


Министерство высшего и среднего специального образования
РСФСР
Ордена Трудового Красного Знамени
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАДИОФИЗИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ

Препринт № 54



ТОНКАЯ СТРУКТУРА КONTИНУАЛЬНОГО
СОЛНЕЧНОГО РАДИОВСПЛЕСКА
22 АВГУСТА 1971 г.

С.Т.Акиньяк, Ю.Б.Веденеев, И.М.Черток

Горький - 1974 г.

1. Континуальные солнечные радиовсплески обнаруживают большое разнообразие тонкой структуры, в частности, на метровых волнах. Одним из наиболее характерных видов тонкой структуры являются так называемые пульсации: квазипериодическая последовательность широкополосных вариаций интенсивности радиоизлучения с временным масштабом порядка нескольких секунд. Полная фаза пульсаций может продолжаться от нескольких минут до нескольких часов. В литературе описан ряд явлений с такого рода структурой, относящиеся, главным образом, к всплескам 1У типа (см., например, [1-3] и приведенную там библиографию).

В настоящей работе рассматривается тонкая структура радиовсплеска, наблюдавшегося 22 августа 1971 г. Как будет показано ниже, в данном случае метровая компонента всплеска относилась к У типу. Анализ этого явления представляет определенный интерес также и потому, что пульсации радиоизлучения наблюдались в двух обсерваториях НИРФИ (Зименки) и ИЗМИРАН на различных инструментах. В метровом диапазоне, где тонкая структура наиболее ярко выражена, всплеск зарегистрирован на спектрографах в диапазонах 45-90 МГц [4] и 100-250 МГц [5] и радиометрах на частотах 100, 200 и 204 МГц. При анализе характеристик радиовсплеска использованы также результаты наблюдений в дециметровом и сантиметровом диапазонах, полученные в НИРФИ и ИЗМИРАН, и кроме того, данные о рассматриваемом явлении, активной области и вспышке, с которыми был связан всплеск, опубликованные в [6, 7].

2. Анализируемый ниже радиовсплеск 22 августа 1971 г. был связан со вспышкой балла I₁ (координаты E10S 09), которая наблюдалась в Н_α линии с $7^{\circ} 35'$ (здесь и далее приводится всемирное время). После активной области, содержащей быстро развивающуюся группу

пу пятен № 304 (нумерация по [7]). Прохождение этой активной области по солнечному диску сопровождалось генерацией шумовой бури на метровых волнах. Следует отметить, что в этой активной области 1-го сентября, когда она находилась уже за западным лимбом, имела место протонная вспышка [8].

О характере всплеска 22 августа 1971 г. можно судить по временным профилям интенсивности на ряде фиксированных частот в диапазоне от 100 до 9100 Мгц (рис.1), а также по спектру, построенному по величинам максимальных плотностей потока на различных частотах (рис.2). На рис. 3 приведены динамические спектры всплеска. Явление началось незадолго до момента максимума светимости вспышки в H_{α} ($7^h 52^m$) примерно одновременно ($7^h 48^m - 7^h 49^m$) в сантиметровом, дециметровом и метровом диапазонах. На высоких частотах начало всплеска характеризовалось постепенным возрастанием плотности потока. На низких частотах в начале явления наблюдались всплески III типа. Основная континуальная компонента всплеска имела продолжительность ~ 4 минут ($7^h 50^m - 7^h 54^m$). В течение этого интервала на всех частотах были зарегистрированы максимальные величины плотности потока. Особенно интенсивным всплеск был в метровом диапазоне. На частотах ниже 100 Мгц плотность потока превысила 10^{-18} вт/м²гц. На дециметровых волнах в спектре всплеска имел место минимум. В сантиметровом диапазоне плотность потока составила $\sim 8 \cdot 10^{-20}$ вт/м²гц. После окончания континуального всплеска на низких частотах снова наблюдалась группа всплесков III типа ($7^h 55^m - 7^h 56^m$).

