

*Письма в ЖЭТФ, том 18, вып. 10, стр. 601 – 604*

20 ноября 1973 г.

## ГИДРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ МЕЖПЛАНЕТНОЙ ПЛАЗМЫ

*A. B. Гульельми, Б. В. Довбня*

Сообщается о наблюдении гидромагнитного излучения в диапазоне  $0 \div 2 \text{ Гц}$ , отличительной особенностью которого является глубокая модуляция несущей частоты. Высказывается гипотеза об возбуждении этого типа излучения в межпланетной плазме.

1. Известно, что давление межпланетной плазмы (солнечного ветра) анизотропно, причем вблизи орбиты Земли  $p_{\parallel} > p_{\perp}$ . Анизотропия является следствием радиального расширения потока солнечной плазмы [1].

При  $p_{\parallel} > p_{\perp}$  может возникнуть шланговая неустойчивость, приводящая к нарастанию длинноволновых гидромагнитных возмущений ( $\Omega << \Omega_p$ ), и циклотронная коротковолновая неустойчивость ( $\omega \sim \Omega_p$ , где  $\Omega_p = eB/m_p c$ ) [2 – 5]. Порог циклотронной неустойчивости ниже, а инкремент нарастания амплитуды выше, чем для шланговой неустойчивости. Циклотронная неустойчивость, по-видимому, приводит к ограничению анизотропии давления и к выравниванию температур электронов и протонов солнечного ветра. Таким образом, экспериментальное исследование циклотронной неустойчивости имеет существенное значение для понимания физики межпланетной среды.

В данной работе сообщается о попытке обнаружить по данным наблюдений магнитозвуковые волны, возбужденные в межпланетной среде в результате циклотронной неустойчивости.

2. На поверхности Земли наблюдается большое разнообразие типов гидромагнитных излучений [6]. При попытке выделить излучение межпланетного происхождения мы исходили из ожидаемых свойств этого излучения, которые отличают его от хорошо известных типов, имеющих внутримагнитосферное происхождение.

В системе отсчета, связанной с Землей, частота волны

$$\omega = kU + \omega', \quad (1)$$

где  $\omega'$  – частота волны в системе, связанной с солнечным ветром,  $U$  – скорость солнечного ветра. В межпланетной плазме ( $\beta \sim 1$ ,  $T_{\perp p} \leq T_{\parallel p}$ ) нарастают магнитозвуковые волны с инкрементом  $y \sim \omega' \sim \Omega_p$  при  $k_\perp = 0$ ,  $k_\parallel \sim \omega_{op}/c$ , где  $\omega_{op}^2 = 4\pi e^2 N/m_p$  [5]. При типичных значениях параметров  $\Omega_p \ll U/c$   $\omega_{op}$ , так что

$$\omega \approx \omega_{op} \frac{U}{c} \cos \psi, \quad (2)$$

где  $\psi$  – угол между  $U$  и  $B$ .

