

# Короткое событие с продолжительной фазой спада по данным микроволновых наблюдений



Полухина С.А.<sup>1</sup> Кашапова Л. К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>ИСЗФ СО РАН, Иркутск, Россия

## Аннотация

Мы представляем результаты исследования спектральных и пространственных характеристик слабой солнечной вспышки SOL2022-02-03T04:21UT класса C1 по GOES. Особенностью данной вспышки является ее необычный временной профиль в микроволновом и мягком рентгеновском диапазонах: быстрая импульсная фаза сопровождается относительно длительной для такого класса событий фазой спада. Анализ спектральных и пространственных свойств события проведен на основе данных Сибирского Радиогелиографа (СРГ) в диапазоне 6-12 ГГц, а также данных аппаратов GOES и FERMI/GBM, и ASSA.

## Обработка данных и результаты

Продолжительность импульсной фазы вспышки около 30 секунд, наблюдается излучение ускоренных частиц на всех частотах решетки 6-12 ГГц Сибирского Радиогелиографа. Далее в микроволновом и мягком рентгеновском диапазонах наблюдается необычайно длинная фаза спада с тепловым излучением.

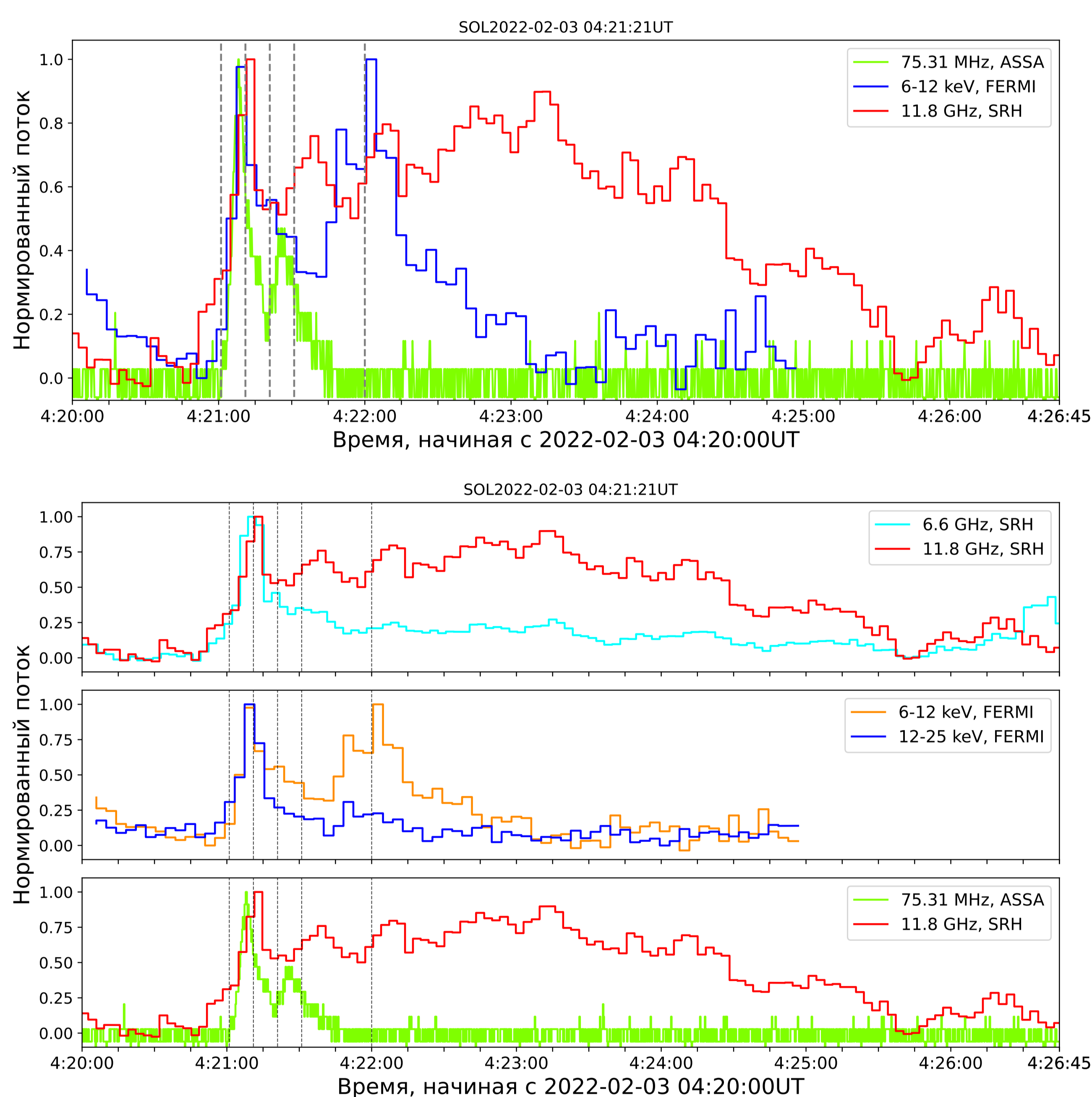


Рис. 1. Временной профиль события. Вертикальными линиями отмечены моменты, для которых построены спектры в диапазоне 6-12 ГГц: 4:21:01UT, 4:21:11UT, 4:21:21UT, 4:21:31UT, 4:22:00UT.