Прежде чем перейти к анализу тонкой структуры радиоизлучения, остановимся подробнее на вопросе о спектрах от типа метровой компоненты всплеска. Как уже отмечалось, до сих пор было известно о пульсациях радиоизлучения во всплесках IU типа. Рассматриваемое явление, по-видимому, не может быть отнесено к всплескам этого типа. В частности, для изолированной движущейся и стационарной компонент всплеска IU типа [9] в отличие

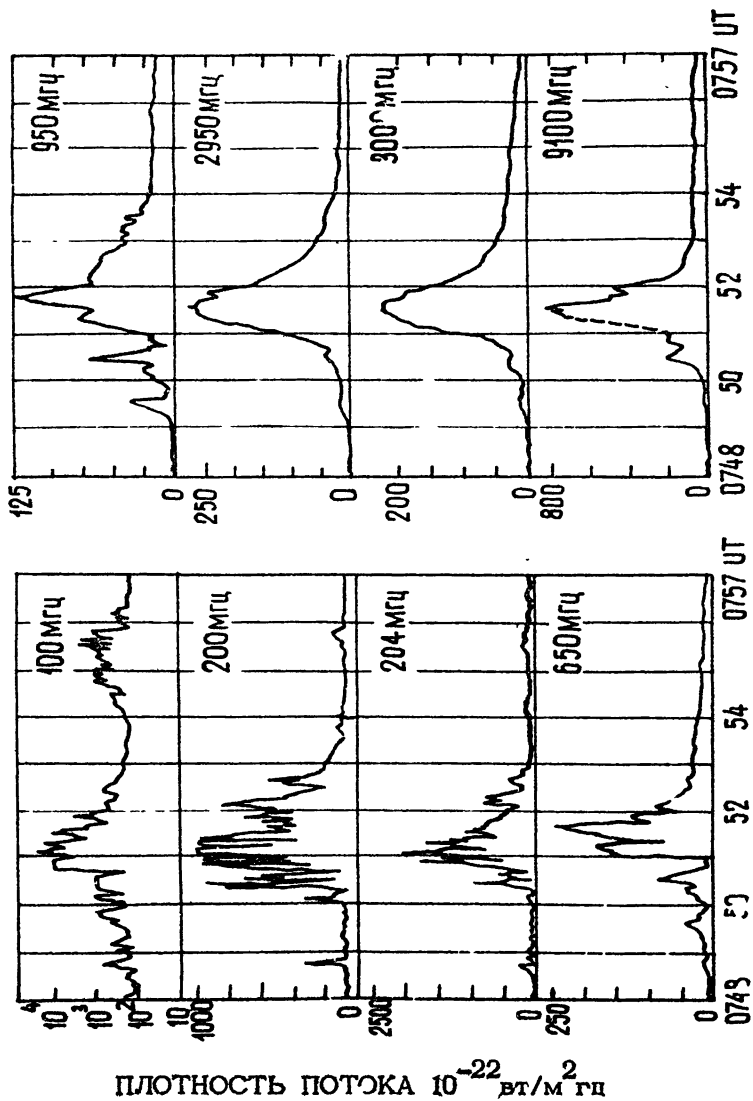


Рис. 1

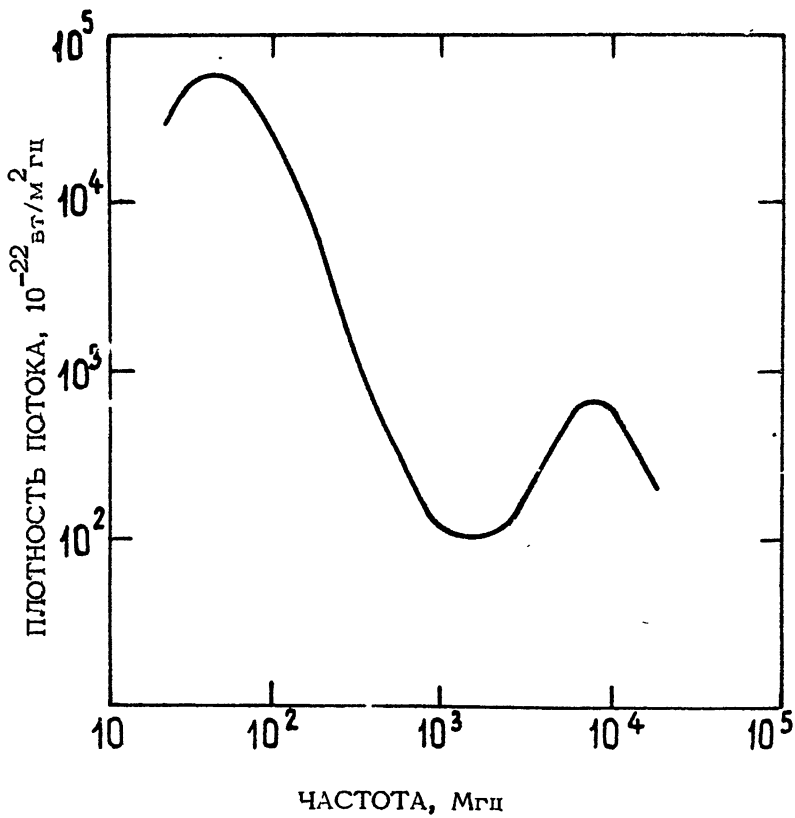


Рис. 2

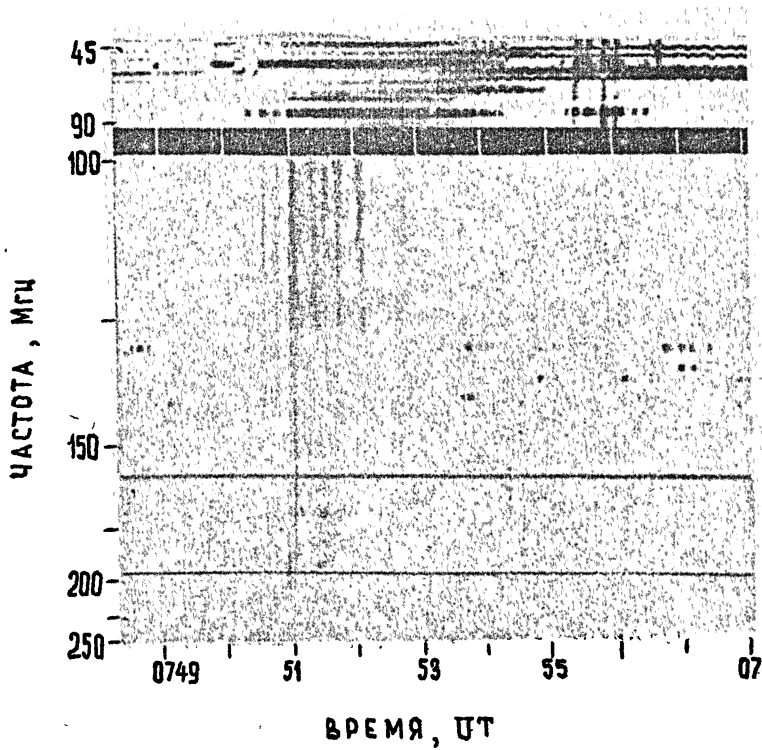


Рис. 3

от анализируемого здесь явления обычно характерно :

1) существенное запаздывание (от нескольких минут до десятков минут) начала метрового радиоизлучения по отношению к началу микроволнового всплеска и моменту максимума вспышки в H_{α} ; 2) связь с медленно дрейфующими всплесками II типа; 3) большая продолжительность. Что касается так называемого широкополосного континуума, наблюдаемого иногда в составе мощных всплесков IY типа [10] , то помимо некоторых других свойств, он отличается от всплеска 22 августа 1971 г. также и по характеру поляризации. Знак поляризации у широкополосного континуума соответствует, как известно, необыкновенной волне. Насколько можно судить по результатам поляризационных измерений на 23, 30, 40 и 113 Мгц [11], анализируемый континуальный всплеск был поляризован на 10-30%, а знак поляризации совпадал со знаком поляризации всплесков III типа, наблюдавшихся до и после континуума, и следовательно, соответствовал обыкновенной волне.

С другой стороны, континуум удовлетворяет основным признакам всплеска Y типа [12] : 1) общий вид динамического спектра, включая характерное увеличение продолжительности на низких частотах (см. рис. 3); 2) связь со всплесками III типа; 3) примерное совпадение моментов начала и длительности континуума на метровых волнах и микроволнового всплеска; 4) сравнительно низкая поляризация, соответствующая обыкновенной волне. Кроме того, в обсерватории Вейсенау (ФРГ), где динамический спектр фиксировался в более широком диапазоне частот 30-960 Мгц, континуум был также классифицирован как всплеск Y типа [6].

