

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Том VI

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК)

4

МОСКВА · 1968

УДК 523.745 : 629.195

К. И. Грингауз, Э. К. Соломатина

ИЗМЕНЕНИЕ ПОТОКОВ ИОНОВ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ УРОВНЯ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ НА АППАРАТАХ «ВЕНЕРА-2» и «ВЕНЕРА-4»

Проводится сопоставление результатов наблюдений потоков солнечного ветра вблизи Земли, полученных в 1965 г. на аппарате «Венера-2» и в 1967 г. на аппарате «Венера-4». Делается вывод об увеличении потоков солнечного ветра с ростом солнечной активности.

Начиная с середины 19 века, когда Швабе и Вольф впервые установили 11-летнюю цикличность в изменении чисел солнечных пятен, были обнаружены многочисленные проявления подобной же 11-летней цикличности для ряда других гелиофизических и геофизических характеристик. В частности, 11-летний цикл проявляется в ходе кривых величин потоков коротковолнового излучения Солнца, индексов геомагнитных возмущений и критических частот ионосферы Земли [1, 2].

Представления о том, что геомагнитные возмущения вызываются воздействием на магнитное поле Земли потоков заряженных частиц, идущих от Солнца, существуют в течение многих лет. Однако механизм этого воздействия до сих пор полностью не выяснен, так как не известно, изменения каких именно характеристик потоков солнечной плазмы (величины потока намагниченной плазмы, его скорости, величины или направления магнитного поля и др.) вызывают эти возмущения. Поэтому наличие 11-летней цикличности геомагнитных возмущений

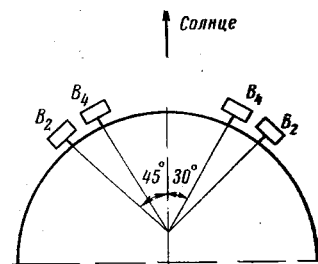


Рис. 1

дает основания считать, что такая же цикличность существует в изменениях каких-то характеристик потоков солнечной плазмы, но не позволяет утверждать это в отношении какой-либо определенной физической характеристики этих потоков.

В настоящем сообщении приводятся результаты измерений величин потоков ионов солнечной плазмы, проведенных в межпланетном пространстве во время полетов космических аппаратов «Венера-2» (запущенного в ноябре 1965 г.) и «Венера-4» (запущенного в июне 1967 г.), дающие основание считать, что при росте уровня солнечной активности величина потоков солнечной плазмы (солнечного ветра) возрастает.

Измерения проводились при помощи ловушек заряженных частиц с постоянными потенциалами на электродах, отличающихся от ловушек, применявшихся на первых лунных ракетах [3], лишь деталями.

Схема ионных ловушек заряженных частиц, применявшихся на аппарате «Венера-4», приведена в [4]. Ловушки, установленные на «Венере-2», отличаются от описанных в [4] тем, что на вторую сетку подавались не

импульсы напряжения $+50$ в относительно корпуса аппарата, а постоянное напряжение $+50$ в.

На коллекторы таких ловушек могут попадать положительные ионы практически всех энергий, характерных для солнечного ветра; для электронов же солнечного ветра ловушки заперты потенциалом антифотоэлектронной сетки.

Расположение ловушек на указанных аппаратах относительно направления на Солнце приведено на рис. 1 (B_2 — ловушки, установленные на «Венере-2», B_4 — на «Венере-4»). Во время полетов ориентация космических аппаратов относительно Солнца поддерживалась с высокой точностью.

Как известно (см. [3]), в подобных ловушках заряженных частиц, освещенных Солнцем, возникает составляющая коллекторного тока, создаваемая фотоэлектронами, эмитируемыми антифотоэлектронной сеткой. В случаях, когда ток, создаваемый попадающими на коллектор положительными ионами солнечного ветра, меньше указанной составляющей, коллекторный ток I_K может становиться отрицательным.

Как показали лабораторные исследования, различие фототоков, связанным с различной ориентацией ловушек в обоих случаях, практически можно пренебречь.

Измерения I_K проводились 1 раз в 4 часа и записывались запоминающим устройством, а затем передавались на Землю во время сеансов радиосвязи.

Многочисленные длительные измерения, проведенные в межпланетном пространстве (начиная с опытов на аппарате «Маринер-2», проведенных в 1962 г. [5]), показали, что скорость солнечного ветра обладает отчетливой 27-дневной циклическостью. Это несомненно свидетельствует о том, что межпланетная плазма (солнечный ветер) вращается вместе с Солнцем и что различные участки солнечной короны эмитируют плазму различным образом.

Отсюда следует, что для оценки изменений среднего потока ионов, эмитируемых Солнцем в различные периоды цикла солнечной активности, должны браться интервалы времени, равные или кратные 27 суткам с тем, чтобы при этом была учтена эмиссия как более активных, так и менее активных областей Солнца.

На рис. 2 приведены величины суммы коллекторных токов обеих ловушек, зарегистрированные в течение первых 27 суток полета аппарата «Венера-2» (светлые кружки) и относящиеся к периоду с 15.XI по 11.XII 1965 г. и аналогичные данные, относящиеся к аппарату «Венера-4» (темные кружки), полученные в период с 12.VI по 8.VII 1967 г.

К концу каждого из этих интервалов времени удаление космических аппаратов от орбиты Земли не превышало 10 млн. км.

Из рис. 2 видно, что в большинстве случаев зарегистрированные на «Венере-4» значения токов превышают величины токов, полученных на «Венере-2». Усреднение величин токов, зарегистрированных в течение 27 суток на обоих космических аппаратах, показало, что среднее значение коллекторного тока по данным «Венеры-4» в 6 раз превышает соответствующее значение по данным «Венеры-2».

