Микроволновое потемнение активных областей перед протонными вспышками

С. Тохчукова, В.М. Богод, А.С. Гребинский

САО РАН, пос. Н. Архыз

По наблюдениям на РАТАН-600 в июле 2000 г. было зарегистрировано сильное падение потока радиоизлучения активной области NOAA AR 9077, начавшееся за трое суток перед сильной протонной вспышкой 14 июля 2000 г. Это уже второе событие такого рода, первое было зафиксировано на РАТАН-600 по наблюдениям 1997 г. в связи с протонным событием 12 мая 1997 в активной области NOAA AR 8038 (Bogod et al.,(1999)). Регистрация нескольких событий позволяет теперь предполагать, что мы имеем дело не со случайным стечение событий, а с определенной новой закономерностью, отражающей природу энергонакопления в наиболее мощных, протонных событиях. Следует отметить, что в 60-70х годах аналогичные сообщения появлялись неоднократно, однако основывались на интегральных наблюдениях потока радиоизлучения и несли лишь косвенную информацию.

Наличие широкодиапазонных ($\lambda\lambda$ 1.86 - 30 см) спектрально-поляризационных наблюдений на РАТАН-600 впервые позволило исследовать эти явления на разных группах частот, ответственных за формирование излучения во всем диапазоне высот от верхней хромосферы до внутренней короны. По совокупности наблюдений обеих АО можно выявить основные закономерности указанного типа динамики микроволновой яркости, до и после протонного события.

(1). Предвсышечная эволюция. На Рис. 1 показана суперпозиция последовательных сканов прохождения AR 9077 в период 11 - 14 июля 2000 (перед вспышкой), и за 16, 17 июля после вспышки.

Это была самая мощная область в радиоизлучении на диске, в момент вспышки АО локализовано около ЦМ. На рисунке показаны результаты наблюдений на одной волне $\lambda = 7.59$ см, где контраст источника максимален. Как видно, яркость источника монотонно падает перед вспышкой до уровня около 0.5 в день вспышки, с последующим возрастанием после вспышки. Такая динамика типична для обеих активных областей, на всех частотах ($\lambda > 3$ см, ответственных за излучение из слоев с корональными температурами. В коротковолновой области динамика иная: монотонный спад яркости за несколько суток сопровождается небольшим подъемом излучения непосредственно в день вспышки. В области самых коротких волн $\lambda < 2$ см, в области доминирования тормозного механизма радиоизлучения, монотонный спад яркости наблюдается вплоть до момента вспышки (это подтверждается и двумерными наблюдениями на радиогелиографе Нобейяма).

(2). На Рис. 2 представлена динамика радиоизлучения для AR 8038 в мае 1997 г. В этом случае наблюдения были проведены как до, так и сразу после протонного события 12 мая 1997. Мы приводим фрагменты динамики в разных частотных диапазонах, которые открывают физическую картину явления.

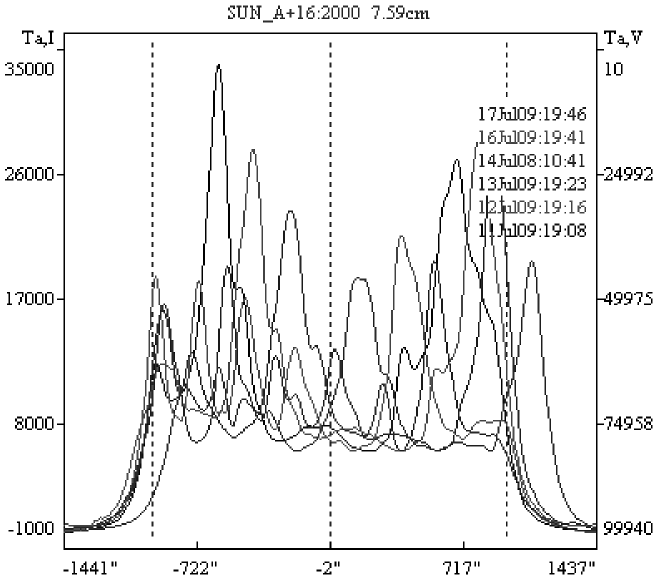

Рис.1.Динамика яркости AR 9077 в период 11 - 17 июля 2000 г.

