

## НАБЛЮДЕНИЕ ДВУХ КОРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ МАСС 7 АПРЕЛЯ 2011 НА УРАН-2

В.Н.Мельник<sup>1</sup>, А.И.Браженко<sup>2</sup>, А.А.Коноваленко<sup>1</sup>, В.В.Доровский<sup>1</sup>,  
Р.В.Ващишин<sup>2</sup>, А.В.Французенко<sup>2</sup>, М.Панченко<sup>3</sup>, Г.Рукер<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Радиоастрономический институт НАН Украины, Харьков, Украина  
melnik@ri.kharkov.ua

<sup>2</sup> Полтавская гравиметрическая обсерватория ИГФ НАН Украины, Полтава, Украина

<sup>3</sup> Институт космических исследований, Грац, Австрия

ABSTRACT. Two CME's (coronal mass ejection) were registered by SOHO and STEREO on April 2, 2011. The results of observations obtained by radio telescope URAN-2 of different CME manifestations in radio emission at decameter wavelengths are discussed in this paper. Particularly it is reported about registration of new type of fine structure of type II bursts.

Мы вступили в новый 24 цикл солнечной активности. Весной этого произошло несколько мощных вспышек и сопровождавших их выбросы корональных масс (СМЕ). Известно, что корональные выбросы масс на декаметровых волнах проявляется в виде таких явлений как группы всплесков III типа, всплесков II типа, всплесков IV типа, крупномасштабных всплесков в поглощении, различных типов всплесков, которые являются тонкой структурой всплесков II и IV типов, таких как фэйбер-всплески, зебра-всплески, всплески IIIb типа, спайки, субвсплески в виде ёлочной структуры всплесков II типа [1]. Эти явления появляются во время не всех СМЕ, а в зависимости, по-видимому, от его мощности, скорости, массы вещества, заключённого в нем. Немаловажным также является то, под каким углом наблюдается корональный выброс масс с Земли.

В данной работе представлены результаты наблюдений, проведенных на радиотелескопе УРАН-2 [2] 7 апреля 2011 г. Благодаря новой регистрирующей аппаратуре DSPz, а также тому, что радиотелескоп позволяет регистрировать и поляризацию принимаемого радиоизлучения удалось получить характеристики ранее неизвестного радиоизлучения, которое сопровождается корональные выбросы масс.

7 апреля 2011 г. во время наблюдений на радиотелескопе УРАН-2 с 6:15 по 13:50 на Солнце произошло два корональных выброса масс – одно началось по данным SOHO и STEREO в 7:09, а второе – в 11:16.

Первый выброс был инициирован активной областью NOAA1183, которая находилась в 60° к западу от центрального меридиана. Скорость выброса из этой активной области с учётом её положения имеет среднее значение около 500 км/с на расстояниях 3-5R<sub>☉</sub>. Активная область, явившаяся инициатором более быстрого коронального выброса масс, произошедшего в 11:09, находилась за лимбом приблизительно в 45° от его края. Подтверждением этого является регистрация радиоизлучения в соответствующее время на STEREO A и отсутствие такового в записях на STEREO B. Линейная средняя скорость этого выброса достигает значений 1000 км/с. Отметим, что оба выброса с удалением от Солнца ускорялись.

Что касается радиопроявлений этих выбросов, то здесь были получены следующие результаты. С первым выбросом связана начавшаяся в 10:51 группа всплесков III типа с длительностью около 15 с, имеющих необычную скорость дрейфа, от 0.4 до 3.2 МГц/с (Рис.1). Уменьшение скорости дрейфа происходит очень плавно и значительно быстрее, чем у обычных всплесков III типа [3]. Перед этими всплесками III типа, повторяя их форму, идут короткие всплески типа IIIb с большей скоростью дрейфа. Эту группу всплесков можно интерпретировать как излучение высоких магнитных арок.

