

РАДИО ПРЕДВЕСТНИКИ КОРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ МАССЫ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ В ФЕВРАЛЕ-МАРТЕ 2003 ГОДА

Шейнер О.А., Фридман В.М.

Научно-исследовательский радиофизический институт
ННГУ им. Н.И.Лобачевского

rjf@nirfi.unn.ru



ПРИВОДЯТСЯ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО РАЗВИТИЮ РАНЕЕ ПРЕДЛОЖЕННОГО И РАЗРАБОТАННОГО МЕТОДА КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА СМЕ, ОСНОВАННОГО НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНОГО РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ В ШИРОКОМ СПЕКТРАЛЬНОМ ИНТЕРВАЛЕ (ОТ СОТЕН ДО ДЕСЯТКОВ ТЫСЯЧ МГЦ)

Существуют методы краткосрочного и сверхкраткосрочного прогноза мощных энерговыделений на Солнце в виде вспышек, корональных выбросов массы (СМЕ), усиления скорости и потока частиц при наличии корональных дыр.

Одним из таких перспективных методов является разработанный с нашим участием метод прогноза времени регистрации СМЕ. Полная реализация метода предполагает схему, использующую возрастание долгопериодных ($T > 20$ мин) пульсаций микроволнового излучения за 2-3 суток до события; фиксацию возникновения узкополосных (до 1 МГц) структур за 5-8 часов до события и регистрацию на интервале за 2 часа до события широкополосных микроволновых предвестников в виде

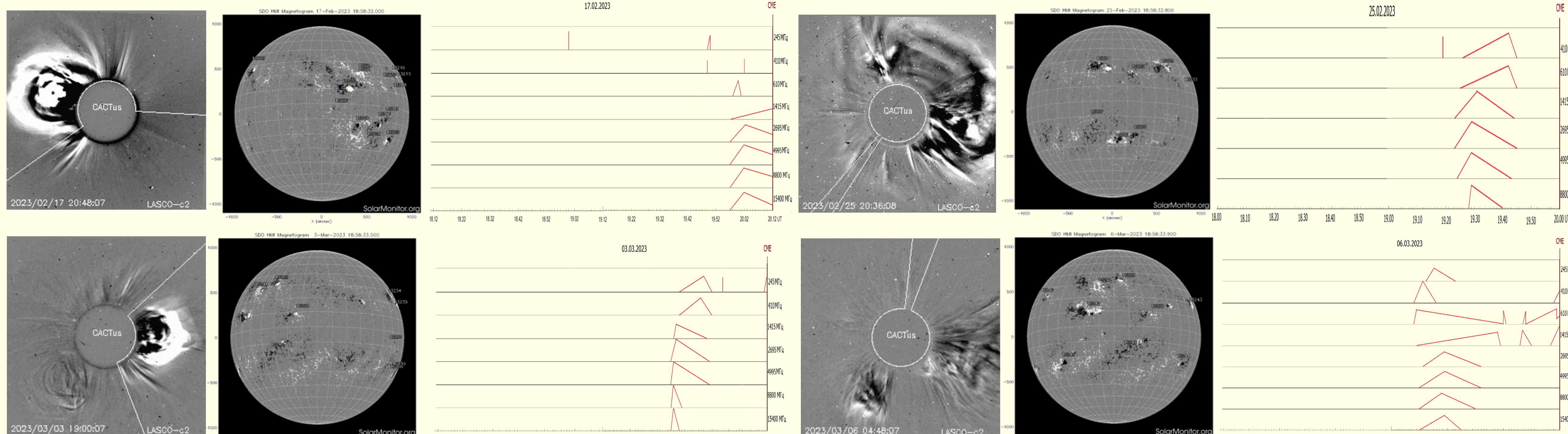
подобного поведения спорадической компоненты радиоизлучения на различных частотах. Характерной особенностью является также отсутствие всплесков на протяжении 1-1.5 часов до возникновения предвестников. Последние являются совокупностью всплесковых явлений с взрывным ростом (от долей до десятков сек.).