Спектральный анализ проводился с помощью фитирования функцией вида

$$S = e^A \nu^\alpha [1 - \exp(-e^B \nu^{-\beta})],$$

где  $\delta = -1.1(\alpha - \beta - 1.2)$  — электронный спектральный индекс,  $S$  — поток,  $\nu$  — частота,  $A$  и  $B$  — амплитуды роста и спада,  $\alpha$  и  $\beta$  — индексы роста и спада функции соответственно [2].

Во время импульсной фазы установлено присутствие ускоренных частиц [1]: электронный спектральный индекс для гиротронного спектра равен  $\delta = 6.82$  для 4:21:01UT,  $\delta = 5.18$  для 4:21:11UT,  $\delta = 3.42$  для 4:21:21UT,  $\delta = 3.93$  для 4:21:31UT. Высоочастотная часть микроволнового спектра принимает плоскую форму начиная с 4:22:00UT, что указывает на тепловое тормозное излучение для фазы спада.

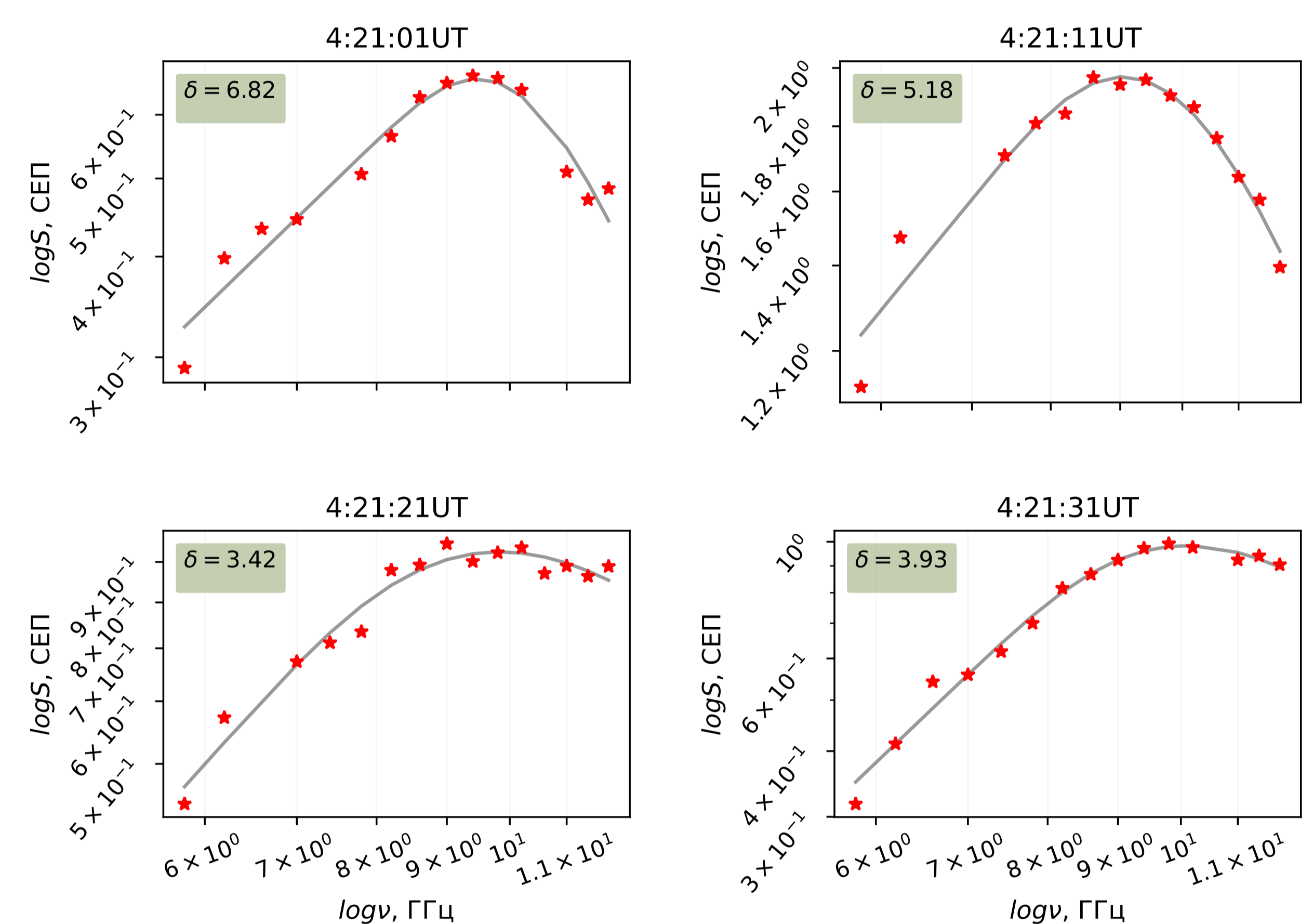


Рис. 2. Представлены спектры для нескольких моментов в диапазоне 6-12 ГГц по данным СРГ. Красные звездочки — данные, сплошные кривые — функции фитирования.