Вспышка над активной областью NOAA1178 произошла между 11:16 и 11:26. С выбросом, инициированной этой вспышкой, связано три всплеска II типа. Начало первого всплеска II типа приходится на 11:22, а конец 11:42 (Рис.2). Практически одновременно с ним начался и всплеск IV типа, который продолжался в течение полутора часов. Его максимальный поток составлял около 10<sup>2</sup> с.е.п., а поляризация была довольно высокой 20-40% [4]. Скорость частотного дрейфа первого всплеска II типа невелика, 10 кГц/с, что соответствует линейной скорости 300 км/с.

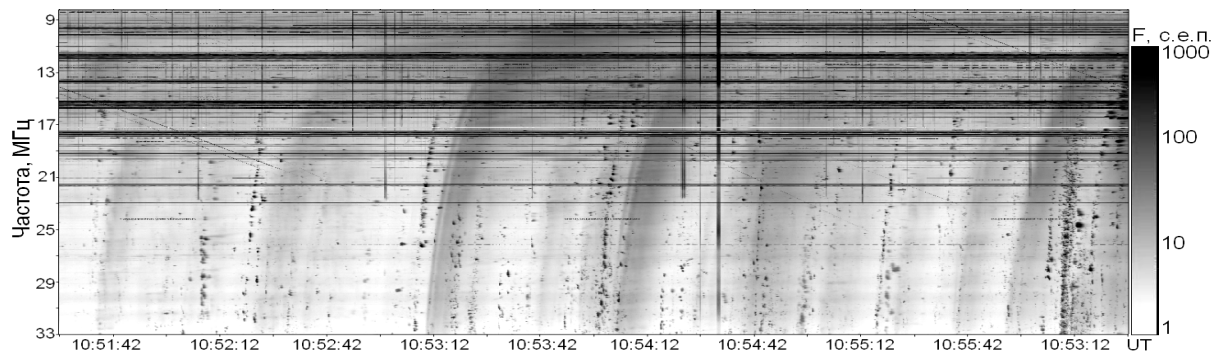


Рисунок 1. Группа всплесков с быстро уменьшающейся скоростью частотного дрейфа.

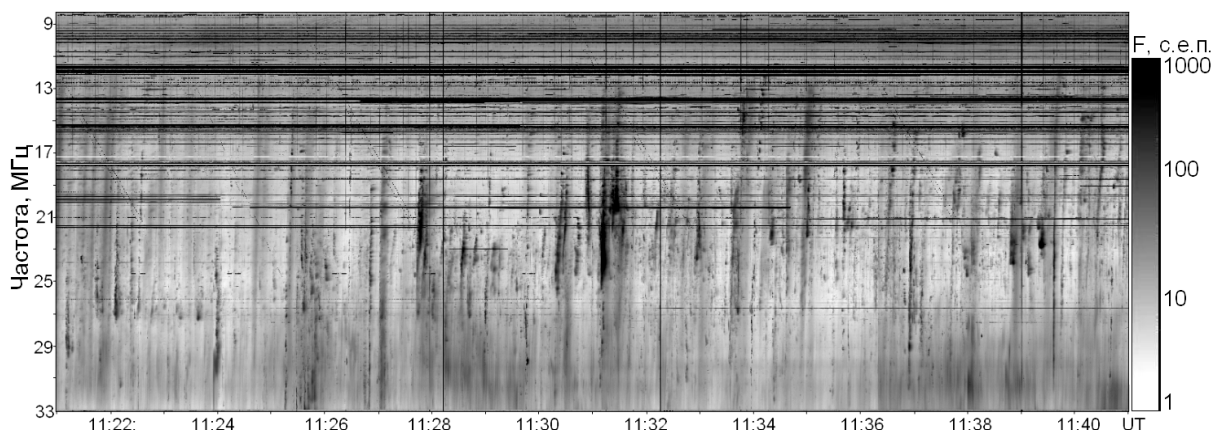


Рисунок 2. Всплеск II типа, медленно дрейфующий, состоящий из всплесков типа головастики.