Очевидно, что разработанные методы, в том числе и описанный выше, применимы при условии, когда источник СМЕ наблюдается на видимой стороне диска Солнца на протяжении нескольких дней. В то же время, поскольку радиоизлучение Солнца из центров активности, с которыми, как правило, связаны источники вспышек и СМЕ, формируется на всей совокупности высот фотосферы, хромосферы и короны Солнца, то существуют возможности наблюдений за активными областями в периоды их нахождения за восточным и западным краями солнечного диска. В этом случае для сверхкраткосрочного прогноза можно использовать только последнее звено разработанной методики прогнозирования СМЕ, связанным с существованием микроволновых предвестников.

По данным CACTus, с использованием наблюдений LASCO C2/C3, в феврале 2023г. было зарегистрировано 208 корональных выбросов массы, в марте 2023 г. - 188 СМЕ различной мощности и направленности. Данное исследование сосредоточено на изучении связи характеристиками явлений в микроволновом диапазоне и наблюдаемыми СМЕ на двухчасовом временном интервале, непосредственно предшествующем регистрации СМЕ. Анализ основан на радиоданных, размещенных в базе данных Мировой службы Солнца в сантиметровом и дециметровом диапазонах длин волн.

Подтверждено, что значительное число корональных выбросов массы на стадии их формирования предшествуют на двухчасовом интервале спорадические явления в микроволновом солнечном излучении.

Для примера на рисунках ниже приведены магнитограммы Солнца по данным SDO HMI, изображения зарегистрированных СМЕ по данным CACTus и временные изменения потока радиоизлучения S в форме схематических профилей. Справа указаны частоты наблюдений в МГц, правая граница горизонтальной оси соответствует моменту регистрации выбросов на коронографе LASCO/C2.



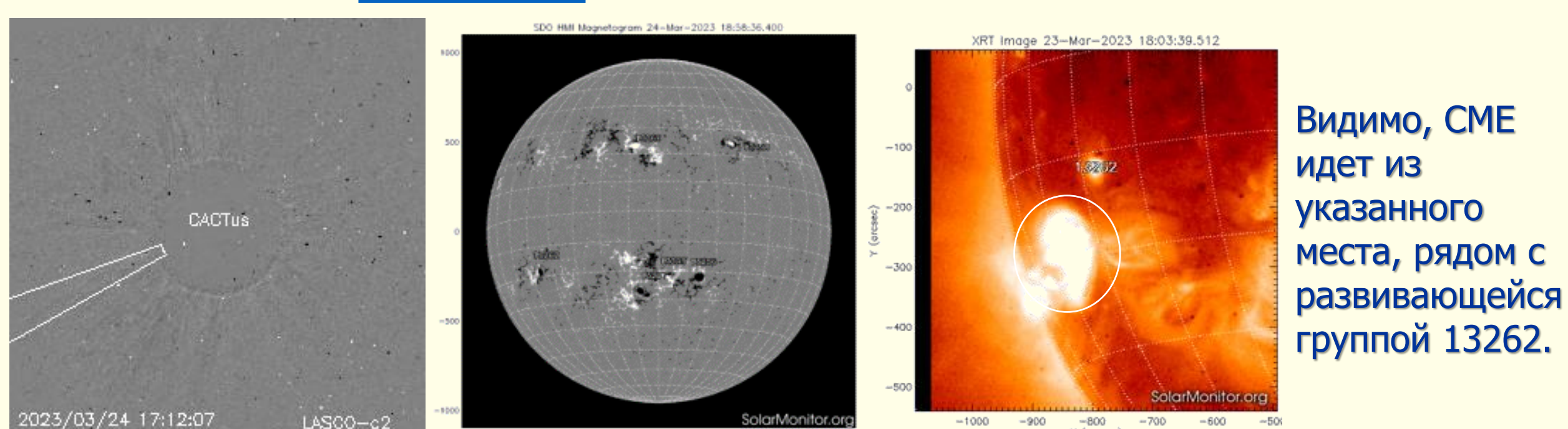
Указанное радиоизлучение является отражением процессов, происходящих на временном интервале формирования и начального распространения корональных выбросов массы в нижних слоях атмосферы Солнца, когда источник СМЕ наблюдается на видимой стороне диска Солнца.