Учитывая различный наклон осей ловушек к направлению на Солнце на обоих аппаратах (см. рис. 1), указанное превышение следует уменьшить до 5 раз.

Изменение ионных потоков, создающих положительные коллекторные токи, в действительности может существенно отличаться от указанной величины. Это связано с тем, что при вычислении средних значений токов не исключались отрицательные компоненты коллекторных токов, создавав-

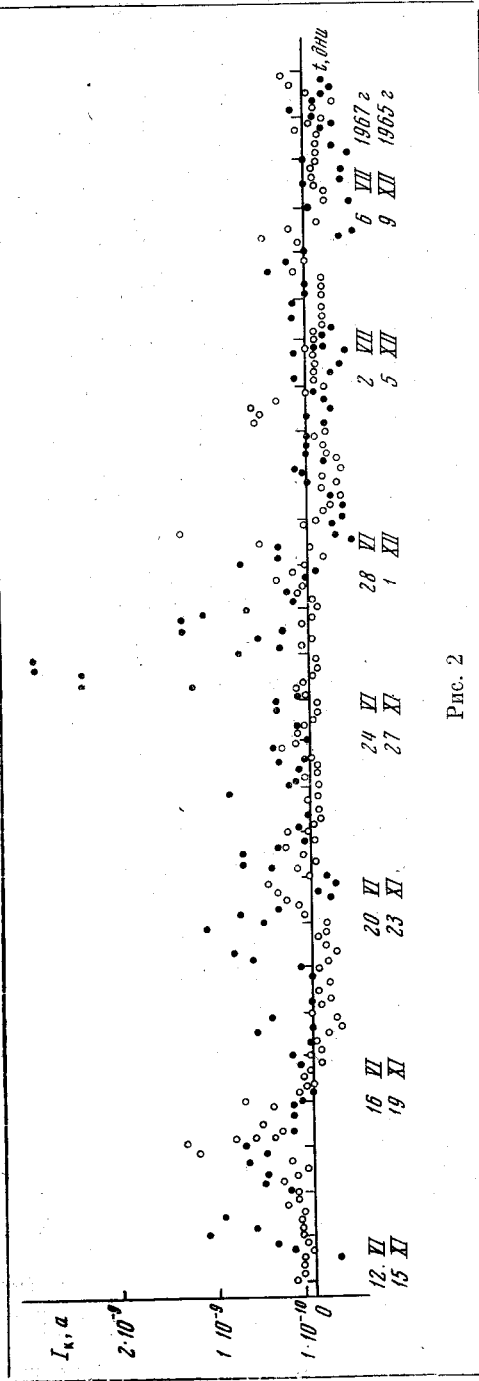


Рис. 2

пились, как указывалось выше, фотоэлектронами, и уменьшавшие зарегистрированные токи, по сравнению с токами, создаваемыми ионными потоками. Например, если бы на «Венере-2» средняя величина ионного компонента коллекторного тока приблизилась по величине к отрицательному фотоэлектронному компоненту, то кажущееся превышение потока ионов солнечного ветра в случае «Венеры-4» чрезвычайно возросло бы. Если при расчете потоков брать значения измеренных коллекторных токов, то средняя величина потока ионов, по данным «Венеры-2» за указанный период, может быть оценена как $\sim 2 \cdot 10^7 \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$, а на «Венере-4» как $\sim 10^8 \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$. Наибольшая величина потока ионов солнечного ветра была зарегистрирована 25 июня 1967 г. во время геомагнитной бури ($K_p = 5 \div 6$) и была равна $1,3 \cdot 10^9 \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$.

Как следует из изложенного выше, все указанные величины N_i несколько занижены.

Однако несмотря на указанную затруднительность количественных оценок результаты измерений, приведенные на рис. 2, показывают, что эффект увеличения среднего за время оборота Солнца вокруг своей оси потока ионов солнечного ветра в июне — июле 1967 г. по сравнению с ноябрем — декабрем 1965 г. не вызывает сомнения.

Электромагнитное излучение Солнца за период с декабря 1965 г. по июль 1967 г., в течение которого уровень солнечной активности повысился, значительно возросло. Так, поток солнечного радиоизлучения с длиной волны — 10,7 см возрос в среднем с $81 \cdot 10^{-22}$ до $143 \cdot 10^{-22} \text{ вт/м}^2 \cdot \text{Гц}$, т. е. примерно в 2 раза [6, 7].

Приведенные выше данные измерений при помощи ловушек заряженных частиц на космических аппаратах «Венера-2» и «Венера-4», свидетельствуют в пользу того, что при увеличении уровня солнечной активности возрастают потоки не только электромагнитного, но и корпускулярного излучения Солнца.

Дата поступления
23 апреля 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. С. Эйгенсон, М. Н. Гневышев, А. И. Оль, Б. М. Рубашев. Солнечная активность и ее земные проявления. Гостехиздат, 1948.
2. Б. М. Рубашев. Проблемы солнечной активности. Изд-во «Наука», 1964.
3. К. И. Грингауз, В. В. Безруких, В. Д. Озеров, Р. Е. Рыбчинский. Докл. АН СССР, 131, 1301, 1960.
4. К. И. Грингауз, В. В. Безруких, Л. С. Мусатов, Т. К. Бреус. Космич. исслед., 6, № 3, 411, 1968.
5. C. W. Snyder, M. Neugebauer. Space Res., 4, 89, 1963.
6. Бюлл. «Солнечные данные», № 12, Изд-во «Наука», 1965.
7. Бюлл. «Солнечные данные», № 6, Изд-во «Наука», 1967.