

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
КОМИССИЯ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ  
КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

# ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

*(Отдельный оттиск)*



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Москва 1965

МЕЖПЛАНЕТНАЯ ПЛАЗМА (СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР)

(Тезисы)

1. В 1958—1959 гг. существовали две модели межпланетной плазмы: статическая — Чепмена [1] и динамическая — Паркера [2]. Из теории Паркера следовало, что

а) плазма в межпланетном пространстве должна существовать в виде потоков, постоянно движущихся от Солнца со скоростями: вблизи от короны Солнца  $\sim 10$  км·сек<sup>-1</sup> на расстоянии 1 а.е.  $\sim (5 \div 10) \cdot 10^2$  км·сек<sup>-1</sup>;

б) движение частиц должно быть близким к радиальному;

в) межпланетное магнитное поле, вмороженное в плазму, должно иметь вблизи Земли величину порядка единиц на  $10^{-5}$  зс; силовые линии его должны иметь вид спиралей, форма которых зависит от скорости частиц.

По расчетам Паркера, сделанным в 1958—1959 гг., потоки плазмы вблизи орбиты Земли должны были составлять величины порядка  $10^{11}$  см<sup>-2</sup>·сек<sup>-1</sup>, что при скорости потока  $\sim 10^3$  км·сек<sup>-1</sup> соответствует концентрации  $\sim 10^8$  см<sup>-3</sup>, так же, как и в модели Чепмена.

2. Впервые вне геомагнитного поля межпланетная плазма была зарегистрирована в опытах с ловушками заряженных частиц на второй советской лунной ракете (1959 г.) [3]. Следующие наблюдения были проведены на третьей лунной ракете (1959 г.) и межпланетной станции «Венера-1» (февраль 1961 г.) [4, 5]. Было найдено, что величины потоков лежат в пределах от  $10^8$  см<sup>-2</sup>·сек<sup>-1</sup> до  $10^9$  см<sup>-2</sup>·сек<sup>-1</sup>, и установлено наличие связи между величинами потоков солнечной плазмы и геомагнитными возмущениями.

На спутнике «Эксплорер-10» (март 1961 г.) впервые были прямым ме-

тодом измерены скорости протонов в потоках солнечной плазмы (лежавшие в пределах  $400-700 \text{ км} \cdot \text{сек}^{-1}$ ) [6].

3. Все опыты по прямым наблюдениям межпланетной плазмы до 1962 г. носили отрывочный характер, проводились в виде сравнительно кратковременных сеансов наблюдений, и поэтому не позволяли утверждать, что зарегистрированные потоки солнечной плазмы существуют всегда, т. е. относятся к «солнечному ветру» Паркера. Только почти непрерывные четырехмесячные наблюдения потоков солнечной плазмы на американской межпланетной станции «Маринер-2» (1962 г.) позволили сделать окончательный вывод о том, что потоки солнечной плазмы существуют всегда и их скорости близки к предсказанным теорией Паркера [7].

4. Анализ доплеровских частот в спектре отраженных сигналов при радиолокации Солнца, проведенный в Гарвардской радиоастрономической обсерватории (США), показал, что вблизи от Солнца расширение солнечной короны происходит со скоростями порядка  $15 \text{ км} \cdot \text{сек}^{-1}$  [8]. Это, наряду с прямыми измерениями скоростей потоков солнечной плазмы вблизи орбиты Земли, свидетельствует в пользу правильности представлений о расширении короны Солнца с возрастающей по мере удаления от него скоростью.

5. Магнитные измерения в межпланетном пространстве подтвердили солнечное происхождение межпланетных магнитных полей, а также и спиралевидность их структуры, следующую из теории Паркера; величина межпланетного магнитного поля оказалась, как и предсказывалось этой теорией, порядка единиц  $10^{-5} \text{ гс}$  [9, 10].