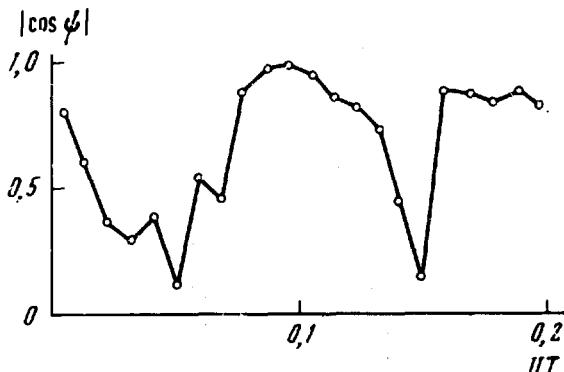
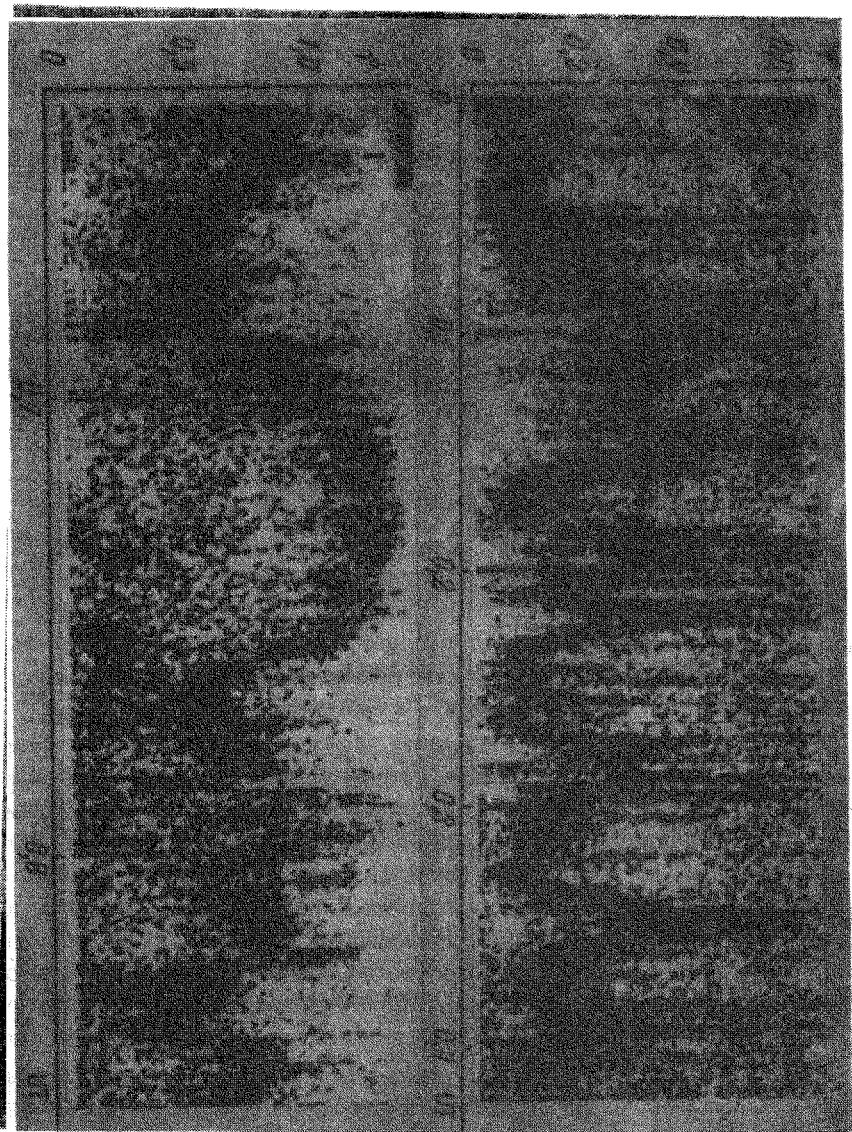


Рис. 2. Динамический спектр серпентинной эмиссии 20/Iv - 1968г. По вертикальной оси — частота в герцах, по горизонтальной — время в часах, спектральная плотность пропорциональна степени покрытия



Сонограмма (динамический спектр) излучения показана на рис. 2. Излучение имеет вид извивающейся темной полосы шириной  $\Delta f \sim 0,2 \text{ Гц}$ . Мы условно назвали новый тип излучения "серпентинной эмиссией".

Наиболее важной отличительной особенностью серпентинной эмиссии является глубокая модуляция несущей частоты: в типичных случаях  $f$  меняется от  $f_{\max} \sim 1 \text{ Гц}$  до  $f_{\min} \sim 0,1 \text{ Гц}$  с квазипериодом  $\tau \sim 10 - 60 \text{ мин.}$  Перманентность излучения и модуляция частоты соответствует ожидаемым свойством, указанным в предыдущем разделе. Поэтому разумно предположить, что излучение проникает к земной поверхности из межпланетной среды. Согласно оценкам спектр наблюдаемого излучения качественно совпадает со спектром циклотронной неустойчивости межпланетной плазмы.

Гипотезу о природе серпентинной эмиссии можно проверить либо путем прямых наблюдений гидромагнитного излучения в солнечном ветре, либо путем сопоставления наземных данных о модуляции частоты излучения со спутниковыми данными о вариациях направления межпланетного магнитного поля<sup>1)</sup>. Соответствующие эксперименты целесообразно провести ввиду той роли, которую играет циклотронная неустойчивость в кинетике солнечного ветра. Авторы благодарны В.А.Троицкой за интерес к работе и обсуждение результатов, а также Годдардовскому Центру за данные о межпланетном магнитном поле, которые использовались для построения рис. 1.

Институт физики Земли  
им. О.Ю.Шмидта  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
1 июня 1973 г.

### Литература

- [ 1 ] Е.Паркер. Динамические процессы в межпланетной среде, М., изд. Мир. 1965.
- [ 2 ] Р.З.Сагдеев, В.Д.Шафранов. ЖЭТФ, 12, 130, 1961.
- [ 3 ] C. F. Kennel, F. L. Scarf. J. Geophys. Res., 73, 6149, 1968.
- [ 4 ] J. V. Hollweg, H. J. Völk. J. Geophys. Res., 75, 5297, 1970.
- [ 5 ] А.Б.Михайловский. Сб. Вопросы теории плазмы, под ред. М.А.Леоновича, М., 6, 70, 1972.
- [ 6 ] В.А.Троицкая, А.В.Гульельми. УФН, 97, 453, 1969.

<sup>1)</sup> По имеющимся у нас данным обнаружена заметная корреляция между среднечасовыми значениями  $f$  и  $|\cos \psi|$ . Однако очевидно, что для проверки гипотезы необходима более детальная информация о межпланетном магнитном поле.