

УДК 523.62-726

Исследование фронтов межпланетных ударных волн, зарегистрированных прибором  
БМСВ на спутнике Спектр-Р

О.В. Сапунова<sup>1,2</sup>, Н.Л. Бородкова<sup>1</sup>, Г.Н. Застенкер<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт космических исследований Российской академии наук

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет)

В последние десятилетия было собрано и обработано большое количество данных по межпланетным ударным волнам в солнечном ветре. Временное разрешение для магнитных параметров плазмы солнечного ветра достигает 0,1 секунды. Но для плазменных параметров подобного разрешения удалось добиться относительно недавно на приборе БМСВ спутника Спектр-Р[1,2].

На данный момент зарегистрировано более 20 событий на спутнике Спектр-Р. Данные дополняются со спутника WIND. Для событий, зарегистрированных на 3-х и более спутниках, были вычислены нормали к фронту межпланетной ударной волны. По параметрам плазмы и магнитного поля солнечного ветра были вычислены характеристики фронта межпланетной ударной волны:  $\theta_{BN}$  (угол между нормалью к фронту и магнитным полем),  $Mms$  (магнитозвуковой Мах),  $\beta$  (отношение магнитного давления к тепловому давлению).

Длительность фронта межпланетной ударной волны была определена как по магнитному полю[3.4] (в случае наличия данных с высоким временным разрешением), так и по прибору БМСВ[5.6], имеющего временное разрешение 0,031 с для параметров плазмы. Для большинства событий эта величина составила менее 1 с. По этим данным определена толщина фронта.

На рисунке 1 представлено распределение толщины фронтов ударных волн за период 09.09.2011 – 12.09.2014. Для большинства событий данное значение не превышает 200 км, но были зарегистрированы МУВ с толщиной фронта более 400 км.

В некоторых событиях были зарегистрированы колебания-предшественники фронта. Были вычислены их частоты методом Фурье-анализа. Длина колебаний была сравнена с толщиной фронта ударной волны.

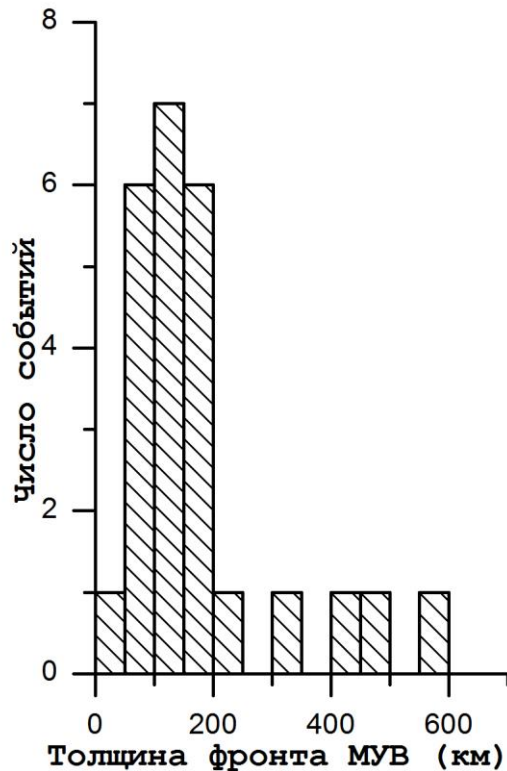


Рис. 1. Гистограмма распределения толщины фронтов межпланетных ударных волн за 09.09.2011 – 12.09.2014.

#### Литература

1. *Neugebauer M., Snyder C.W.* Mariner 2 observations of the solar wind. Average properties // *J. Geophys. Res.* 1966. V. 71. P. 4469.
2. *Formisano V.* Collisionless shock waves in space and astrophysical plasmas, in Proc. ESA Workshop on Future Missions in Solar, Heliospheric and Space Plasma Physics, vol. ESA SP- 235 (1985), p. 83
3. *King J.H.* Interplanetary medium data book – supplement 2, 1978-1982. NSSDC/WDC–A, 83-01, NASA GSFC. 1983.
4. *Borrini G., Gosling J.T., Bame S.J., Feldman W.C.* An Analysis of shock wave disturbances observed at 1 AU from 1971 through 1978, *J. Geophys. Res.*, 87, A6, 4365, 1982.
5. *Borodkova N.L., Vaisberg O.L., Zastenker G.N.* Interplanetary shock waves in the post solar maximum year period (January - July, 1981). *Adv. Space Res.*, V.6, N6, p.327, 1986.
6. *Застенкер Г.Н* [и др]. Быстрые измерения параметров солнечного ветра с помощью прибора БМСВ. *Космич. Исслед.*, том 51, № 2, 2013, С. 83-175.