



Казанский федеральный
УНИВЕРСИТЕТ



Институт космических исследований Российской академии наук

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЕЖЕГОДНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ
"СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"

(Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, природных
и антропогенных объектов)

Влияние работы мощных передатчиков УНУ стенд СУРА на полное электронное содержание и мощность навигационных сигналов по данным экспериментов 2021-2024 гг.

Д.А. Когогин¹, Д.С. Максимов¹, И.А. Насыров¹, А.В. Шиндин², Р.В. Загретдинов¹

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет

² Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет

имени Н.И. Лобачевского

Докладчик:

Когогин Д.А.



Введение

На основе обработанных данных с наземных ГНСС приемников:

- получаем суточные изменения вариаций полного электронного содержания (ПЭС);
- строим двумерные карты для визуализации распределения интенсивности вариаций ПЭС;
- анализируем влияние на ионосферу различных гелиогеофизических событий;
- строим двумерные карты распределения мощности навигационных сигналов.



Условия эксперимента

Год	Количество дней	Среднее количество ГНСС-приемников	Моды накачки	Периоды накачка-пауза, мин
2021	6	860	-0	6
2022	16	960	-0, -X	6, 15, 30, 60
2023	9	1020	-0	6

Построение карт ПЭС и мощности навигационных сигналов

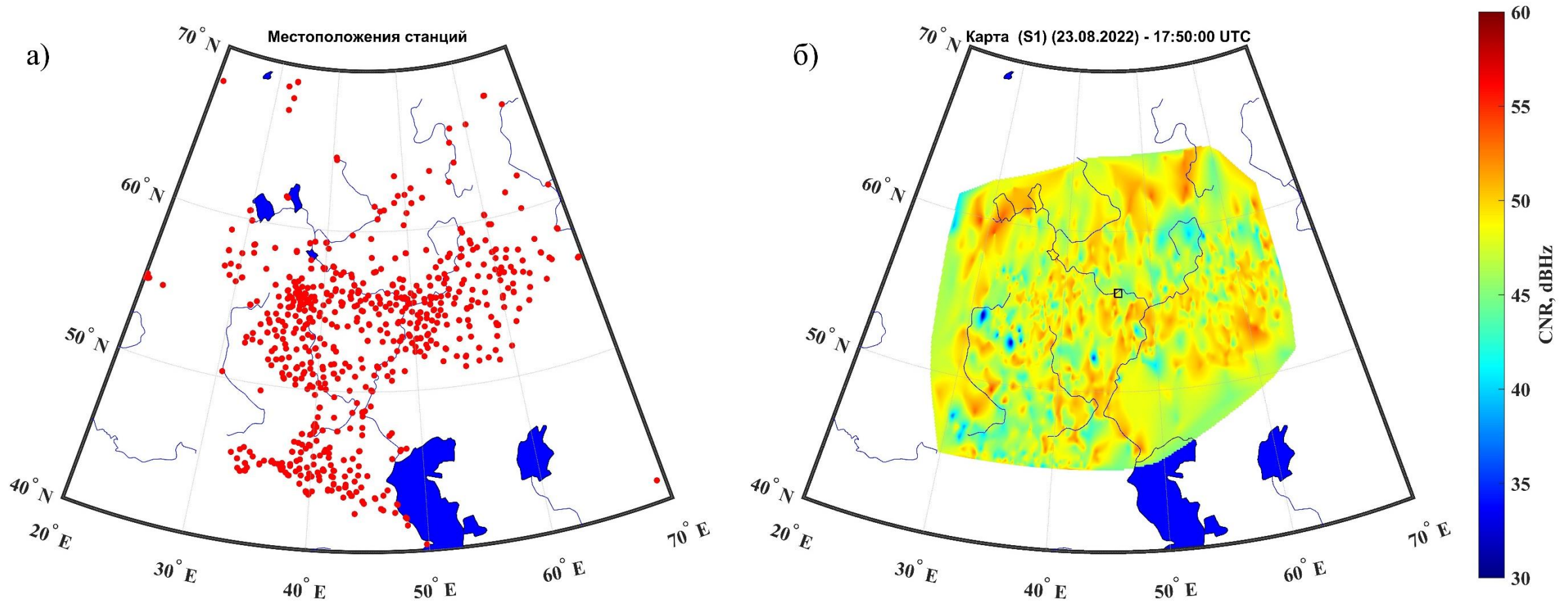


Рис. 1. Карты распределения а) – приёмных ГНСС - станций, б) – мощности сигнала, объединенного по группе S1 для исследовательского дня 23.08.2022