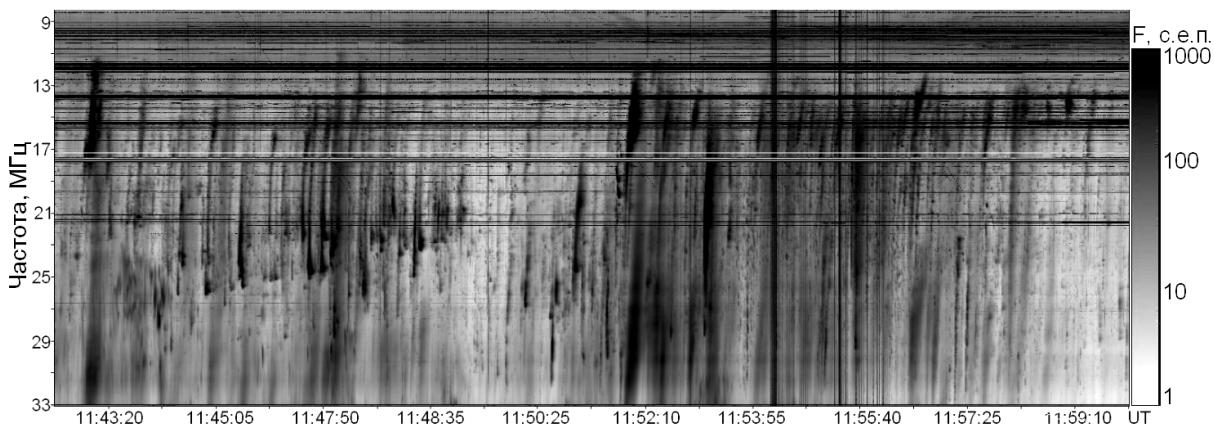


Рисунок 3. Два всплеска II типа следующих друг за другом.

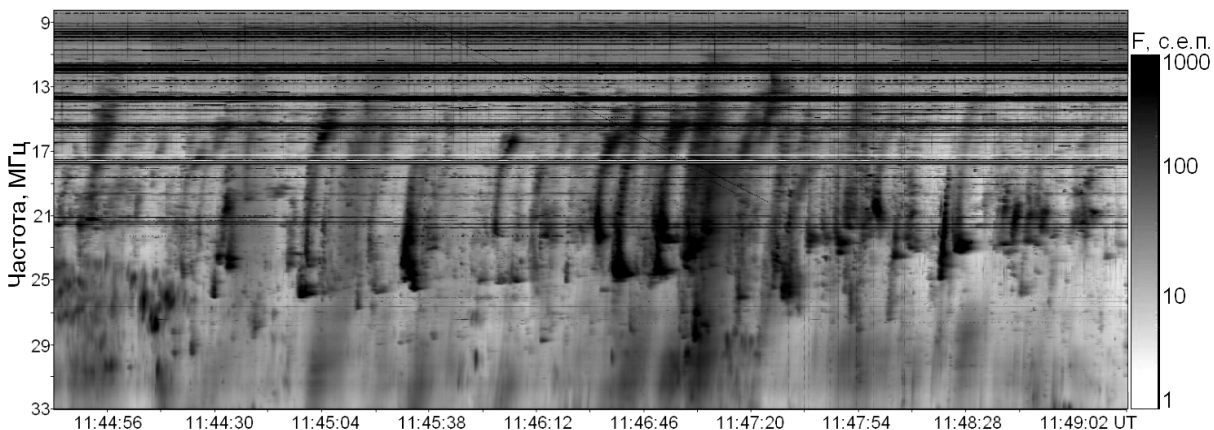


Рисунок 4. Фрагмент всплеска II типа, состоящий из хорошо выраженных головастика.

Первый всплеск II типа представлял собой последовательность всплесков типа «головастик». В этом всплеске II типа частотная полоса «головастиков» имела значения в интервале 2-6 МГц, а частотный дрейф был как положительный, так и отрицательный, и достигал 4 МГц/с. Длительность «головастиков» в области «головы» около 4 с, а в области «хвоста» 2 с. Поляризация «хвостовой» области у них высокая, 20% и выше, а в области «головы» около 10%.

