

Рис. 2. Динамический спектр в диапазоне 10–90 МГц по данным спектрографа сети e-Callisto

Известно, что основным механизмом появления радиовсплесков III типа является плазменное излучение. Согласно теории, поток ускоренных электронов генерирует ленгмюровские волны. Часть энергии волн Ленгмюра преобразуется в электромагнитные волны, которые могут регистрироваться радиотелескопами. [Dulk, 1985] Так как ленгмюровские волны — это колебания плазмы с плазменной частотой f_p , то мы можем использовать выражение для связи плазменной частоты с электронной концентрацией N_e

$$f_p = \sqrt{\frac{N_e e^2}{4\pi\epsilon_0 m_e}}, \quad (1)$$

где m_e — масса электрона, ϵ_0 — электрическая постоянная.

Для связи концентрации и расстояния, на которое пролетел поток электронов, использовалась модель распределения электронной плотности Ньюкирка, с коэффициентом $\alpha = 3$, что соответствует умеренно активному Солнцу. [Newkirk, 1961]

$$N_e = N_0 \cdot \alpha \cdot \left(10^{4,32 \frac{R_0}{R}}\right), \quad (2)$$

где α — коэффициент увеличения электронной плотности, R — расстояние от центра Солнца, R_0 — радиус Солнца.

Согласно нашим расчетам скорости движения потока ускоренных электронов получились $v \approx 0.22c$, где c — скорость света в вакууме; и энергия $E \approx 12$ кэВ. Оценка времени пролета от места первичного энерговыделения до области формирования излучения на частоте 80-МГц составляет 22 сек. Сдвиг на это время указывает на всплеск на частоте 1 ГГц (см. рис. 3). Этот спектральный диапазон наиболее вероятно связан с местом первичного энерговыделения.

Сравнение временных профилей в диапазоне рентгеновского излучения (20–50 кэВ) и излучения в спектральном диапазоне предполагаемого места

формирования первичного энерговыделения показано на рис. 3 и также подтверждает эту гипотезу. Мы видим хорошее соответствие между рентгеновским и микроволновым временными профилями в области роста потока, это свидетельствует о том, что частота первичного энерговыделения действительно находится в области 1 ГГц.

Временные профили по данным разных инструментов

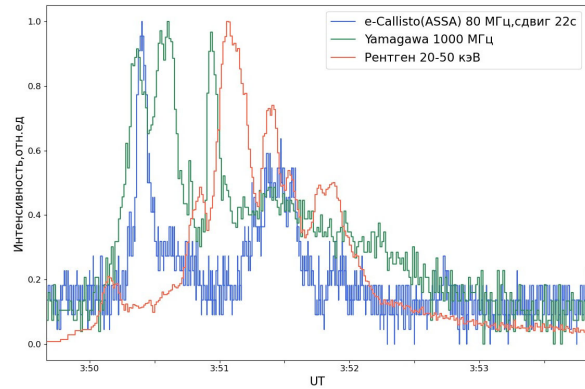


Рис. 3. Эволюция излучения в разных спектральных диапазонах

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Скорости потоков электронов близки к среднестатистическим значениям, полученным ранее другими авторами, 0.3 с, где c — скорости света. Энергии электронов генерировавших радиовсплески в начале вспышке 10–20 кэВ. Анализ теоретически полученных и измеренных задержек между временными профилями в разных спектральных диапазонах, место первичного энерго выделения находилось в области формирования микроволнового излучения на частоте 1 ГГц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Dulk G.A. Radio emission from the sun and stars // Annu. Rev. Astrophys. 1985. V. 23. P. 169–224.
- Newkirk G. The solar corona in active regions and the thermal origin of the slowly varying component of solar radio radiation // Astrophys. J. 1961. V. 133. P. 983–1013.
- URL: http://aso-s.pmo.ac.cn/en_index.jsp (дата обращения 23.05.2024).
- URL: <https://solarobs.nict.go.jp/> (дата обращения 23.05.2024).
- URL: <https://www.e-callisto.org/> (дата обращения 23.05.2024).