

УДК 523.895.7

О ВОЗМОЖНОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ СОЛНЕЧНЫМИ ДЕЦИМЕТРОВЫМИ МИКРОВСПЛЕСКАМИ И ШУМОВЫМИ БУРЯМИ

© 2007 Л. В. Яснoв¹, В. М. Богод², А. Г. Ступишин¹

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский филиал Специальной астрофизической обсерватории, Санкт-Петербург

Поступила в редакцию 26 февраля 2007 г.; принята в печать 14 мая 2007 г.

Впервые проведено статистическое исследование долгоживущих солнечных микровсплесков (МВ) в дециметровом диапазоне длин волн. Данные получены на радиотелескопе РАТАН-600 в виде одномерных сканов в интенсивности и круговой поляризации с чувствительностью приблизительно 5–10 Ян. Поток от МВ лежит в диапазоне 0.001–0.1 с.е.п., степень поляризации — от 10% до 100%, продолжительность индивидуальных импульсов — 1–2 секунды. Микровсплески могут наблюдаться в одной и той же активной области в течение нескольких дней. Выполнено сопоставление МВ с шумовыми бурями (NS) в метровом диапазоне длин волн. Такой анализ указывает на большую вероятность того, что МВ являются проявлением NS в дециметровом диапазоне длин волн. Проанализирована возможная причина существенного различия величин потоков радиоизлучения от МВ и NS. В рамках единой модели генерации радиоволн для МВ и NS показано, что в отличие от всплесков I типа МВ связаны с некогерентным механизмом генерации ленгмюровских волн. Излучение МВ по своему характеру ближе к континуальному излучению шумовых бурь, но в силу высокого темпа питч-угловой диффузии оно имеет импульсный характер.

1. ВВЕДЕНИЕ

В работе [1] сообщалось об обнаружении долгоживущих источников микроволновых всплесков (МВ) в активных областях (АО) с высокой степенью (от 70% до 100%) круговой поляризации, знак которой соответствует обыкновенной волне. Эти микровсплески сопровождаются континуальным излучением и регистрируются в дециметровом диапазоне волн на радиотелескопе РАТАН-600 в одномерных сканах с чувствительностью около 10–12 янских на нескольких длинах волн одновременно в интенсивности и круговой поляризации. Источники МВ и континуума существуют в течение нескольких дней и появляются в местах длительного выделения энергии. В работе [2] проведено сопоставление дециметровых микровсплесков, наблюдавшихся на РАТАН-600 на частотах вблизи 1000 МГц, со всплесками излучения шумовых бурь на частотах 164 и 230 МГц по наблюдениям на радиогелиографе в Нансей (Франция). Установлена связь между этими явлениями, определены наклон спектра, уровень энергии быстрых электронов и временные характеристики событий. Некоторые отдельные всплески этого типа были также исследованы в работах [3–6]. В данной работе на всем имеющемся в нашем распоряжении материале наблюдений на радиотелескопе РАТАН-600 впер-

вые проведен анализ статистических характеристик МВ, выполнено сопоставление микровсплесков с шумовыми бурями в метровом диапазоне длин волн (NS). На основе этого показано, что с большой вероятностью МВ являются проявлением NS в дециметровом диапазоне длин волн, то есть являются составной частью общего процесса выделения энергии, связанного с шумовыми бурями. Такой вывод заставляет нас проанализировать возможную причину существенного различия величин потоков радиоизлучения от МВ и NS. В рамках единой для МВ и NS модели генерации радиоволн показано, что в отличие от всплесков I типа МВ связаны с некогерентным механизмом генерации ленгмюровских волн.

2. ОПИСАНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ

Приведем некоторые характерные примеры регистрации длительно существующих МВ. Наблюдения проводились на радиотелескопе РАТАН-600 с одномерной диаграммой направленности. Разрешение по горизонтали составило около 15" на волне 2 см, на других волнах разрешение менялось пропорционально длине волны. Наблюдения

проводились от 7h 00m UT до 11h 00 UT, получались многократные сканы в азимутах. Для наблюдений использовался широкодиапазонный панорамный анализатор спектра в диапазоне 0.95–16.7 ГГц на 37 частотных каналах [7]. Чувствительность по потоку составила 5–10 янских при наблюдениях диска Солнца с собирающей поверхностью инструмента от 500 до 1000 м² во всем регистрируемом диапазоне волн и постоянной времени 0.2 сек. Такая чувствительность в солнечных наблюдениях является предельной для существующих инструментов. Все приемные устройства регистрировали интенсивность и круговую поляризацию излучения.

На рис.1 приведен пример многоволновой регистрации излучения диска Солнца на 37 длинах волн. Видно, что в центре скана регистрируется активная область NOAA 8545 как в интенсивности, так и в поляризации. На длинных волнах (с 28.71 см по 31.41 см) в этой активной области регистрируются микровсплески (см. ниже). В соответствии с данными Space Weather Highlights (17–23 мая 1999 г.) активная область NOAA 8545 располагалась на гелиографической долготе 98 градусов и имела конфигурацию магнитного поля с площадью пятен 350 миллионов долей полусферы. Ее вспышечная активность была минимальной. Тем не менее в длинноволновом краю регистрируемого диапазона эта область генерировала весьма слабые микровсплески.

На рис.2 слева поляризованный радиоисточник NOAA 8545 представлен в крупном масштабе с разделением на фоновую и всплесковую составляющие. Справа представлены сканы МВ на нескольких волнах дециметрового диапазона. Видна высокая, близкая к 100%, корреляция на волнах 28.71 см, 29.56 см, 30.46 см и 31.41 см, тогда как на более коротких волнах радиоисточник резко ослаб с исчезновением микровсплесковой структуры. Как показывают наблюдения, МВ всегда присутствуют вместе с излучением фонового радиоисточника.

