

СИМПАТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА РАДИОГЕЛИОГРАФЕ НОБЕЯМА

Абрамов-Максимов В.Е.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия

SYMPATHETIC EVENTS FROM OBSERVATIONS WITH THE NOBEYAMA RADIOHELIOGRAPH

Abramov-Maximov V.E.

Pulkovo Observatory, St. Petersburg, Russia

We present a few cases of sympathetic events identified from observations on the Nobeyama Radioheliograph (NoRH) at 17 GHz. Sympathetic phenomena on the Sun are understood to be events (flares, bursts) that occur with a small interval of time in active regions located at significant distances from each other. It is assumed that the initiating flare, with the help of some disturbing agent, causes a secondary flare. We estimated the speed of propagation of the disturbing agent from one active region to another. In different cases the agent's speed is different. It varies from 100 to 4000 km/sec. Perhaps the nature of the agent is different in different cases. Sympathetic phenomena in the radio range are not exotic events and are observed quite frequently. The Nobeyama Radioheliograph and the Siberian Radioheliograph are the most suitable instruments for studying sympathetic phenomena in the radio range. To draw a final conclusion about the nature of the agent, observations in one range are not enough, and joint study based on simultaneous observations in different ranges is necessary.

<https://doi.org/10.31725/0552-5829-2024-9-12>

Симпатическими явлениями на Солнце называют события (вспышки, всплески), происходящие с небольшим интервалом по времени в активных областях (АО), удаленных друг от друга на значительные расстояния (до 10^6 км и более). Считается, что инициирующая вспышка при помощи возмущающего агента вызывает вторичную вспышку. Малый интервал времени между событиями в удаленных на большое расстояние друг от друга АО указывает на большую скорость распространения возмущения.

Симпатические явления на Солнце были обнаружены в 30-е годы прошлого века из анализа статистики оптических вспышек [1, 2]. Долгое время реальность этих явлений подвергалась сомнениям [3]. Однако последующие исследования свидетельствуют о реальности явлений (например, [4, 5]).

Для объяснения симпатических явлений предлагались различные механизмы распространения возмущений: МГД-волны, потоки быстрых частиц, волны Моретона, подфотосферные возмущения.

Цель данной работы – выявление симпатических явлений в радиодиапазоне, оценка скорости возмущающего агента, что, возможно, позволит в

дальнейшем прояснить природу симпатических вспышек, а также лучше понять механизмы развития солнечных вспышек.

Для решения поставленных задач использовался архив наблюдений на радиогелиографе Нобеяма (NoRH) на частоте 17 ГГц. Радиоизображения полного диска Солнца синтезировались за весь день наблюдений (около 8 часов) с интервалом 10 сек и временем усреднения 10 сек. Пространственное разрешение NoRH на частоте 17 ГГц составляет около 10–20 сек дуги в зависимости от высоты Солнца. Затем строились временные профили максимальных яркостных температур исследуемых АО, которые приведены на рис. 1–4. По времени задержки между инициирующей и инициируемой

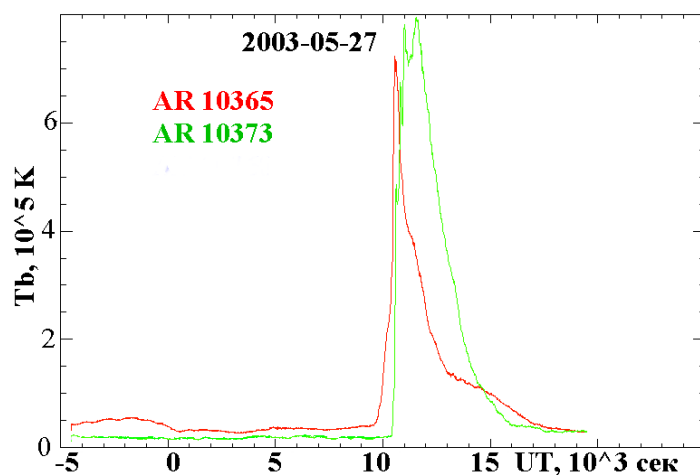


Рис. 1. Временные профили максимальных яркостных температур микроволнового излучения (17 ГГц) активных областей (АО) NOAA 10365 и 10373 по данным NoRH 27 мая 2003 г. Ось абсцисс – время UT, 0 соответствует 00:00 UT 27 мая 2003 г., ось ординат – максимальные яркостные температуры АО.