Проведена локализация положения источника излучения вспышки относительно структуры, видимой в УФ диапазоне SDO/AIA. Для выделения излучения вспышки и устранения влияния пятенного источника использовались разностные радиокарты между спокойным Солнцем и моментом вспышки. Полученный результат указывает на то, что радиоисточник находится над структурой, образовавшейся во время импульсной фазы вспышки на краю пятна и продолжавшей свое существование еще некоторое время. Возможной физической причиной формы временного профиля и теплового механизма излучения в микроволновом диапазоне предположительно могут являться волновые процессы.

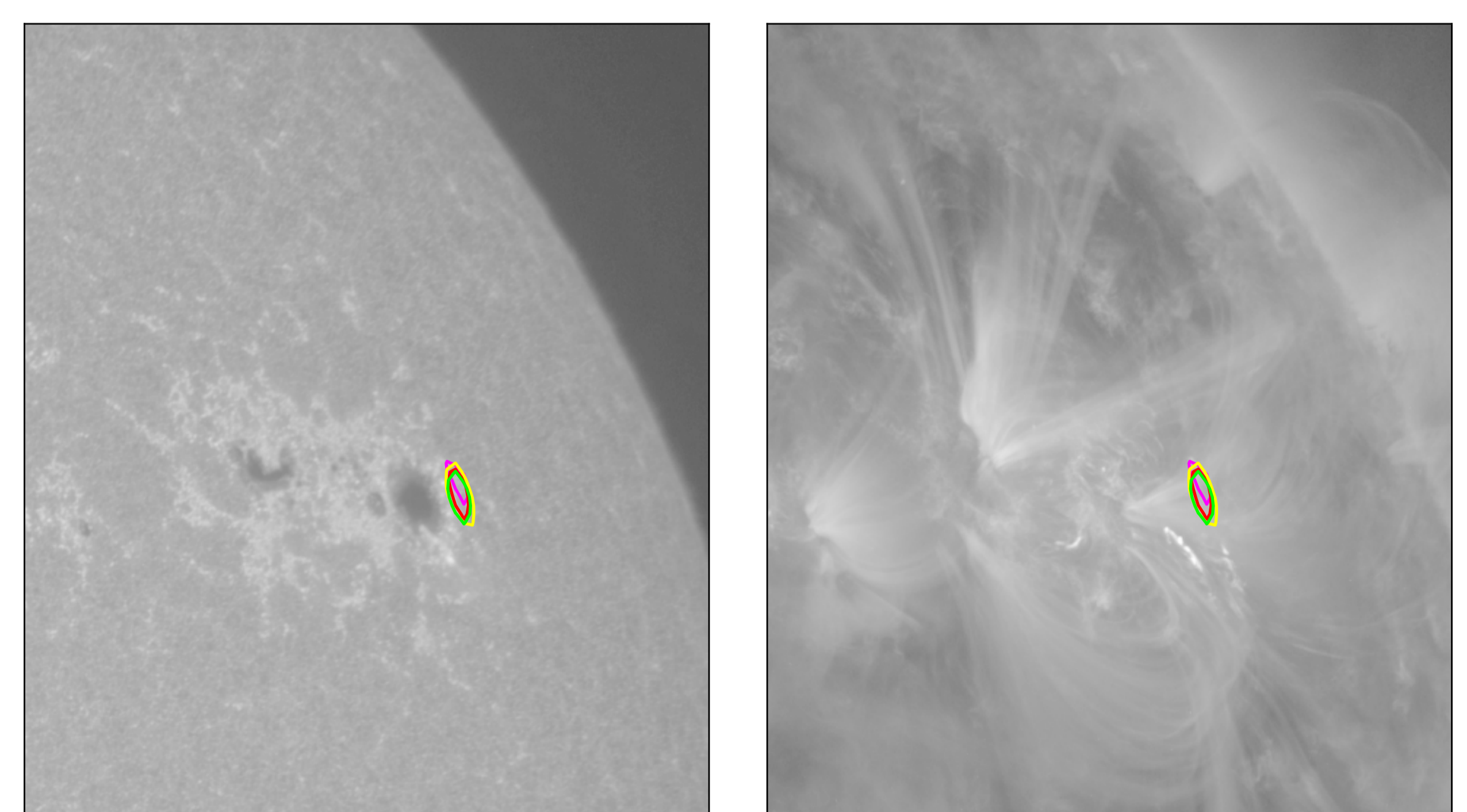


Рис. 3. Снимки SDO/AIA 1700Å (слева) и 171Å (справа), цветными контурами обозначены источники микроволнового излучения на момент 4:22:00UT.

## Список литературы

[1] G. A. Dulk. Radio emission from the sun and stars. *Annual Rev. Astron. Astrophys.*, 23:169–224, 1985.

[2] J. Lee Gelu M. Nita, Dale E. Gary. Statistical study of two years of solar flare radio spectra obtained with the owens valley solar array. *The Astrophysical Journal*, 605:528–545, 2004.