На рис.3 представлены азимутальные сканы Солнца на волне 31.41 см в интервале времени с 8h02m08s по 9h43m59s в интенсивности и круговой поляризации. Здесь вследствие изменения азимутального угла диаграммы радиотелескопа положение радиоисточника на скане изменялось во времени — как в канале интенсивности, так и в канале поляризации. Отметим, что перемещение источника МВ вдоль оси абсцисс в данном случае не связано с движением источника по диску Солнца, а обусловлено разной проекцией источника в азимутальной системе координат. Видно, что микровсплески сопровождали NOAA 8545 в течение всего времени наблюдения, однако их корреляция

во времени была низкой. Как показали исследования, время их жизни составляет около 1–1.5 сек.

На рис.4 представлен пример наблюдений другой активной области NOAA 8210 на волне 30.46 см. По данным Space Weather Highlights SWO PRF 1183 (23 апреля — 3 мая 1998 г.), активная область находилась на гелиодолготе 140 градусов с площадью пятен 230 мдп, имела сложную магнитную конфигурацию, была вспышечно активна и в ней произошли несколько вспышек рентгеновского балла X. 1 мая 1998 г. NOAA 8210 располагалась в центре диска Солнца. Видно, что скан радиоисточника NOAA 8210 в интенсивности сопровождается микровсплесками на скане в поляризованном излучении.

На рис.5 представлены спектры потока NOAA 8545, полученные в интенсивности и круговой поляризации. В диапазоне от 2 до 16 ГГц ее радиоизлучение соответствует тепловым механизмам радиоизлучения, среди которых тормозное излучение, которое обычно сопровождает радиоизлучение флоккул, и циклотронное излучение, которое связано с пятенной компонентой. Из многочисленных наблюдательных данных известно, что при этом знак поляризации радиоизлучения соответствует необыкновенной волне в широком интервале сантиметровых и дециметровых волн. Здесь, однако, заметно возрастание потока радиоизлучения на частотах меньше 2 ГГц как в интенсивности, так и в круговой поляризации. При этом знак круговой поляризации изменился на противоположный, что соответствует излучению обыкновенной волны. В работе [2] было высказано предположение о возможной связи МВ с излучением шумовых бурь NS метрового диапазона. Была проведена работа по отождествлению МВ с отдельными источниками NS (по данным радиогелиографа в Napcau) и определен коэффициент их корреляции, равный 0.6.

2.1. Статистический анализ наблюдательных данных

Для статистических исследований были отобраны 59 случаев МВ в 14-ти сериях на 14-ти сканах РАТАН–600. Поскольку МВ обычно наблюдаются как в виде одиночных последовательностей всплесков (5–8 всплесков в одной АО), так и в виде серии таких последовательностей в течение нескольких дней, то в связи с этим мы провели 2 типа анализа:

1. Анализ отдельных МВ, наблюдавшихся в одной АО в течение нескольких дней.

2. Анализ отдельной серии последовательностей МВ. При этом были использованы данные наблюдений в период 29 апреля 1998 г. – 5 мая 1998 г. (АО 8210).

