.: Исследования по геомагнетизму, аэрномии и физике Солнца. М., 1976, вып.39, с.234.
 13. King J.H. Interplanetary medium data. Maryland, 1975. 512 p.
 14. О методе определения температуры и концентрации горячей плазмы в области генерации "жемчужин" /Добеш К., Курчашов Ю.П., Троицкая В.А., Фейгин Ф.З., Флигель Д.С. - В кн.: Волновые процессы в приземной плазме. М., 1977, с.69-80.

УДК 550.837.81

А.А.Петров, С.М.Шейнманн

О ПОЛЯРИЗАЦИИ ПОГРУЖЕННЫХ ТЕЛ

Расчеты аномальных полей на дневной поверхности, создаваемых погруженными телами правильной формы, проводились неоднократно. При решении задач о погруженных телах, находящихся в потенциальных полях, для учета действия поверхности раздела воздух - земля во многих случаях удобно рассматривать картину,