

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

КОСМИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ

Том XII

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК)

6

МОСКВА · 1974

В. И. Грингауз, Г. Н. Застенкер, М. З. Хохлов

ВАРИАЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ МАГНИТОПАУЗЫ ПО ДАННЫМ ЛОВУШЕК ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ НА СПУТНИКАХ «ПРОГНОЗ» И «ПРОГНОЗ-2»

Рассмотрено положение магнитопаузы в дневном секторе в апреле — октябре 1972 г. Положение магнитопаузы в 1972 г. ближе к ее положению вблизи минимума солнечной активности (IMP-1, 1964 г.), чем к положению в год максимума («Неос-1», 1969 г.). Несмотря на значительный разброс точек, обнаруживается довольно четкая зависимость — уменьшение размеров магнитосферы с ростом уровня геомагнитной активности.

В числе научных приборов, установленных на высокоапогейных спутниках серии «Прогноз», имелись ловушки заряженных частиц нескольких типов, предназначенные для длительного изучения солнечного ветра и плазмы внутри магнитосферы Земли (см. описание эксперимента в [1]). В таблице приведены даты запуска спутников и начальные параметры их орбит.

Спутник	Дата запуска 1972 г.	Апогей, тыс. км	Перигей, км	Накло-ние, град	Период, час
«Прогноз»	14.IV	200,9	940	65	97,0
«Прогноз-2»	29.VI	201,0	557	65	96,9

В каждый комплект аппаратуры входили четыре ловушки — три интегральных, из которых две ориентированы на Солнце, а одна — в антисолнечном направлении, и модуляционная ловушка, ориентированная на Солнце. Интегральные ловушки, аналогичные описанным в [2, 3], регистрировали разность потоков ионов с энергией, большей потенциала спутника, и электронов с энергией ≥ 70 эв. С помощью модуляционной ловушки, описанной в [4], измерялся энергетический спектр ионов в диапазоне 0—4 кэв.

На каждом витке вокруг Земли оба спутника пересекали фронт околоземной ударной волны и магнитопаузу, положение которых регистрировалось всеми ловушками. При приближении спутника к Земле и прохождении фронта ударной волны (см., например, [5, 6]) наблюдается, во-первых, резкое расширение энергетического спектра ионов с перемещением максимума спектра к энергии ~ 200 эв и, во-вторых, значительное увеличение энергии электронов, так что в большинстве случаев поток электронов с энергией ≥ 70 эв превышает $\sim 5 \cdot 10^4$ см⁻²·сек⁻¹. При пересечении магнитопаузы (из переходного слоя в магнитосферу) происходит реактивный спад потока ионов, регистрируемого модуляционной ловушкой, и потока электронов, регистрируемого всеми интегральными ловушками.

Всего в описываемом эксперименте зарегистрировано более ста пересечений указанных границ, которые благодаря выбранным начальным

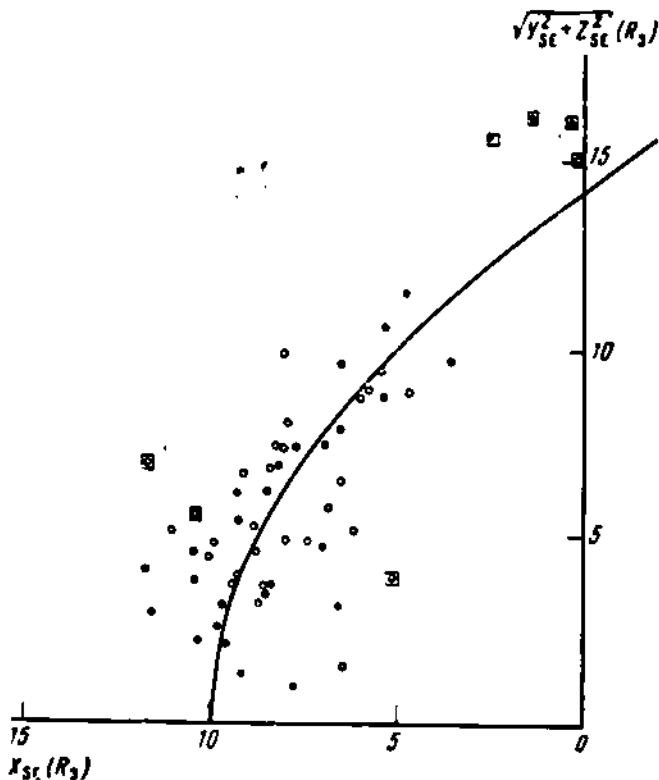


Рис. 1. Положение магнитопаузы по данным спутников серии «Прогноз» в апреле – октябре 1972 г.