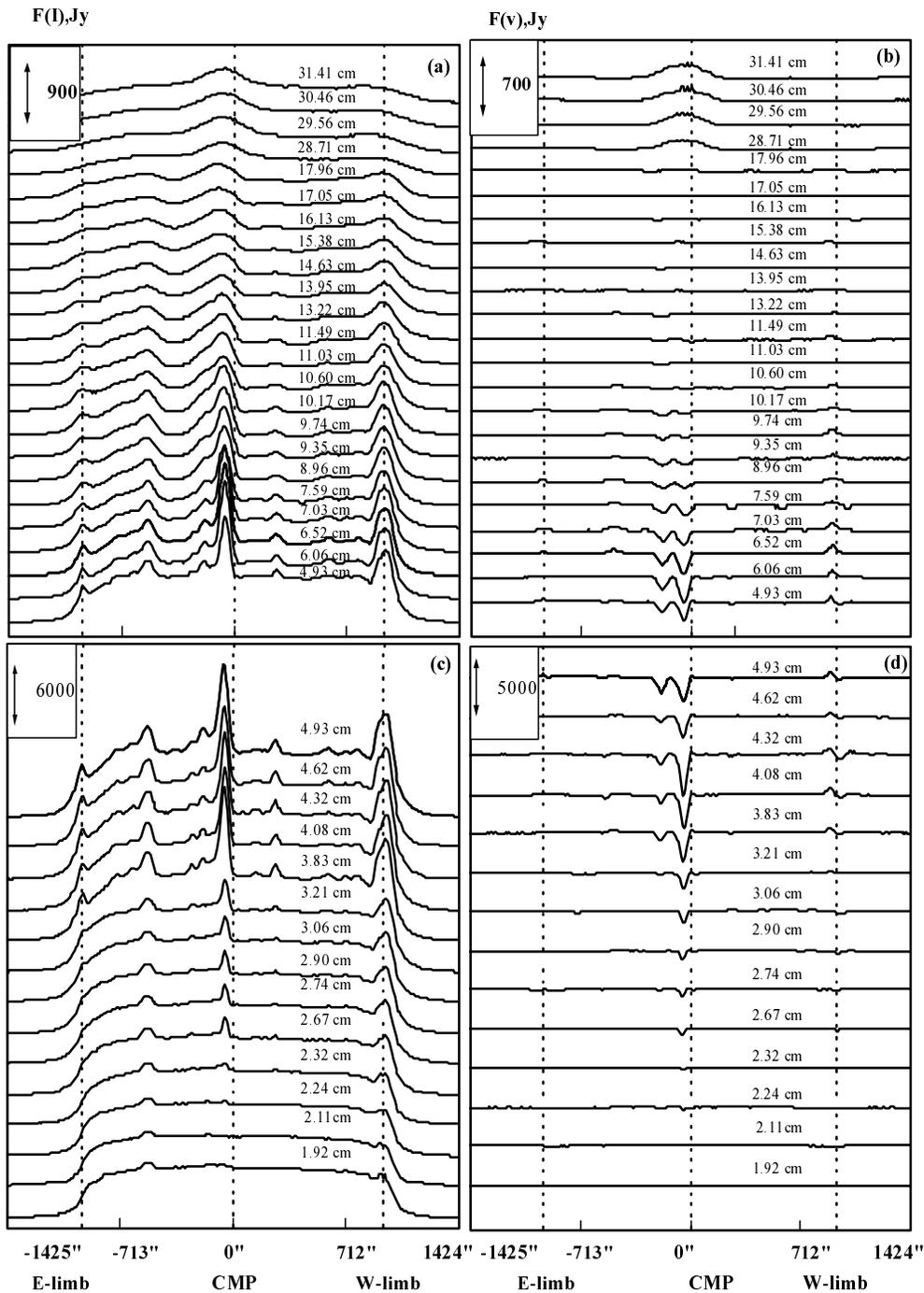


Рис. 1. Сканы диска Солнца, полученные с одномерной диаграммой радиотелескопа РАТАН–600 в диапазоне 1.92 см – 31.41 см на 37 длинах волн одновременно. (а) и (с) — сканы интенсивности радиоизлучения, (b) и (d) — сканы круговой поляризации. Правая поляризация имеет отрицательный знак. Обозначение длины волны приведено над каждой кривой. Масштаб по вертикальной оси приведен в единицах [янский/Зугл.сек]. В центре диска прослеживается излучение активной области NOAA 8545, в котором на длинноволновом краю появляется уярчение с противоположным знаком поляризации.

На рис. 6–8 приведены результаты статистической обработки наблюдений.

В результате анализа наблюдений установлены следующие общие особенности МВ:

1. Структура МВ в поляризованном излучении ярче выражена на низких частотах 985 МГц (30.46 см), 1015 МГц (29.56 см) и 1045 МГц (28.71 см), а на частотах выше 1670 МГц (17.96 см)

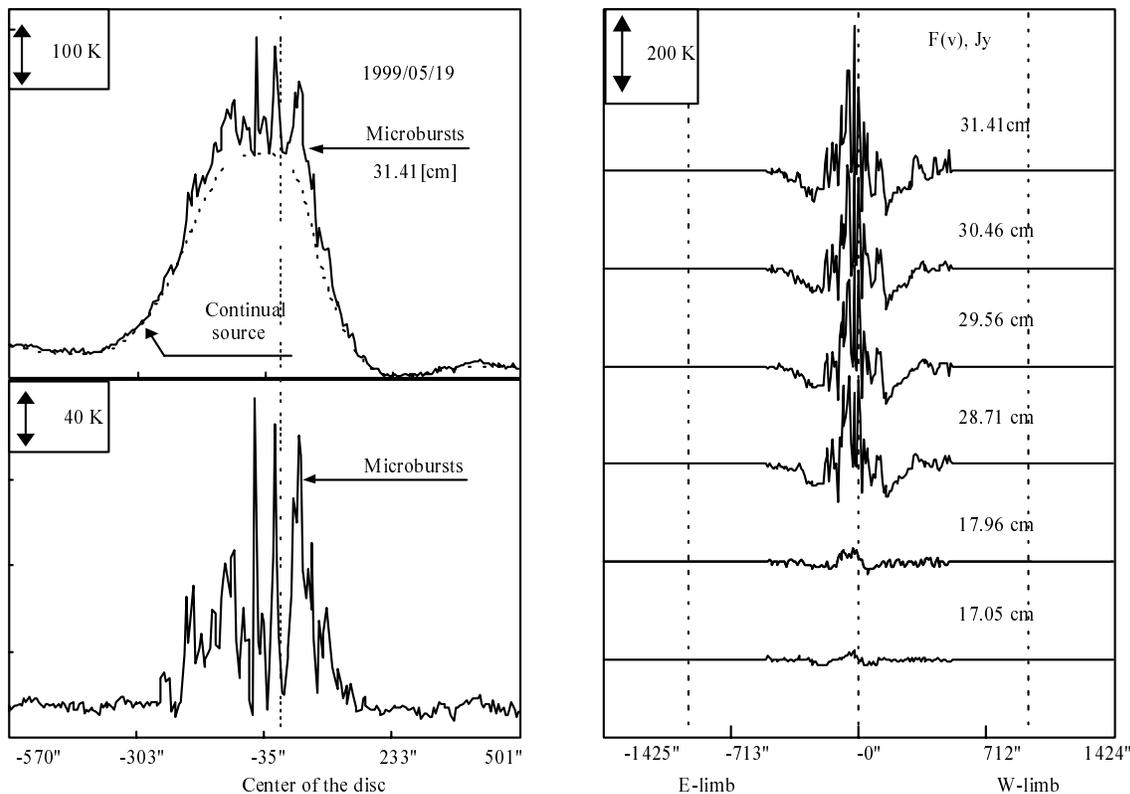


Рис. 2. Слева представлен радиисточник NOAA 8545 по наблюдениям 19 мая 1999 г. на волне 31.41 см в крупном масштабе с разделением на фоновую и всплесковую составляющие. Справа представлены сканы МВ в поляризованном излучении на нескольких волнах дециметрового диапазона. Масштаб вертикальной оси приведен в единицах [янский/Зугл.сек]. Видна высокая, близкая к 100%, корреляция на волнах 28.71 см, 29.56 см и 31.41 см. На волнах 17.96 см и 17.05 см интенсивность фонового радиисточника резко упала с полным исчезновением микровсплесков.