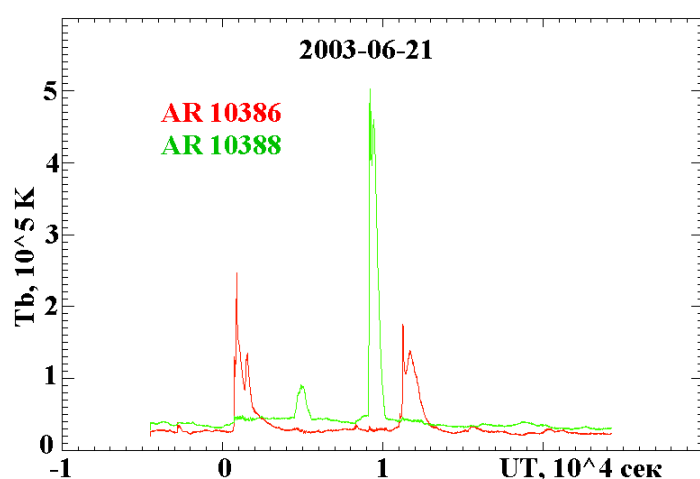


Рис. 2. Временные профили максимальных яркостных температур микроволнового излучения (17 ГГц) АО NOAA 10386 и 10388 по данным NoRH 21 июня 2003 г. Ось абсцисс – время UT, 0 соответствует 00:00 UT 21 июня 2003 г., ось ординат – максимальные яркостные температуры АО.

вспышками делалась оценка скорости возмущающего агента. Траектория распространения возмущающего агента неизвестна. Поэтому необходимо было сделать предположения о его возможных траекториях распространения. Например, в качестве такой траектории можно было взять расстояние между АО по фотосфере. Ясно, что это нижняя граница возможной оценки расстояния, реальное расстояние больше, и таким образом мы получим только нижнюю границу скорости.

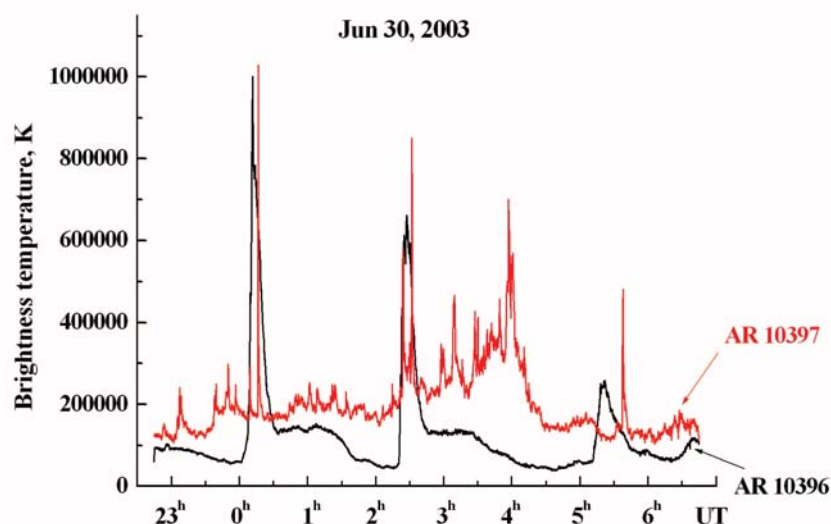


Рис. 3. Временные профили максимальных яркостных температур микроволнового излучения (17 ГГц) АО NOAA 10396 и 10397 по данным NoRH 30 июня 2003 г. Ось абсцисс – время UT, 0 соответствует 00:00 UT 30 июня 2003 г., ось ординат – максимальные яркостные температуры АО.