○ — «Прогноз», □ — «Прогноз-2»

орбитам и их естественной эволюции (поворот линии апсид на 4° за каждый виток) позволяют в течение 3–5 месяцев изучить форму границ магнитосферы в северном полушарии в диапазоне местных времен 11–4 часа.

В настоящем сообщении представлена только часть этих данных — те из них, которые относятся к положению магнитопаузы в дневном секторе магнитосферы при эклиптических широтах в пределах 10 – 30° . Эти наблюдения проведены в апреле – октябре 1972 г.

На рис. 1 представлено положение магнитопаузы (58 точек) в солнечно-эклиптических координатах. Для того чтобы представить на плоскости точки, расположенные в трехмерном пространстве, все измеренные положения, как это сделано в [7, 8], повернуты относительно оси X_{se} в плоскость эклиптики. Такая процедура опирается, очевидно, на предположение о цилиндрической симметрии магнитосферы.

На том же рисунке показано среднее положение магнитопаузы, вычисленное по методу наименьших квадратов для параболической аппроксимации границы магнитосферы. При этих вычислениях были исключены из рассмотрения точки, относящиеся к наблюдениям магнитопаузы во время периода высокой солнечной активности 4–12 августа 1972 г. (обведены квадратами на рис. 1). По совокупности остальных данных положение подсолнечной точки магнитопаузы находится при $X_{se} = 10,0 R_3$. В направлении 6 час местного времени ($X_{se} = 0$) расстояние до границы магнитосферы оказывается равным $14,3 R_3$. Разброс точек относительно среднего положения магнитопаузы можно характеризовать их среднесquareм отклонением, равным $\pm 2,0 R_3$.

Представляет интерес сравнение этих результатов с наблюдениями на других космических аппаратах, выполненными в разные годы. На рис. 2

представлены средние положения магнитопаузы, полученные путем параболической аппроксимации результатов наблюдений на спутнике IMP-1 в 1964 г. [7], на спутнике «Neos-1» в 1969 г. [8] и наших данных. В работе [8] выдвинуто предположение, что различие данных для IMP-1 и «Neos-1» связано с тем, что первые измерения проведены в период, близкий к минимуму солнечной активности, а вторые — в год максимума для идущего сейчас 20-го цикла. Согласно оценкам, в период максимума активности средняя концентрация полов солнечного ветра и его динамическое давление уменьшаются примерно в два раза по сравнению с их значениями в годы минимума и, следовательно, размеры магнитосферы возрастают. Наши данные, полученные также в период, близкий к минимуму солнечной активности в 20-м цикле, качественно подтверждают указанную точку зрения. Действительно, положение магнитопаузы по данным спутников серии «Прогноз» в 1972 г. ближе к измерениям 1964 г., чем к измерениям 1969 г. Необходимо, однако, при сравнении данных различных аппаратов, иметь в виду, что измерения положения магнитопаузы проводятся зачастую в весьма различных условиях, например, сильно отличающихся по эклиптической широте, и это обстоятельство может оказаться существенным и потребовать специального анализа.

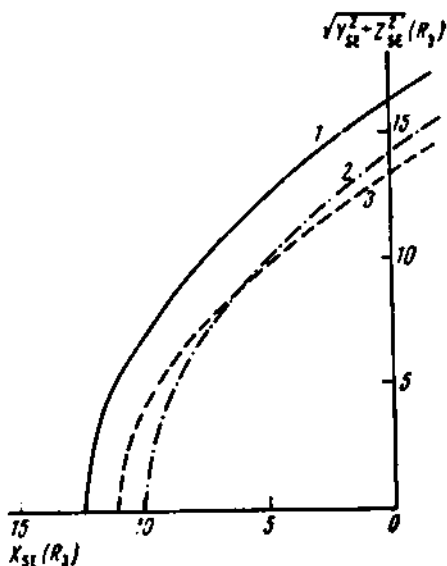


Рис. 2. Положение магнитопаузы по измерениям в разное время
1 — «Neos-1», 2 — «Прогноз» и «Прогноз-2»,
3 — IMP-1