они не были зарегистрированы. Диапазон вариаций интенсивности МВ в поляризованном излучении на частоте 985 МГц составил $2.4 \cdot 10^{-3} - 12 \cdot 10^{-3}$ с.е.п.

2. Диапазон распределения длительностей микровсплесков в поляризованном излучении (параметр Стокса V) составил 0.6–3.3 сек, с медианным значением 1.3 сек (стандартное отклонение 0.7 сек).

3. Диапазон распределения длительностей микровсплесков в неполяризованном излучении (параметр Стокса I) составил 0.6–2.6 сек, с медианным значением 1.0 сек (стандартное отклонение 0.5 сек).

4. Характерный временной интервал между отдельными пиками, определенный по автокорреляционным функциям, — около 3 сек.

5. Спектры степени поляризации радиоизлучения микровсплесков, наблюдавшихся в серии, длившейся несколько дней, имеют максимум на частоте 1015 МГц и находятся в диапазоне 10–100% (см. рис. 7). Спектры отдельных микровсплесков более разнообразны.

6. МВ дециметрового диапазона в большинстве случаев (70%) сопровождаются шумовыми бурями в метровом диапазоне, при этом зависимость между интенсивностью NS и интенсивностью МВ в максимуме спектра прямо пропорциональна с коэффициентом корреляции, равным 0.8 (см. рис. 8).

7. Поток микровсплесков на несколько порядков меньше потока связанных с ними шумовых бурь.

2.2. Дискуссия

Для интерпретации связи между МВ и шумовыми бурями используем модель всплесков I типа, развитую в работе [8]. Для формирования анизотропного распределения электронов в магнитной петле должно быть выполнено условие слабой диффузии $\nu_D = 10^{-8} n_e E^{-\frac{3}{2}} \ll \frac{1}{2} \alpha_0 \nu_b$ [9, 10], где E — энергия электронов (кэВ), n_e — концентрация тепловых электронов, ν_b — баунс-частота, α_0 — угол конуса потерь. Это условие выполняется в

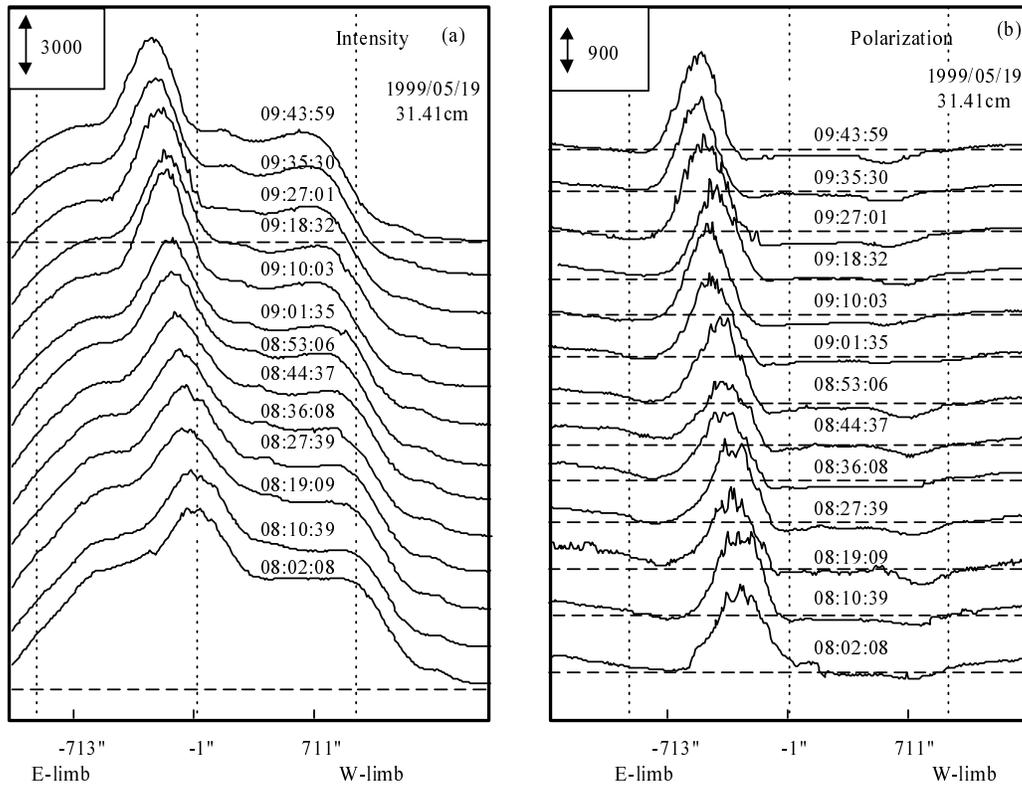


Рис. 3. Азимутальные сканы Солнца на волне 31.41 см в течение времени с 8h02m08s по 9h43m59s в интенсивности (а) и круговой поляризации (б). Видно, что микровсплески сопровождали NOAA 8545 в течение всего времени наблюдения.

метровом диапазоне длин волн. В этом случае образуется относительно устойчивое распределение энергичных электронов с конусом потерь:

$$f_s(\nu) = \frac{1}{4\sqrt{2}\pi^{\frac{3}{2}} v_{T_b}^5} \exp\left(-\frac{\nu_x^2 + \nu_z^2}{2\nu_{T_b}^2}\right), \quad (1)$$

здесь x — координата, направленная поперек магнитного поля. Такое распределение генерирует ленгмюровские волны с коэффициентом излучения [8]:

$$\alpha^L \approx 0.1 m_e \frac{n_s}{n_e} \omega \nu_{T_b}^2, \quad (2)$$

где n_s и n_e — концентрация энергичных и фоновых частиц соответственно. Затухание ленгмюровских волн определяется как

$$\gamma^L = \gamma_A + \nu_c + \gamma_L, \quad (3)$$

где γ_A — отрицательное поглощение, обусловленное анизотропией распределения энергичных электронов, $\nu_c = f_c/2$ — столкновительное затухание, f_c — частота столкновения электронов с протонами, γ_L — затухание Ландау на фоновых электронах. Для z -моды (то есть при почти перпендикулярном распространении волн) можно получить для γ_A