Мы видим различия динамики в различных частотных диапазонах. Мы рассматриваем это морфологически как признак различных петлевых структур, с различной вовлеченностью во вспышечный процесс. Особенно наглядна динамика в двух диапазонах частот: $\nu = 0.99$ - 1.04 ГГц и 9.35 - 10.95 ГГц. В обоих диапазонах, наблюдается резкое уярчение после вспышки и самое сильное падение перед вспышкой. Очевидно, это вспышечная петля, с пиками излучения в ее вершине и основании. Динамика излучения этой петли указывает, видимо, на поступление огромного количества холодного вещества перед вспышкой, дестабилизацию системы, и длительное энерговыделение после вспышки.

Выводы и интерпретация. Приведенные результаты относятся к наиболее мощным вспышкам. В частности, вспышка 14 июля 2000 г. относится к наиболее мощным за последние два цикла активности. Известно, что большинство таких вспышек сопровождаются огромными выбросами солнечного вещества в межпланетное и околоземное пространство. Однако, до сих пор не был прослежен механизм транспорта и накопления этого вещества, которое может поступить только из подфотосферных слоев. Соответственно, мы рассматриваем наблюда-

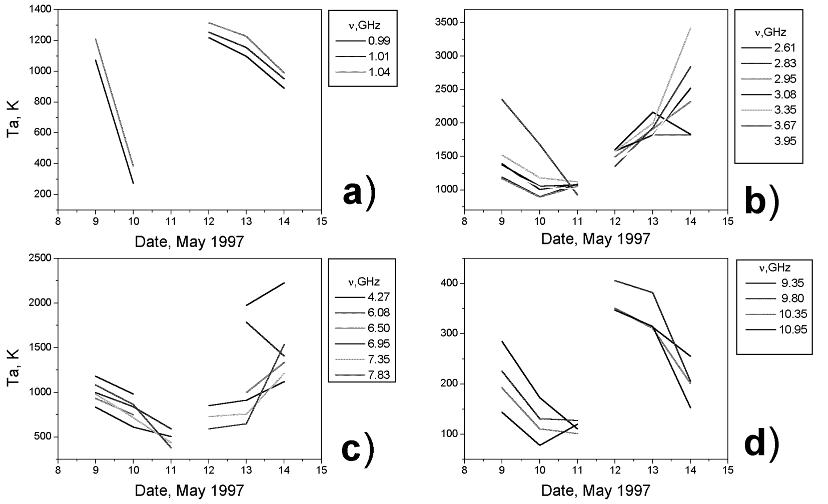

Рис.2. Динамика яркости AR 8038 в период 9 - 14 мая 1997 г.

емое микроволновое потемнение перед вспышкой как первое прямое указание на такой транспорт вещества, так как тепловой баланс корональной плазмы неизбежно приводит к смещению равновесной температуры при возникновении сильных массовых потоков вещества из хромосферы в корону, с полной дестабилизацией токовых систем как триггерный эффект самой вспышки (механизм аномальной диссипации петлевых токов при диффузии холодного вещества,(Zaitsev and Stepanov,(1991)).

Работа выполнена при поддержке Грантов: РФФИ 00-02-31008К , 99-02-16403 , а также РФФИ-ИНТАС 97-1088.

Литература

Bogod V., Grebinskij A., Garaimov V., Urpo S., Fu Q., Zhang H., 1999, Bull. Spec. Astrophys. Obs., 48, 17

Zaitsev V.V., Stepanov A.V., 1991, Astron.Zh., 68, 384.