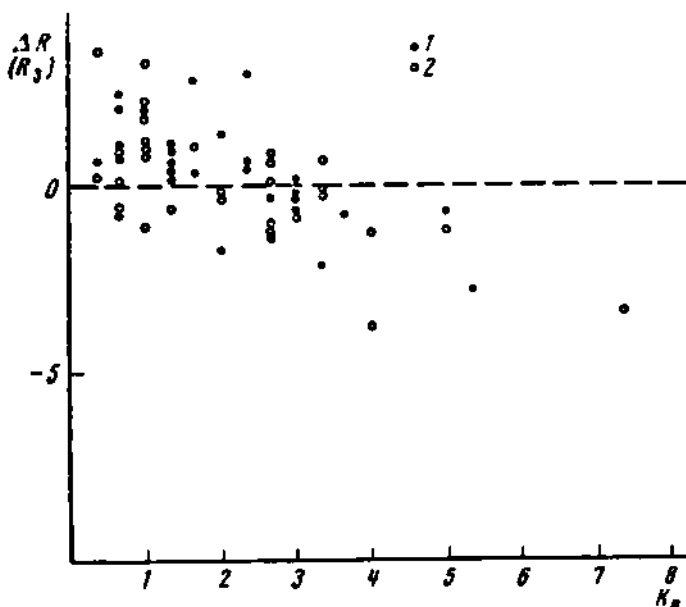


Рис. 3. Связь отклонения положения магнитопаузы от среднего значения с уровнем геомагнитной активности
1 — «Прогноз», 2 — «Прогноз-2»

Большой разброс точек на рис. 1 относительно среднего положения магнитопаузы отражает, по-видимому, вариации условий в солнечном ветре. С другой стороны, уровень геомагнитной активности является в какой-то степени мерой этих вариаций. Поэтому представляет интерес сопоставление положений магнитопаузы с уровнем геомагнитной активности. Такое сопоставление приведено на рис. 3, где результаты измерений на спутниках «Прогноз» и «Прогноз-2» даны в зависимости от K_p -индекса за тот трехчасовой интервал, в который произошло пересечение магнитопаузы. Чтобы исключить влияние различия в эклиптической долготе для измерений, проведенных в разные моменты времени, в качестве меры вариаций положения магнитопаузы принята разность геоцентрических расстояний между измеренным положением и точкой на средней кривой, лежащей на том же радиусе.

Приведенные на рис. 3 данные, несмотря на значительный разброс точек, обнаруживают довольно четкую зависимость — уменьшение размеров магнитопаузы с ростом уровня геомагнитной активности. Этот результат несколько отличается от сделанного в работах [9, 10] заключения о том, что уменьшение размеров магнитосферы имеет место как при возмущенных, так и при спокойных геомагнитных условиях, но согласуется с выводом [9, 10], что увеличение размеров магнитосферы имеет место только при низком уровне геомагнитной активности. Возможно, причина этого расхождения связана просто с отличием использовавшихся индексов (в [9, 10] использовался AE -индекс).

Проведенное сопоставление знака отклонения точек рис. 3 от среднего положения магнитопаузы со знаком среднесуточного значения продольной компоненты межпланетного магнитного поля (к Солнцу или от Солнца) по данным С. М. Мансурова и Л. Г. Мансуровой [11] показало отсутствие заметной корреляции между ними. Количественные оценки влияния давления солнечного ветра на размеры магнитосферы по нашим данным будут опубликованы позже, по завершении обработки показаний модуляционной дощечки, позволяющих определить скорость ветра и концентрацию ионов.

Авторы благодарят О. С. Акенътневу за помощь в расчетах, а также В. М. Сяницина, проведшего расчет координат спутника.

Дата поступления
29 апреля 1974 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Безруких, А. П. Белашин и др. Геомагнетизм и астрономия, 14, № 3, 399, 1974.
2. К. Н. Грингауз, В. В. Безруких, М. З. Хохлов, Г. Н. Застенкер, А. П. Ремизов, Л. С. Мусатов. Космич. исслед., 4, № 6, 851, 1966.
3. В. В. Безруких, К. Н. Грингауз. Сб. «Исследования космического пространства», М., «Наука», 1965, стр. 177.
4. Г. В. Волков, Г. Н. Застенкер, В. Ф. Копылов, А. П. Ремизов, М. З. Хохлов. Космич. исслед., 8, № 3, 423, 1970.
5. J. H. Wolfe, D. S. Intriligator. Space Sci. Rev., 10, № 4, 511, 1970.
6. M. Neugebauer, C. T. Russell, J. V. Olson. J. Geophys. Res., 76, № 19, 4366, 1971.
7. H. Bridge, A. Egtidi, A. Lazarus, E. Lyon, L. Jacobson. Space Res., 3, 969, 1965.
8. A. Egtidi, V. Formisano, F. Palmiotto, P. Saraceno. J. Geophys. Res., 75, № 34, 6999, 1970.
9. C. I. Meng. J. Geophys. Res., 75, № 16, 3252, 1970.
10. D. H. Fairfield. J. Geophys. Res., 76, № 28, 6700, 1971.
11. С. М. Мансуров, Л. Г. Мансурова. Геомагнетизм и астрономия, 11, № 1, 115, 1971.