

УДК 551.590.02

Г. С. МИНАСЯНЦ, Т. М. МИНАСЯНЦ

## О СЛУЧАЯХ ОДНОВРЕМЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ ЧАСТИЦ РАЗЛИЧНЫХ ЭНЕРГИЙ ВБЛИЗИ ОРБИТЫ ЗЕМЛИ

Изучена зависимость моментов прихода к Земле вспыхивающих потоков частиц от их энергии. Найдены многочисленные случаи одновременного возрастания потоков протонов в различных интервалах энергий. Предположено, что в этих случаях происходит генерация низкоэнергичных протонов частицами высоких энергий в околоземном космическом пространстве.

В литературе неоднократно указывалось на использование моментов прихода солнечных космических лучей с энергией протонов  $E_p > 500$  MeV для краткосрочного прогноза сильных магнитосферных возмущений, так как примерно через 1 ч у Земли начинали регистрироваться потоки наиболее геоэффективных протонов  $E_p = (5-30)$  MeV [1-3]. Поэтому, используя наблюдательные данные (регистрация потоков протонов на орбитальных спутниках), важно определить более точное время запаздывания низкоэнергичных протонов относительно потоков протонов высоких энергий. Для этой цели рассмотрены события, протоны от которых имели энергию  $E_p > 100$  MeV и значение интегрального потока достигало величины не менее 1 particles/cm<sup>2</sup> sec sr.

По формуле, связывающей скорость  $v$  с кинетической энергией частиц  $E$ ,

$$E = mc^2 [(1 - v^2/c^2)^{-1/2} - 1]$$

можно установить, что время распространения от Солнца до Земли протонов с энергией  $E_p = 10$  MeV составляет  $T=69$  мин, для  $E_p = 100$  MeV,  $T=23$  мин,

для  $E_p=700$  MeV  $T=15$  мин. В расчет принято значение пути  $S=1,2$  а.е., учитывающее искривленность силовых линий межпланетного магнитного поля. Таким образом, время запаздывания прихода протонов  $E_p=10$  MeV должно составлять по отношению к  $E_p=100$  MeV не менее  $\Delta T=46$  мин. Однако кривые изменения интегральных потоков протонов от  $E_p > 1$  MeV до  $E_p > 100$  MeV, приведенные в SGD (спутники GOES), указывают на многочисленные случаи, когда регистрируется одновременный (с точностью до 5 мин) приход протонов различных энергий.

На рис. 1 показан типичный пример такого протонного события, которое произошло 20 января 2005 г.

Для проверки подобных фактов были привлечены данные спутников GOES- 6-,9-,10-,11, на которых установлены дифференциальные каналы регистрации протонов. Для разных модификаций спутников GOES параметры интервалов энергий дифференциальных каналов составляют (0,8-4)MeV, (4-9)MeV, (9-15)MeV, (15-40)MeV,

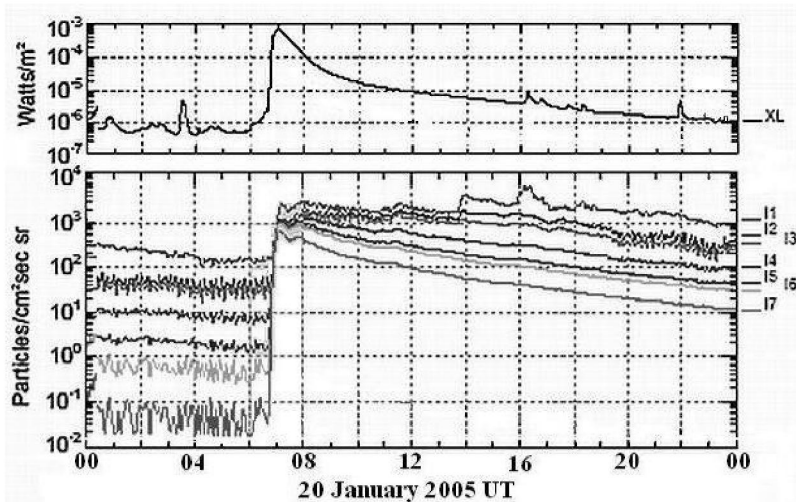


Рис. 1. По данным спутника GOES-12 показаны: XL – изменения рентгеновского потока излучения в области (1-8)Å (верхний график) и изменения интегрального потока протонов: I1>1 MeV, I2>5 MeV, I3>10 MeV, I4>30 MeV, I5>50 MeV, I6>60 MeV, I7>100 MeV (нижний график) для события 20 января 2005 г.