3. На динамическом спектре всплеска в метровом диапазоне (рис. 3) отчетливо видна структура, состоящая из более, чем 10 пульсаций интенсивности радиоизлучения, охватывающих широкий диапазон частот от 230 до 45 Мгц. Они легко прослеживаются также на временных профилях

всплесков на 100, 200, 204 Мгц (рис. 1). Внешне пульсации напоминают группу всплесков III типа. Однако, как можно видеть при сопоставлении всплеска, например, с группой всплесков III типа, зарегистрированной в $7^h 55^m - 7^h 56^m$, в отличие от последних, пульсации в данном случае не обнаруживают заметного частотного дрейфа. Кроме того, продолжительность пульсаций (~ 10 сек) больше, чем время жизни всплесков III типа (1-3 сек), причем их длительность практически не зависит от частоты в пределах исследуемого диапазона.

Вариации интенсивности континуума имеют довольно регулярный, но не строго периодический характер. Временной интервал между последовательными возрастаниями интенсивности континуума составляет 8-16 сек. Максимальная амплитуда пульсаций вблизи 200 Мгц равна ~ 1200 ед. (10^{-22} вт/м² гц) при примерно такой же величине средней плотности потока континуума. На 100 Мгц оценка максимальной амплитуды пульсаций затруднена из-за зашкалов регистрирующего прибора во время первой половины всплеска. Насколько можно судить по второй половине всплеска, амплитуда пульсаций на этой частоте превышала 8000 ед. при средней плотности потока $\sim 10^4$ ед.

Тонкая структура радиоизлучения в данном явлении прослеживается также и в сантиметровом диапазоне. Здесь, особенно на 2950 и 3000 Мгц, она имеет вид ступенек на участке возрастания интенсивности всплеска. Следует обратить внимание на то обстоятельство, что характерное время между последовательными ступеньками (8-12 сек) близко к характерному времени пульсаций на метровых волнах. Микроволновые всплески с такой структурой, по-видимому, наблюдаются довольно часто [13].

Таким образом, всплеск 22 августа 1971 г. представляет собой пример явления, в котором широкополосные пульсации с временным масштабом ~ 10 сек, характерные для всплесков IU типа, зарегистрированы на фоне континуума U типа. Это указывает на необходимость более полного изучения тонкой структуры всплесков U типа. Такое

исследование может оказаться полезным для уточнения механизма генерации всплесков У типа, а также для выяснения специфических условий, в которых континуальные радиовсплески испытывают подобные вариации интенсивности.

Авторы признательны сотрудникам Центрального института солнечно-земной физики им.Г.Герда (ГДР) А.Беме и А.Крогеру, предоставившим в наше распоряжение данные поляризационных наблюдений. Авторы благодарят А.К.Маркеева, обеспечившего наблюдения на спектрографе ИЗМИРАН, а также Е.Н.Софьину за помощь в подготовке материалов статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. D.J.McLean, K.V.Sheridan, R.T.Stewart, J.P.Wild, Nature, N 5325, 140, 1971.
2. A.Abrami, Nature Phys.Sci., 238, N 80, 25, 1972.
3. А.К.Маркеев, В.В.Фомичев, И.М.Черток, Препринт № 7, ИЗМИРАН, Москва, 1974; Астрон.ж., (в печати).
4. А.К.Маркеев, Геомагнетизм и аэрномия, 1, 999, 1981.
5. Ю.Б.Веденеев, Н.М.Прытков, Приборы и техника эксперимента, № 5, 122, 1972.
6. Solar-Geophysical Data, Boulder, N 328, Part II, 1971; N 330, Part II, 1972.
7. Солнечные данные, № 8, 1971.
8. World Data Center A for Solar-Terrestrial Physics, Boulder, Report UAG-24, Part II, 1972.
9. С.Т.Акиньян, Кандидатская диссертация, ИЗМИРАН, Москва, 1973.
10. A.Bohme, Solar Phys., 24, 457, 1972; 25, 478, 1972.
11. A.Bohme, A.Kruger, (частное сообщение).
12. В.В.Железняков, Радиоизлучение Солнца и планет, Наука, Москва, 1964.
13. T.J.Janssen, K.P.White, R.M.Broussard, Solar Phys., 31, 207, 1973.