Когда источник СМЕ находится на обратной стороне диска Солнца, очевидно, радио предвестники не регистрируются.

В то же время, поскольку радиоизлучение Солнца из центров активности, с которыми, как правило, связаны источники вспышек и СМЕ, формируется на всей совокупности высот фотосферы, хромосферы и короны Солнца, то существуют возможности наблюдений за активными областями в периоды их нахождения за восточным и западным краями солнечного диска. Ниже приведены примеры залимбовых СМЕ и наблюдаемого радиоизлучения.



24 March 2023



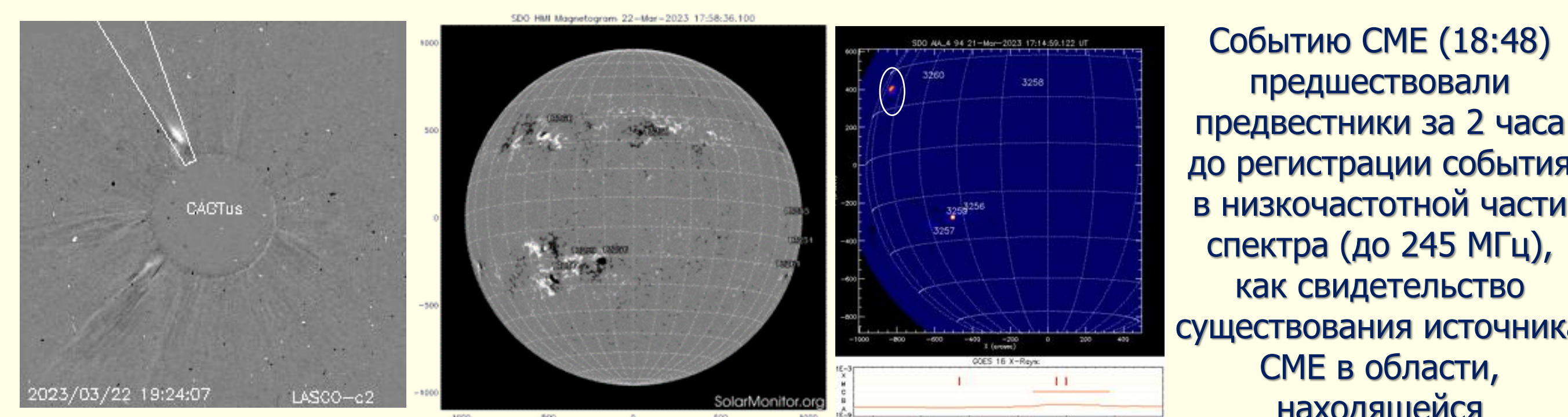
СМЕ зарегистрирован 2023/03/24 в 17:00
Зарегистрированы микроволновые предвестники

Begin	Max	End	Obs	Frq	Partic
1354	////	1550	SAG	025-051	VI/1
1523	1523	1523	SAG	410	170
1645	1645	1645	PAL	245	100
1654	1654	1654	PAL	245	100



Второе мощное событие СМЕ происходит на западную часть диска Солнца, но поскольку на ней нет активных областей, и в этот период не регистрируется нестационарного микроволнового излучения, то это служит свидетельством возникновения события СМЕ далеко за пределами диска Солнца

22 March 2023



Таким образом, из проведенного рассмотрения и показанных примеров можно говорить о подтверждении наличия микроволновых предвестников СМЕ, о существовании возможности наблюдений за активными областями в периоды их нахождения за восточным и западным краями солнечного диска по радиоизлучению и о расширении возможностей применения ранее разработанного метода прогноза регистрации корональных выбросов массы по особенностям широкополосного солнечного радиоизлучения, связанного с микроволновыми предвестниками, для источников, расположенных на краю солнечного диска или за ним.

Событию СМЕ (18:48) предшествовали 2 часа до регистрации события в низкочастотной части спектра (до 245 МГц), как свидетельство существования источника СМЕ в области, находящейся на невидимой части диска Солнца.

В то же время, рентгеновская вспышка класса C1.1 в 17:04 в окрестности группы 3260, обозначенная белым, может быть и источником слабого СМЕ.