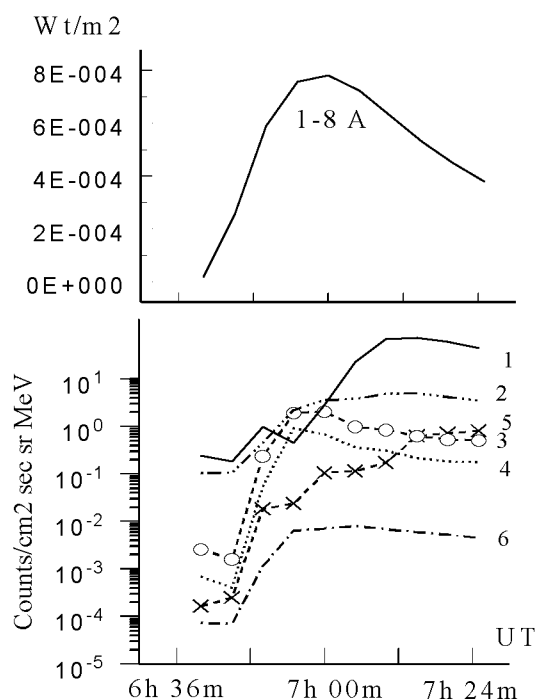


Рис.2. По данным спутника GOES-10 показаны: изменения рентгеновского потока излучения в области (1–8)Å (верхний график) и период усиления потока протонов в дифференциальных каналах: 1 – (4–9) MeV, 2 – (15–40) MeV, 3 – (350–420) MeV, 4 – (420–510) MeV, 5 – (510–700) MeV, 6 – >700 MeV (нижний график) для события 20 января 2005 г.

(40–80)MeV, (80–165)MeV, (165–500)MeV, (350–420) MeV, (420–510)MeV и (510–700)MeV. Исследование показало, что, действительно, в ряде случаев регистрируется практически одновременное усиление потока протонов самых различных интервалов энергий. На рис. 2 показаны кривые изменения значений потоков протонов по данным дифференциальных каналов для того же события 20 января 2005 г.

Примечательно присутствие подобного характера возрастания и для нескольких уникальных случаев регистрации солнечных нейтронов по данным спутника «Коронас-Ф». Одновременный подъем значений в дифференциальных каналах от (15–40) keV до (100–200) MeV показывают и опубликованные кривые изменений потоков для трех событий (28.10.2003, 29.10.2003,

4.11.2003), ([www.magnetosphere.ru/~veselov/paper/figures/fig.22.doc](http://www.magnetosphere.ru/~veselov/paper/figures/fig.22.doc)).

Очевидно, что частицы низких энергий от Солнца не могут достигать околоземного пространства одновременно с субрелятивистскими частицами. Поэтому разумно предположить генерацию частиц малых энергий как результат реакции магнитосферы (и верхней атмосферы) Земли на прохождение потоков заряженных частиц высокой энергии солнечного происхождения через околоземное космическое пространство.

Подобные случаи заслуживают дальнейшего исследования.

Авторы благодарят доктора физ.-мат. наук Э. Я. Вильковиского за помощь и консультации при выполнении работы.

*Работа выполнена в рамках ПФИ, шифр Ф-0351.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Акасофу С.И., Чепмен С. Солнечно-земная физика. М.: Мир, 1975. Ч. 2. С. 509.
2. Вашенюк Э.В. // Релятивистские солнечные космические лучи // Тез. докл. Всеросс. конф. по физике солн.-земн. связей. Иркутск, 2001. С.47-48.
3. Дробжжев В.И., Кражунова О.Н., Дрынь Е.А. и др. Исследование космической погоды по вариациям космических лучей // Тез. докл. межд. конф. «Современная астрофизика: Традиции и перспективы». Алматы, 2005. С.70-72.

#### Резюме

Жаркылдаған ағындардың бөлшектерінің энергиясы олардың Жерге келетін мерзімдеріне тәуелділігі зерттелді. Энергияның әр түрлі аралықтағы протондар ағындарының бір мезгілдегі өсуінің көп оқиғалары табылды. Бұл оқиғаларда Жер маңындағы ғарыштық кеңістігіндегі жоғары энергиялардың бөлшектерімен төмен протондар генерациясының пайда болуы ойланады.

#### Summary

The dependence of the time moments of arrival to the Earth of the flare's fluxes of particles from their energies was studied. The numerous events of simultaneous increase protons fluxes in different intervals of energies are found. It is supposed a generation of low energetic protons is caused by high energetic particles near the Earth space.

*Астрофизический институт  
им. В.Г.Фесенкова МОН РК,  
г. Алматы*

*Поступила 22.05.2006 г.*