Следующий всплеск II типа имел скорость дрейфа 25 кГц/с (он длится 6 минут – начало в 11:43, а конец в 11:50, Рис.3). Это соответствует линейной скорости ударной волны около 800 км/с, что близко к скорости движения фронта выброса. Этот всплеск II типа состоит из более выраженных «головастиков» (Рис.4), характерными свойствами этих «головастиков» является то, что они имеют «хвост», направленный в область низких частот. У них поляризация «головы» практически отсутствует, а поляризация «хвоста» достигает 20-40%. Длительность «головной» части всплесков около 4 с, а «хвостовой» части 2 с. Поток излучения наоборот существенно, где-то на порядок, больше в «голове», чем в «хвосте». Частотная полоса «головастика» достигает 10 МГц. Характерная скорость дрейфа около 1.4 МГц/с.

Третий всплеск II типа длился 8 минут (с 11:52 до 11:59, Рис.3). У этого всплеска скорость дрейфа почти нулевая. У «головастиков» этого всплеска «хвост» направлен и вверх и вниз. Скорость дрейфа у этих «головастиков» 0.4 МГц/с. Частотная полоса около 4 МГц. В «хвостовой» части этих «головастиков» поляризация достигает 20%. Все три всплеска II типа имеют вторые гармоники. Во многих случаях детали всплесков первой гармоники повторяются в радиоизлучении второй гармоники. Вторая гармоника состоит из похожих субвсплесков, но их потоки меньше потоков радиоизлучения на первой гармонике. То же касается и поляризации.

Можно предположить, что происхождение всплесков типа «головастик» связано с областями ускорения на ударной волне электронов до больших скоростей. Эти области могут быть областями типа SLAM, которые рассматривались Манном с соавторами в качестве тонкой структуры фронта ударной волны [5]. В

этих областях повышенной плотности по сравнению с плотностью окружающей плазмы магнитное поле, наоборот, меньше чем у окружающей плазмы. Повышенная плотность плазмы этих образований при их перемещении через плазму с магнитным полем приводит к эффективному ускорению электронов. Попадая в эти образования, электроны дают излучение «головы» «головастиков». Те же электроны, которые не были захвачены в эти области, распространяются по магнитным силовым линиям и дают излучение «хвоста» «головастиков».

Наличие трёх разных по скорости дрейфа, но похожих по своей структуре всплесков II типа говорит о том, что, по-видимому, мы наблюдаем радиоизлучение от различных частей ударной волны, идущей перед выбросом.

Основные результаты работы следующие.

Впервые удалось наблюдать заливбовые события в радиоизлучении Солнца с помощью наземного радиотелескопа.

Обнаружен новый тип всплесков, «головастик», являющихся составной частью всплесков II типа.

Исследованы свойства всплесков II типа от различных частей ударной волны, сформировавшейся одним выбросом.

*Благодарности.* Работа частично была проведена в рамках проекта “SOLSPANET” (номер PF7-PEOPLE-2010-IRSES-269299).

#### Литература

1. D.J.McLean, N.R.Labrum, Solar Radiophysics / Cambridge University Press, Cambridge.
2. A.I.Brazhenko, et all: 2005, Kinematics and Physics of Celestial Bodies Supplement Series, vol.21, No.5, p.43.
3. E.P.Abranin, L.L.Bazelyan, Ya.G.Tsybko: 1984, Solar Physics, vol. 91, p.377.
4. V.N.Mel'nik, et all: 2008, Solar Type IV bursts at frequencies 10-30 MHz, In: Ed. Pingzhi Wang, Solar Physics Research Trends / Nova Science Publishers, New York, p.287.
5. G.Mann, H.Lühr: 1994, The Astrophysical Journal Supplement Series, Vol.90, p.577.