[11]:

$$-\gamma_A^{max} \approx 4.4 \times 10^{-2} \omega_p \frac{n_s}{n_e}. \quad (4)$$

а для затухания Ландау:

$$\gamma_L = \frac{v_g}{\Delta\rho}, \quad (5)$$

где $v_g \approx 3v_T^2/v_{ph}$ — групповая скорость волн, v_T — тепловая скорость фоновой плазмы, v_{ph} — фазовая скорость волн, $\Delta\rho$ — длина пути, на котором волны исчезают благодаря затуханию Ландау. Будем полагать, что $v_{ph} = v_{T_b} = 10^{10}$ см/сек [2]. Можно принять, что в метровом диапазоне длин волн (на частотах ниже 300 МГц) плотность фоновой плазмы задается моделью Ньюкирка:

$$n_e = 2.1 \times 10^5 \times 10^{4.32/\rho}. \quad (6)$$

В этом случае $\Delta\rho$ (при $T_e = 10^6$ К) может быть получено из уравнения:

$$\ln\Delta\rho - \left[23.42 - \ln\left(\frac{f_p}{(\log f_p^2 - 1.23)^4}\right)\right] + \frac{2.82}{\Delta\rho(\log f_p^2 - 1.23)^2} = 0.$$

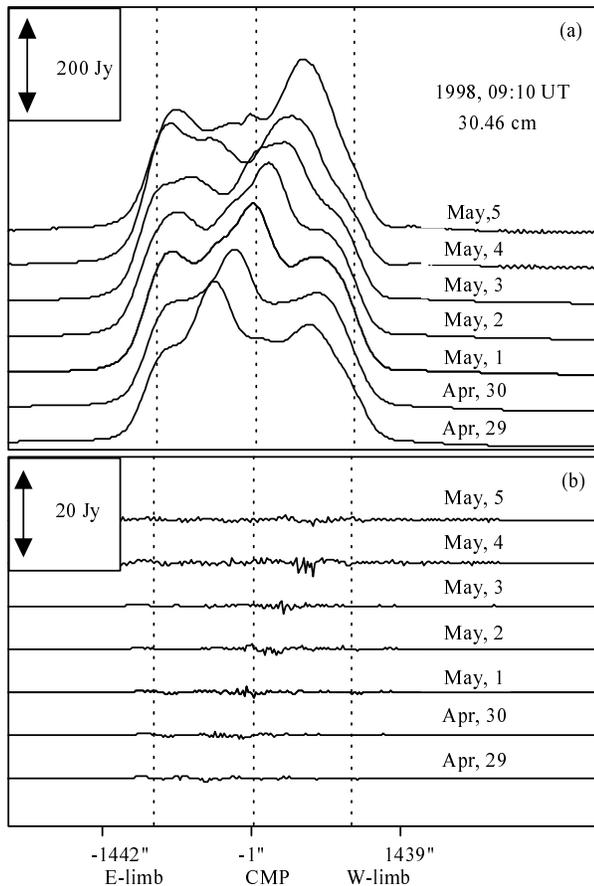


Рис. 4. Пример наблюдений активной области NOAA 8210 на волне 30.46 см в течение времени с 29 апреля 1998 г. по 5 мая 1998 г. Масштаб вертикальной оси приведен в единицах [ян-ский/3 угл. сек]. Активная область находилась 2 мая в центре диска Солнца. Каналы поляризации (b) обработаны методом пространственной фильтрации. Видно, что микровсплески (a) сопровождают активную область (b) в течение всего времени наблюдений.

Для дециметрового диапазона выражение (5) несправедливо, поэтому здесь мы будем использовать барометрическую формулу:

$$f_p(h) = f_{p0} \exp\left(-\frac{(h - h_0)}{9 \times 10^{-3} T_e}\right). \quad (7)$$

Средняя высота генерации микровсплесков на частоте 1000 МГц $h_0 = 1.5 \times 10^9$ см [2]. Следовательно,

$$f_p(h) = 10^9 \exp\left(-\frac{h - 1,5 \times 10^9}{9 \times 10^{-3} T_e}\right). \quad (8)$$

В этом случае $dh = \Delta\rho \cdot R_s$ (R_s — радиус Солнца) может быть получено (при $T_e = 2 \times 10^6$ К) из

$$\frac{\omega_p}{dh\nu_T} \exp\left(-\frac{1.36 \times 10^{10}}{dh}\right) = 3.22 \times 10^{-21}. \quad (9)$$

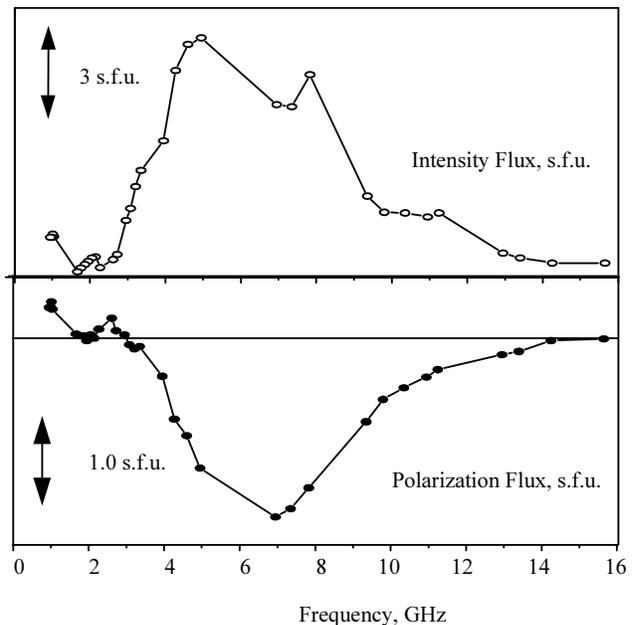


Рис. 5. Спектры потоков радиоизлучения активной области NOAA 8545 в интенсивности и круговой поляризации 19 мая 1999 г.