Построение карт ПЭС и мощности навигационных сигналов

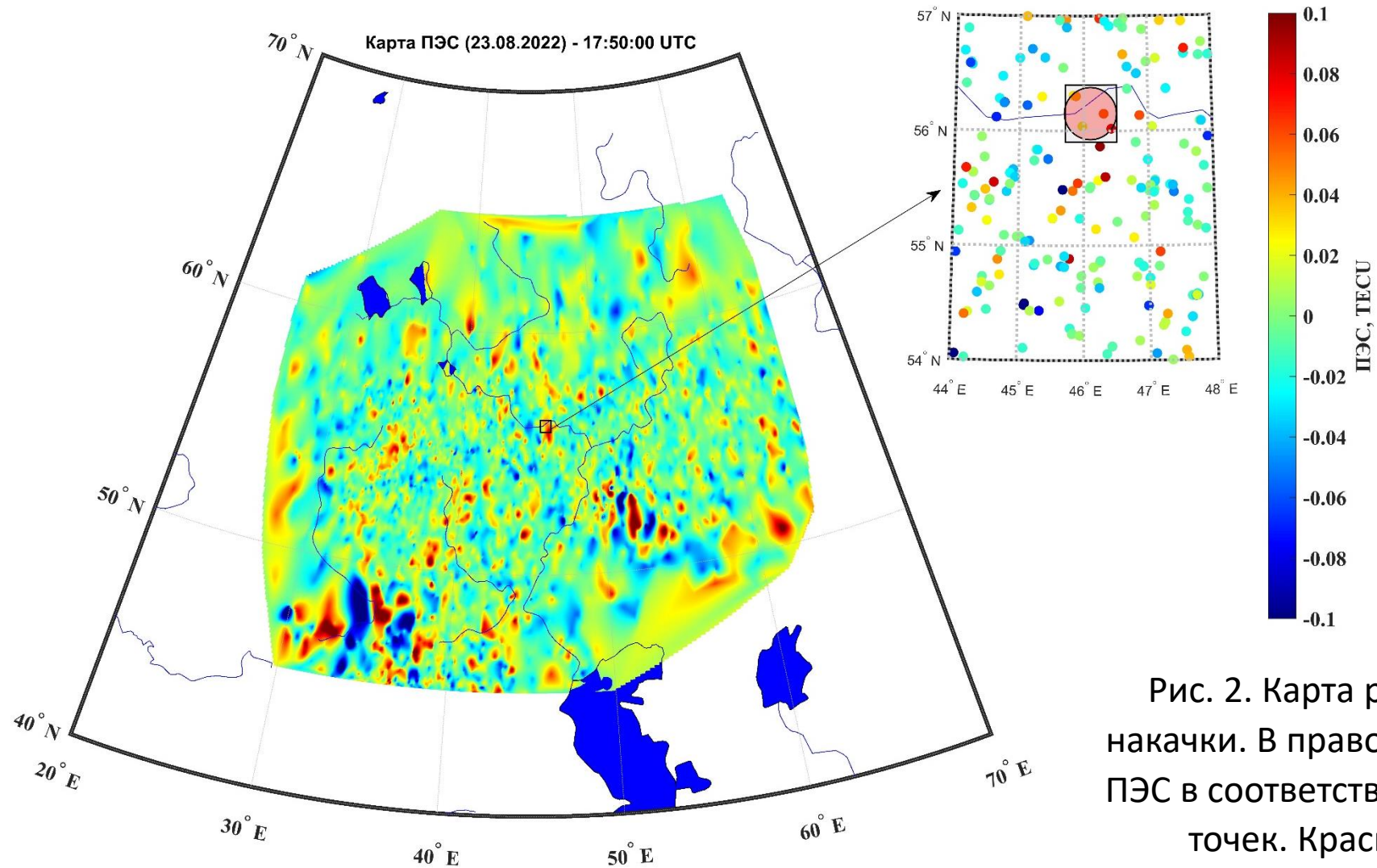


Рис. 2. Карта распределения ПЭС во время сеанса накачки. В правом верхнем углу отображены значения ПЭС в соответствующих координатах подыоносферных точек. Красным кругом отмечена диаграмма направленности УНУ стэнд Сура



Построение карт ПЭС и мощности навигационных сигналов

- Так как значения мощности сигналов записывают не все наземные ГНСС-приемники, было решено, что рассматривать каждую сигнальную компоненту отдельно не целесообразно. Были объединены 14 сигнальных компонент (S1C, S2W, S1, S2, S1P, S5X, S2C, S1X, S6X, S7X, S8X, S1I, S6I, S7I) в шесть групп по частоте приема (S1, S2, S5, S6, S7, S8)
- Для определения корреляции между воздействием мощного излучения стенда Сура и откликом ПЭС были вычислены медианные значения исследуемых параметров, по области исследования.