6. Помимо «Луны-2», «Луны-3» и «Венеры-1» наблюдения потоков солнечной плазмы велись также на советских межпланетных станциях «Марс-1» (1962 г.) и «Зонд-2» (1964 г.). Произведены измерения как величин потоков ионов, так и их энергетических спектров. Совокупность данных измерений на всех указанных советских космических аппаратах свидетельствует о корреляции между величинами потоков солнечного ветра и  $K_p$ -индексами, характеризующими интенсивность геомагнитных возмущений [11]. Этот вывод отличается от вывода авторов наблюдений на «Маринере-2» о наличии хорошей корреляции между скоростями потоков солнечного ветра и  $K_p$ -индексами и отсутствием такой корреляции между величинами потоков и  $K_p$ -индексами [7]. Можно предположить, что это связано с различием в методике наблюдений (на советских космических аппаратах измерения велись ловушками заряженных частиц, а на «Маринере-2» — электростатическим анализатором). По данным наблюдений на спутнике «ИМП-1» [12] и на станции «Зонд-2» [11], потоки ионов солнечного ветра могут меняться от  $2 \cdot 10^7 \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$  до  $10^9 \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$ .

7. Совокупность имеющихся экспериментальных данных, относящихся к плазме и к магнитным полям в межпланетном пространстве, свидетельствует о том, что теория Паркера правильно описывает основные черты наблюдаемых явлений, хотя отдельные детали этой теории, по-видимому, нуждаются в пересмотре.

8. Солнечный ветер является фактором, определяющим все основные процессы в межпланетной среде и многие важнейшие геофизические явления. Так, от потоков солнечной плазмы зависит структура межпланетного магнитного поля (а следовательно, и траектории космических лучей); эти потоки определяют форму магнитосферы и, по-видимому, управляют геомагнитными и ионосферными бурями. Солнечный ветер играет существенную роль также в физике планет — лабораторные опыты с облучением потоками протонов различных металлов и скальных пород дают основания считать, что ряд специфических физических свойств лунной поверхности обусловлен прямым воздействием на нее солнечного ветра [12, 13].

Поэтому дальнейшие эксперименты по изучению солнечного ветра являются одной из важнейших задач физических исследований в космосе.

## Литература

1. S. Chapman. *J. Atmos. Terr. Phys.*, **15**, 43, 1959.
2. E. H. Parker. *Astrophys. J.*, **128**, 664, 1958.
3. К. И. Грингауз, В. В. Безруких, В. Д. Озеров, Р. Е. Рыбчинский. Докл. АН СССР, **131**, 6, 1301, 1960.
4. K. I. Gringauz. *Space Res.*, **2**, 539, 1961.
5. К. И. Грингауз, В. В. Безруких, С. М. Баландина, В. Д. Озеров, Р. Е. Рыбчинский. В сб. «Искусственные спутники Земли», вып. 15. Изд-во АН СССР, 1963, стр. 98.
6. H. S. Bridge, A. J. Lazarus, E. F. Lyon, B. Rossi, F. Sherb. *Space Res.*, **4**, 1133, 1963.
7. C. W. Snyder, M. Neugebauer. *Space Res.*, **4**, 89, 1964.
8. A. Maxwell, R. J. Defouw, P. Comings. *Planet. Space Sci.*, **12**, N 5, 435, 1964.
9. N. F. Ness, C. S. Scarse, J. B. Seek. *J. Geophys. Res.*, **69**, 3531, 1964.
10. N. F. Ness, J. M. Wilcox. *Phys. Rev. Letters*, **13**, 461, 1964.
11. В. В. Безруких, К. И. Грингауз, Р. Е. Рыбчинский, Л. С. Мусатов, М. З. Хохлов. Докл. АН СССР, **163**, 4, 1965.
12. G. K. Wehner, C. F. Kenknight, D. Rosenberg. *Planet. Space Sci.*, **11**, N 11, 1257, 1963.
13. D. Rosenberg, G. K. Wehner. *J. Geophys. Res.*, **69**, 15, 3307, 1964.