Таблица 1. Эффективная длина поглощения и затухание Ландау для различных плазменных частот (индекс N введен для модели Ньюкирка, индекс B — для барометрической модели)

Частота, МГц	$\Delta\rho_N$	$\Delta\rho_B$	γ_{LN}	γ_{LB}
1000	$4.2 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$	0.156	0.186
300	$7 \cdot 10^{-3}$	-	0.093	-
80	$15 \cdot 10^{-3}$	-	$4.3 \cdot 10^{-2}$	-
30	$34 \cdot 10^{-3}$	-	$1.9 \cdot 10^{-2}$	-

Отметим, что конкретное значение h_0 несущественно влияет на величину $\Delta\rho$. Значения $\Delta\rho$ и γ_L , вычисленные для различных частот, приведены в табл. 1.

В генерации радиоволн в шумовых бурях преобладает процесс рассеяния ленгмюровских волн на низкочастотных (нижнегибридных) волнах. Вторая гармоника радиоволн не наблюдается [11], т. е. рассеяние на флуктуациях ионов не играет существенной роли.

Как показано в работе [8], процесс рассеяния на нижнегибридных волнах приводит к тому, что яркостная температура радиоволн равна эффективной температуре ленгмюровских волн и

$$T_B = \frac{0.1 \frac{n_s}{n_e} \omega \cdot \nu_{T_b}^2 m}{4.4 \times 10^{-2} \frac{n_s}{n_e} \omega + \nu_c + \gamma_L}. \quad (10)$$

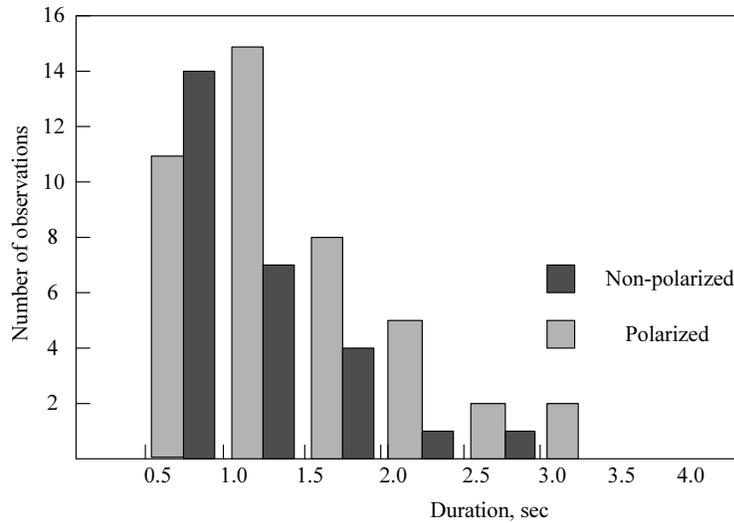


Рис. 6. Гистограмма распределения длительности МВ в поляризованном и неполяризованном излучении на волне 30.46 см. По вертикали — число МВ, по горизонтали — их длительность в сек.

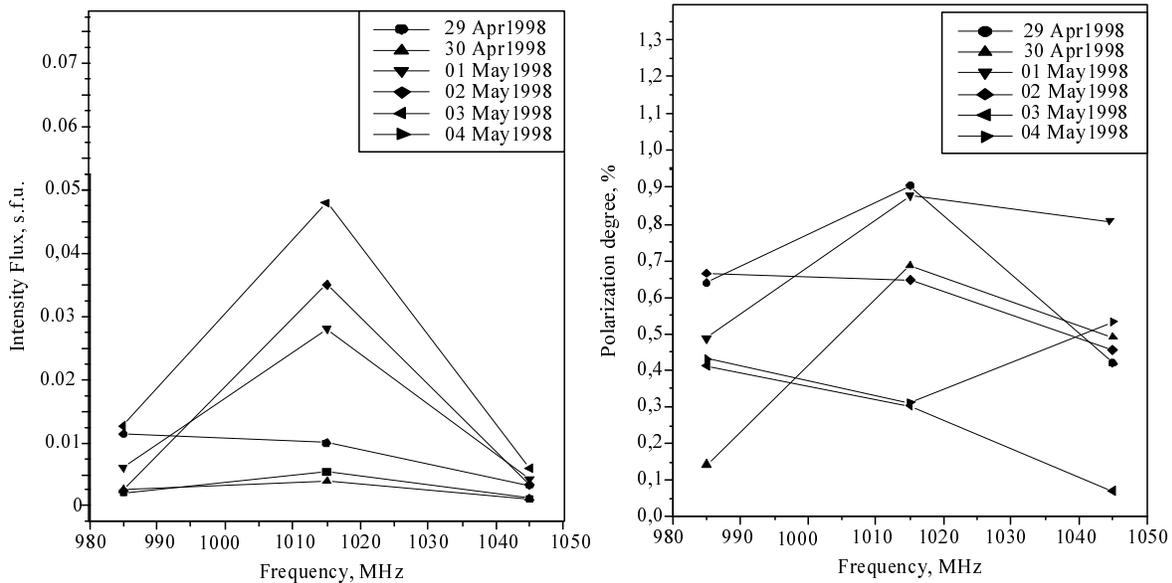


Рис. 7. Спектры интенсивности микровсплесков в [с.е.п.] (слева) и степени поляризации микровсплесков $\Delta V/\Delta I$ (справа) для различных периодов наблюдений. По горизонтальной оси отложена частота наблюдений.

