

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МЕТОДА ПРОГНОЗА ВРЕМЕНИ РЕГИСТРАЦИИ СОЛНЕЧНЫХ КОРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ МАССЫ НА КОРОНОГРАФЕ



Шейнер О.А.

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

rff@nirfi.unn.ru



ПРОВОДЯТСЯ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО РАЗВИТИЮ РАНЕЕ ПРЕДЛОЖЕННОГО И РАЗРАБОТАННОГО МЕТОДА КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА КВМ, 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 (КВМ), усиления скорости и потока частиц при наличии корональных дыр.

Одним из перспективных методов является Способ краткосрочного прогноза времени регистрации КВМ на коронографе (Фридман В.М., Шейнер О.А. Патент RU 2630535). Полная реализация метода предполагает схему, использующую возрастание долгопериодных (T>20мин) 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. В разработанном Способе используются данные о радиоизлучении на фиксированных частотах (без пространственного разрешения) в диапазоне от сотен до 15000 МГц, и очевидно, что Способ применим при условии, когда источник КВМ наблюдается на видимой стороне диска Солнца на протяжении нескольких дней.

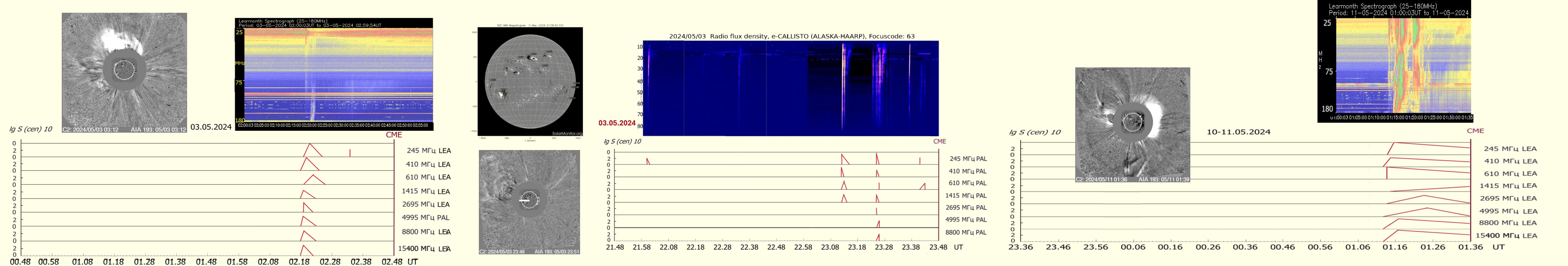
В то же время, поскольку радиоизлучение Солнца из центров активности, с которыми, как правило, связаны источники вспышек и КВМ, формируется на всей совокупности высот фотосферы, хромосферы и короны Солнца, то существуют возможности наблюдений за активными областями в периоды их нахождения за восточным и западным краями солнечного диска. Возможность таких наблюдений ограничивается 2-3 сутками, в течение временного интервала, когда еще наблюдается активная область на высотах хромосферы и короны Солнца. Этого может оказаться достаточным для эффективности прогностических целей, поскольку именно такой временной период определяет приход КВМ к Земле. Нами были предложены и продемонстрированы возможности расширения применения указанного способа прогноза для источников КВМ, расположенных на краю солнечного диска или за ним. Было показано, что для источников, расположенных за лимбом, для прогнозирования их времени регистрации на LASCO C2 необходимы также данные спектрографов метрового и дециметрового диапазонов.

В данной работе на основе анализа данных за май 2024г. обсуждается связь радиовсплесков в метровом диапазоне излучения с корональными выбросами массы на двухчасовом интервале до их регистрации на коронографе. Рассматриваются сообщения о первом наблюдении всплесков перед регистрацией КВМ.

Информация о регистрации корональных выбросов массы взята из каталога SOHO LASCO CME CATALOG.. Для анализа нами использовались день и время первого появления коронального выброса массы в поле зрения коронографа LASCO/C2, позиционный угол в картинной плоскости, угловая ширина W и линейная скорость выброса V. Данные Мировой службы Солнца содержали данные солнечных обсерваторий Learmonth (LEA), Sagamore Hill (SAG), Palehua (PAL), San Vito (SVI). Результаты наблюдений на спектрографах доступны на сайте International Network of Solar Radio Spectrometers (e-CALLISTO).

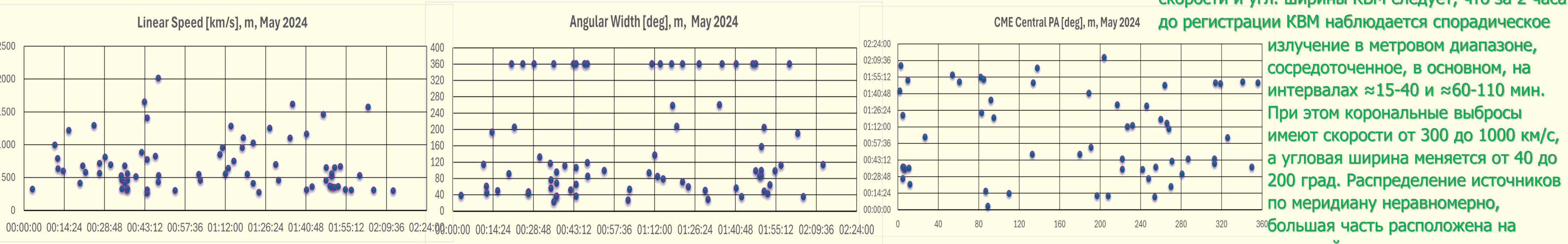
В мае 2024г. был зарегистрирован 191 КВМ. Из них 104 отмечены в Каталоге как *poor* или *very poor* события. По нашим наблюдениям, такие корональные выбросы не оказывают влияния на геомагнитную обстановку, и, по аналогии с исследованиями микроволновых предвестников, в данном исследовании эти КВМ нами не рассматриваются. Оставшиеся 87 зарегистрированных событий КВМ проанализированы с точки зрения наличия спорадического излучения в метровом диапазоне длин волн, всплесков II и III типов, в течение 2-х часов до регистрации выбросов на коронографе.