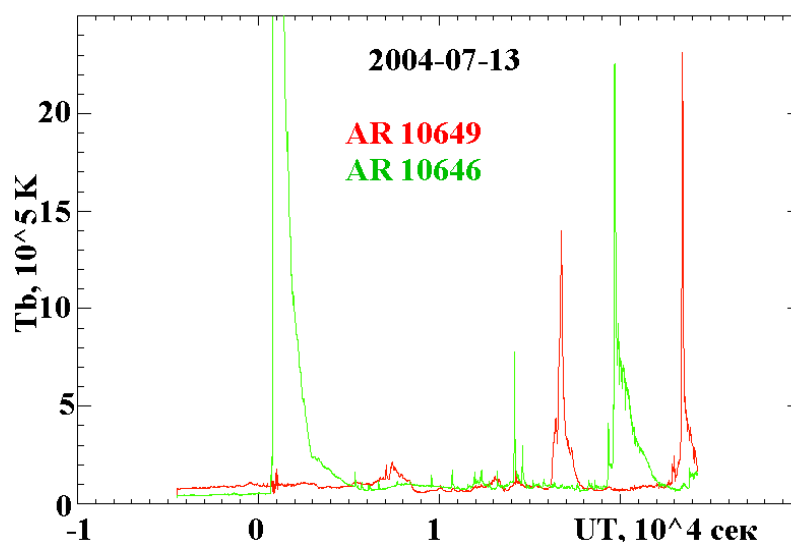


Рис. 4. Временные профили максимальных яркостных температур микроволнового излучения (17 ГГц) АО NOAA 10649 и 10646 по данным NoRH 13 июля 2004 г. Ось абсцисс – время UT, 0 соответствует 00:00 UT 13 июля 2004 г., ось ординат – максимальные яркостные температуры АО.

Таблица.

Дата	NOAA 1	NOAA 2	Скорость (км/сек)
27.05.03	10365	10373	100-160
21.06.03	10388	10386	80-150
30.06.03 00:15 UT	10396	10397	3800
30.06.03 02:30 UT	10396	10397	3900
30.06.03 05:30 UT	10396	10397	1100
13.07.04	10646	10649	300-700

Результаты оценки скоростей возмущающего агента приведены в таблице. Первая колонка содержит дату и время (время только для тех событий, которые произошли несколько раз в течение одного дня), вторая – номер АО инициирующей вспышки, третья – номер АО инициируемой вспышки, четвертая – оценку скорости возмущающего агента.

Мы проанализировали малую долю архива наблюдений Солнца на NoRH и выявили несколько симпатических событий. Таким образом, можно предположить, что симпатические явления в радиодиапазоне не являются экзотическими событиями и наблюдаются достаточно часто.

Архив наблюдений Солнца, накопленный на NoRH, содержащий длинный ряд ежедневных наблюдений с хорошим пространственным и временным разрешением хорошо подходит для исследования симпатических явлений в радиодиапазоне. Для будущих исследований симпатических вспышек в радиодиапазоне представляется целесообразным использовать данные наблюдений на Сибирском радиогелиографе.

Сделанные оценки скоростей возмущающего агента показывают сильное различие в разных случаях: от 100 до 4000 км/сек. Возможно, в разных случаях природа агента различна.

Для окончательного вывода о природе агента наблюдений в одном диапазоне недостаточно, и необходимы совместные работы на основе одновременных наблюдений в разных диапазонах.

Работа выполнена в рамках Государственного задания № 1021032422589-5.

Литература

1. *Richardson, R.S.* // Ann. Rep. Director Mt. Wilson Obs., 1936, **35**, 871.
2. *Richardson, R.S.* // Astrophys. J., 1951, **114**, 356.
3. *Fritzova-Svestkova, L., Chase, R.C., Svestka, Z.* // Solar Phys., 1976, **48**, 275.
4. *Nakajima, H.B. et al.* // Astrophys. J., 1985, **288**, 806.
5. *Голубчина, О.А., Тохчукова, С.Х., Богод, В.М., и др.* // Письма в АЖ, 2004, **30**, №10, 787.