Полагая, как и ранее, $V_{T_b} = 10^{10}$ см/сек и используя данные из табл. 1, можно получить спектры излучения при некотором значении $\frac{n_s}{n_e}$ (рис. 9).

Можно заметить, что для $\frac{n_s}{n_e} = 10^{-7}$ на частотах $f_p < 2 \cdot 10^8$ возникает мазерное излучение с высокой интенсивностью (суммарный коэффициент поглощения отрицателен).

Теперь можно построить спектр яркостных температур радиоизлучения до порога мазерного излучения, учитывая, что $\frac{n_s}{n_e}$ связано с частотой излучения соотношением $\omega^2 \approx \omega_p^2 = 3.18 \cdot 10^9 n_e$. Поло-

жим $n_s = 100 \text{ см}^{-3}$, тогда получим спектр, приведенный на рис.10.

На рис. 9 видно, что отрицательное поглощение приводит к отрицательным значениям яркостной температуры. И, естественно, на этих частотах нельзя использовать формулу (2) для расчета яркостных температур.

Излучение всплесков I типа в метровом диапазоне, в соответствии с моделью, развитой в [8], носит когерентный характер, при этом поток радиоизлучения растет с ростом частоты. Наши же наблюдения в дециметровом диапазоне показыва-

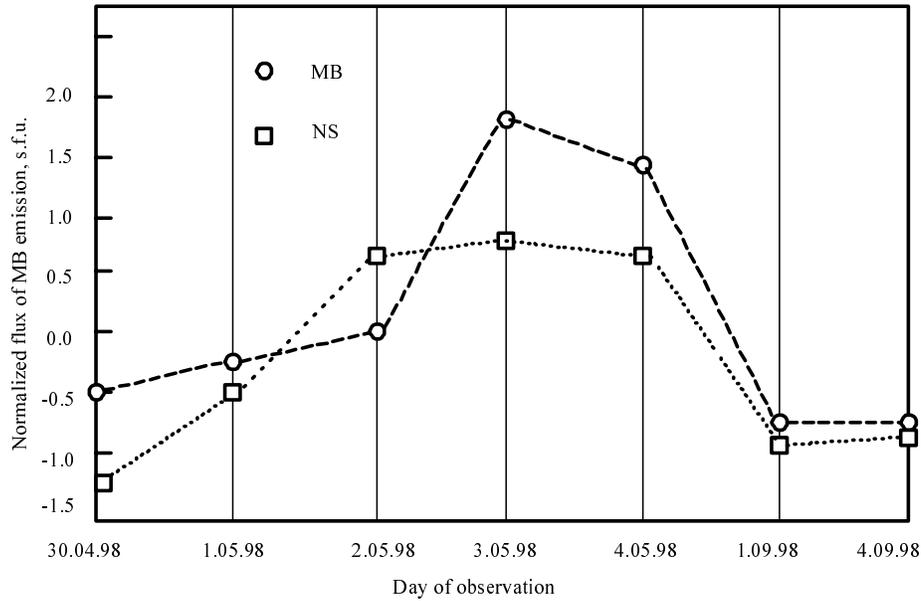


Рис. 8. Сопоставление между стандартизованными значениями интенсивностей MB и шумовых бурь NS.

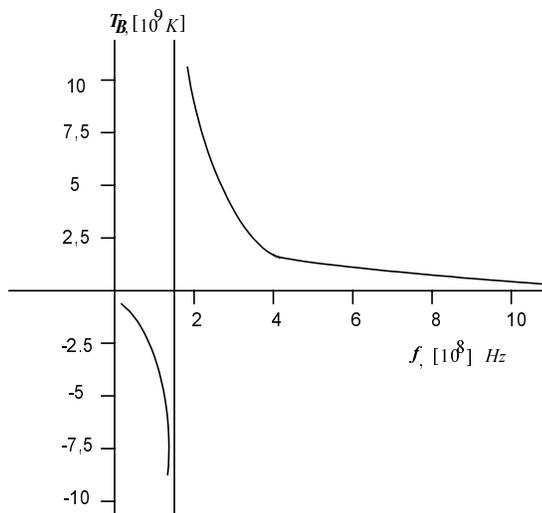


Рис. 9. Расчетный спектр излучения при $\frac{n_s}{n_e} = 10^{-7}$.

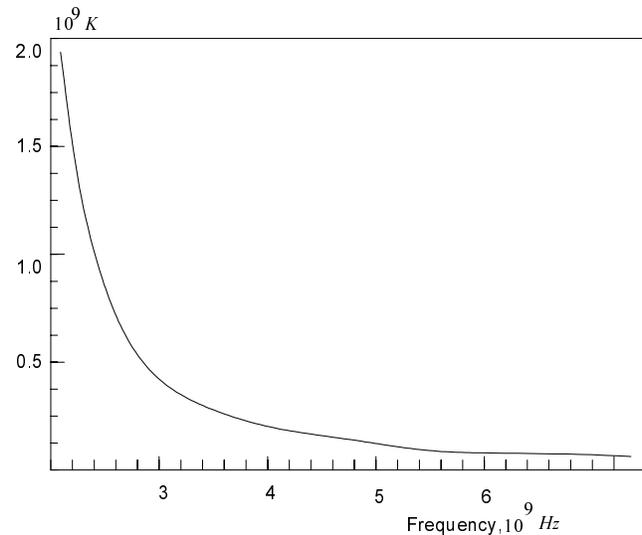


Рис. 10. Спектр яркостной температуры для $n_s = 100 \text{ см}^{-3}$.