Подтверждением формирования предвестника в метровом диапазоне служат результаты наблюдений на спектрографах, например, 03 и 10-11 мая.

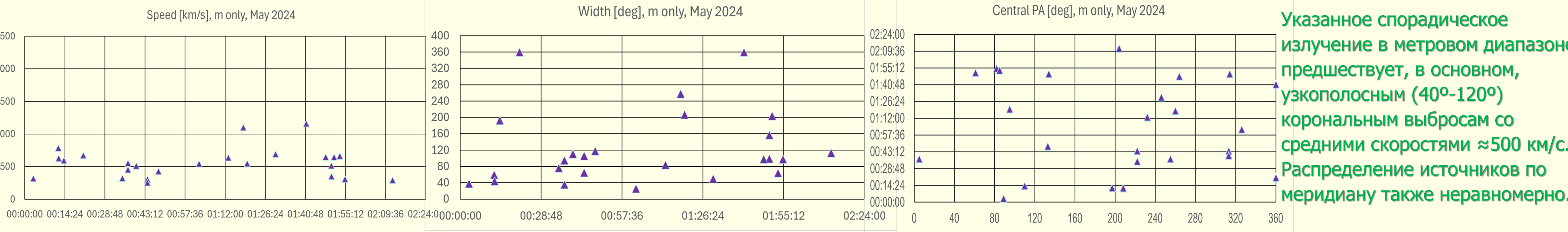


Анализ данных Службы Солнца и результатов наблюдений на спектрографах (International Network of Solar Radio Spectrometers e-CALLISTO) показывает, что спорадическое радиоизлучение в метровом диапазоне за 2 часа до регистрации КВМ наблюдается для 75 выбросов из 87 выбранных для анализа. Здесь учитывается информация о первой регистрации всплесков II, III, IV, V и VI типов.

Из приведенных рисунков заблаговременности от скорости и угл. ширины КВМ следует, что за 2 часа до регистрации КВМ наблюдается спорадическое



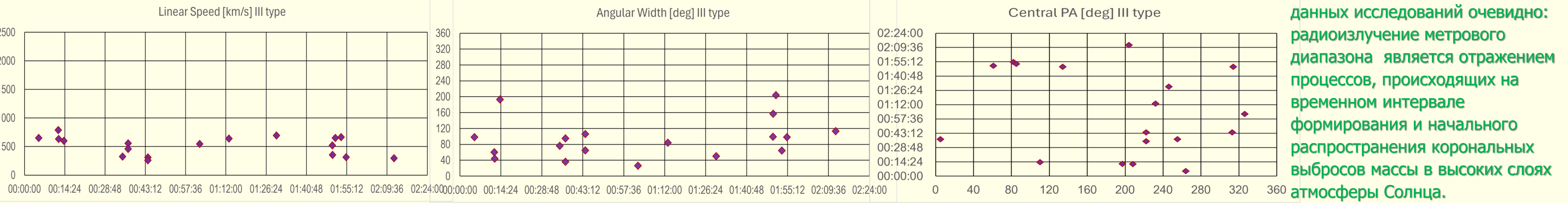
В 25 случаях первой регистрации метрового спорадического радиоизлучения не наблюдались радиопредвестники в сантиметровом и дециметровом диапазонах. Среди 25 первых событий, зарегистрированных на 2-х часовом интервале до КВМ в метровом диапазоне, 18 – всплески III типа, 3 – всплески II типа. Ниже приведены распределения заблаговременности метрового излучения на 2-х часовом интервале от скорости и угловой ширины КВМ для упомянутых событий.



Указанное спорадическое излучение в метровом диапазоне предшествует, в основном, узкополосным (40°-120°) корональным выбросам со средними скоростями ≈500 км/с. Распределение источников по меридиану также неравномерно.

Наличие радиоизлучения на низких частотах отражает либо характер формирования КВМ, либо условия распространения радиоизлучения.

Распределения заблаговременности всплесков III типа на 2-х часовом интервале от скорости и угловой ширины КВМ показывает, что эти всплески наблюдаются перед корональными выбросами с невысокими скоростями ≈500 км/с и, в основном, узкополосными (40°-100°).



Несмотря на небольшой массив данных исследований очевидно: радиоизлучение метрового диапазона является отражением процессов, происходящих на временном интервале формирования и начального распространения корональных выбросов массы в высоких слоях атмосферы Солнца.

Таким образом, из проведенного рассмотрения и приведенных примеров можно сделать вывод, что Способ краткосрочного прогноза времени регистрации КВМ на коронографе, основанный на наблюдении радиопредвестников на фиксированных частотах микроволнового диапазона, очевидно, может быть дополнен наблюдениями длинноволнового радиоизлучения на 2-х часовом интервале до регистрации КВМ на уровне C2.

Работа выполнена в рамках базовой части Государственного задания Минобрнауки РФ, проект FSWR-2026-0011.