ют существенное уменьшение потока по сравнению с метровым диапазоном. Таким образом, на основании представленных выше экспериментальных данных и проведенных расчетов можно сделать вывод, что излучение микровсплесков в дециметровом диапазоне связано с некогерентным характером возбуждения ленгмюровских волн. Для расчета яркостной температуры такого излучения можно пользоваться формулой (10). К сожалению, неизвестны размеры области излучения микровсплеска, поэтому использовать (10) для получения концентрации быстрых электронов затруднительно.

Почему на метровых волнах эффективен когерентный механизм, а на дециметровых — некоге-

рентный? Для ответа на этот вопрос решим уравнение для γ^L относительно $\frac{n_s}{n_e}$, обозначая результат $(\frac{n_s}{n_e})_{th}$.

Результаты приведены в табл. 2. Если $\frac{n_s}{n_e} > (\frac{n_s}{n_e})_{th}$, то излучение когерентное, и наоборот.

Из таблицы видно, что для того, чтобы излучение было когерентным на частоте 80 МГц требуется $n_s > 7 \text{ см}^{-3}$, а на частоте 1000 МГц — $n_s > 1.2 \cdot 10^4 \text{ см}^{-3}$. Это обстоятельство также подтверждает различный характер излучения микровсплесков и всплесков I типа. Таким образом, излучение микровсплесков по своему типу ближе

Таблица 2. Пороговые значения отношения $\frac{n_s}{n_e}$ для разных частот

Частота, МГц	$(\frac{n_s}{n_e})_{th}$
1000	$9.72 \cdot 10^{-7}$
300	$3.12 \cdot 10^{-7}$
80	$8.95 \cdot 10^{-8}$
30	$3.52 \cdot 10^{-8}$

к континуальному излучению шумовых бурь, но в силу высокого темпа питч-угловой диффузии ν_D оно должно иметь импульсный характер. Действительно, так как $\nu_D = 10^{-8} n_e E^{-3/2} s^{-1}$, то время жизни энергичных электронов в плазме с $f_p > 10^9$ равно 0.8 сек, что близко к длительности микровсплесков.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам анализа наблюдений МВ можно сделать следующие основные выводы.

1. Диапазон вариаций интенсивности МВ в поляризованном излучении на частоте 985 МГц $2.4 \cdot 10^{-3} - 5.7 \cdot 10^{-3}$ с.е.п.

2. Диапазон распределения длительностей микровсплесков составил (0.6–3.3) сек.

3. Характерный временной интервал между отдельными пиками, определенный по автокорреляционным функциям, — около 3 сек.

4. Спектры степени круговой поляризации часто имеют максимум на волне 29.56 см. Степень поляризации меняется в диапазоне 10–100%

5. МВ дециметрового диапазона в большинстве случаев (70%) сопровождаются шумовыми бурями в метровом диапазоне, при этом зависимость между интенсивностью NS и интенсивностью МВ в максимуме спектра прямо пропорциональна, но поток микровсплесков на несколько порядков меньше потока NS.

Излучение микровсплесков по своему характеру близко к континуальному излучению шумовых бурь, но в силу высокого темпа питч-угловой диффузии оно имеет импульсный характер. Время жизни энергичных электронов, определяемое условиями режима сильной диффузии, равно 0.8 сек, что близко к наблюдаемой длительности микровсплесков.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 06-02-16502, 05-02-16228.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. V. M. Bogod, Q. Fu, and L. V. Yasnov, in *Proceedings of the 9th European Meeting on Solar Physics, Magnetic Fields and Solar Processes* (ESA Spec. Publ. ESA SP-448, 1999), p. 1041.
2. V. M. Bogod, C. Mercier, and L. V. Yasnov, *J. Geophys. Res.* **106**, No. A11, 25.353 (2001).
3. V. M. Bogod and L. V. Yasnov, *Astronomy Reports* **45**, 643 (2001a).
4. V. M. Bogod and L. V. Yasnov, *Astronomical and Astrophysical Transactions* **20**, 459 (2001b).
5. В. М. Богод, Л. В. Яснoв, *Астрoн. Журнал* **82**, No.2, 1 (2005).
6. L. V. Yasnov, V. M. Bogod, Q. Fu and Y. Yan, *Solar Physics* **215**, 343 (2003).
7. V. M. Bogod, S. M. Vatrushin, V. E. Abramov-Maximov, and S. V. Tsvetkov, V. N. Dikij, *ASP Conference Series* **46**, 306 (1993).
8. G. Thejappa, *Sol Phys.* **132**, 173 (1991).
9. C. F. Kennel and H. E. Petschek, *J. Geophys. Res.* **71**, 1 (1966).
10. D. B. Melrose and J. C. Brown, *Monthly Notices Roy. Astronom. Soc.* **176**, 15 (1976).
11. V. V. Zaitsev and A. V. Stepanov, *Astronom. and Astrophys.* **45**, 135 (1975).

POSSIBLE LINK BETWEEN SOLAR DECIMETER-WAVE MICROBURSTS AND NOISE STORMS

L. V. Yasnov, V. M. Bogod, A. G. Stupishin

A statistical study of long-lived solar microbursts (MB) at decimeter-wave frequencies is performed for the first time. The data are obtained with RATAN-600 radio telescope and have the form of one-dimensional scans of intensity and circular polarization with a sensitivity of about 5–10 Jy. MB fluxes and polarization degrees lie in the 0.001–0.1 s.f.u. and 10% to 100%, intervals, respectively, and individual pulses have durations of one to two seconds. Microbursts can be observed in the same active region over several days. MB are compared to noise storms (NS) at meter-wave frequencies. The analysis indicates that MB are NS manifestations at decimeter-wave frequencies. The possible cause of the significant difference between the radio fluxes of MB and NS is analyzed. It is shown within the framework of single model of the generation of MB and NS radio waves that unlike type I bursts MB are associated with incoherent mechanism of the generation of Langmuir waves. MB emission is, by its nature, closer to the continuous emission of noise storms, but it is pulse like because of the high rate of pinch angular diffusion.