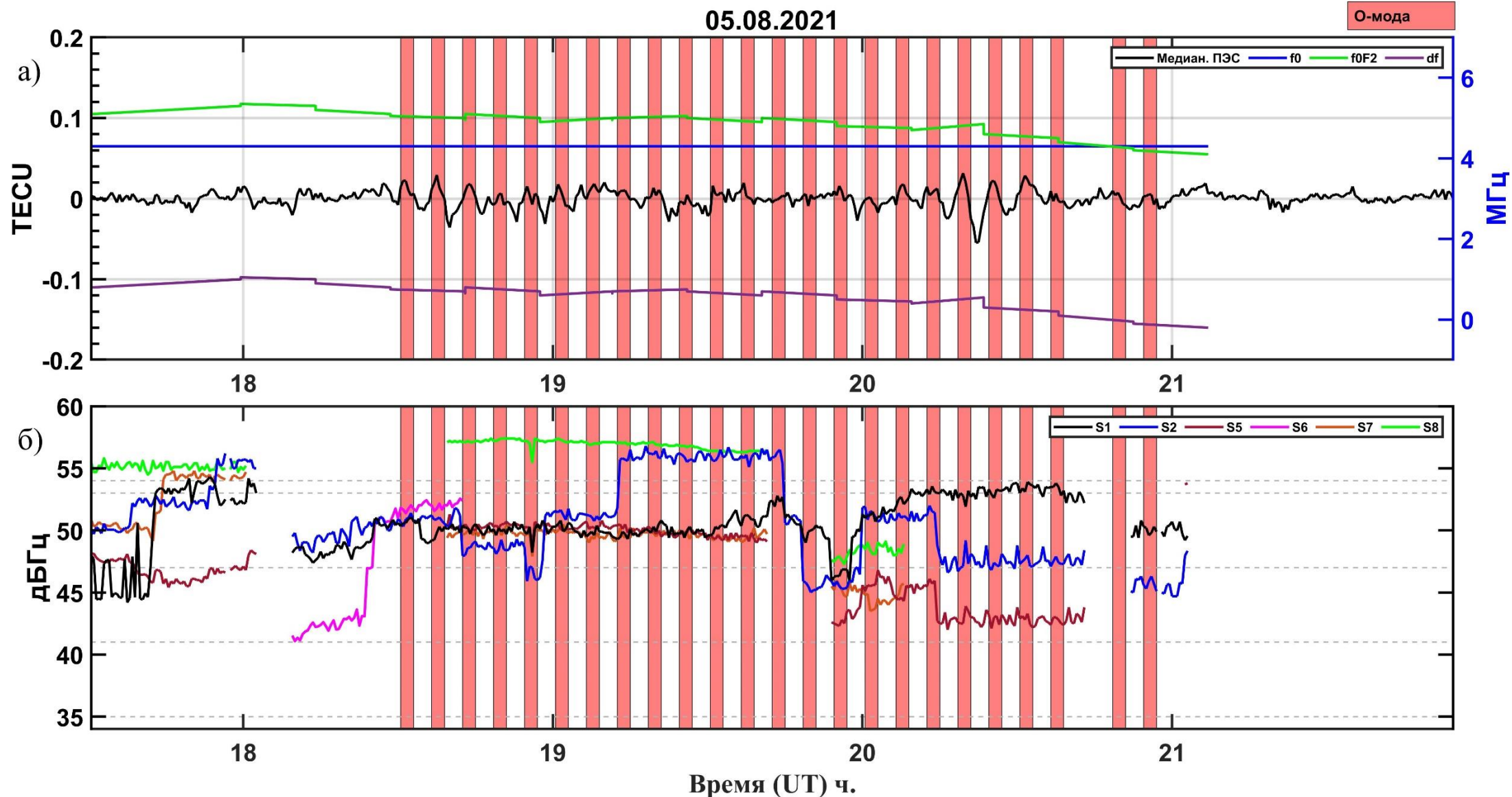


Рис. 3. Эксперимент 05.08.2021 г. О-мода. Излучение волны накачки показано красными вертикальными прямоугольниками. Режим излучения: 2.5 минуты нагрев; 3.5 минуты пауза. **а)** изменение вариаций ПЭС (черным), частота накачки (синим), критическая частота (зеленым), разница между критической частотой и частотой волны накачки (розовым). **б)** изменение CNR навигационных сигналов по шести группам (S1, S2, S5, S6, S7, S8).

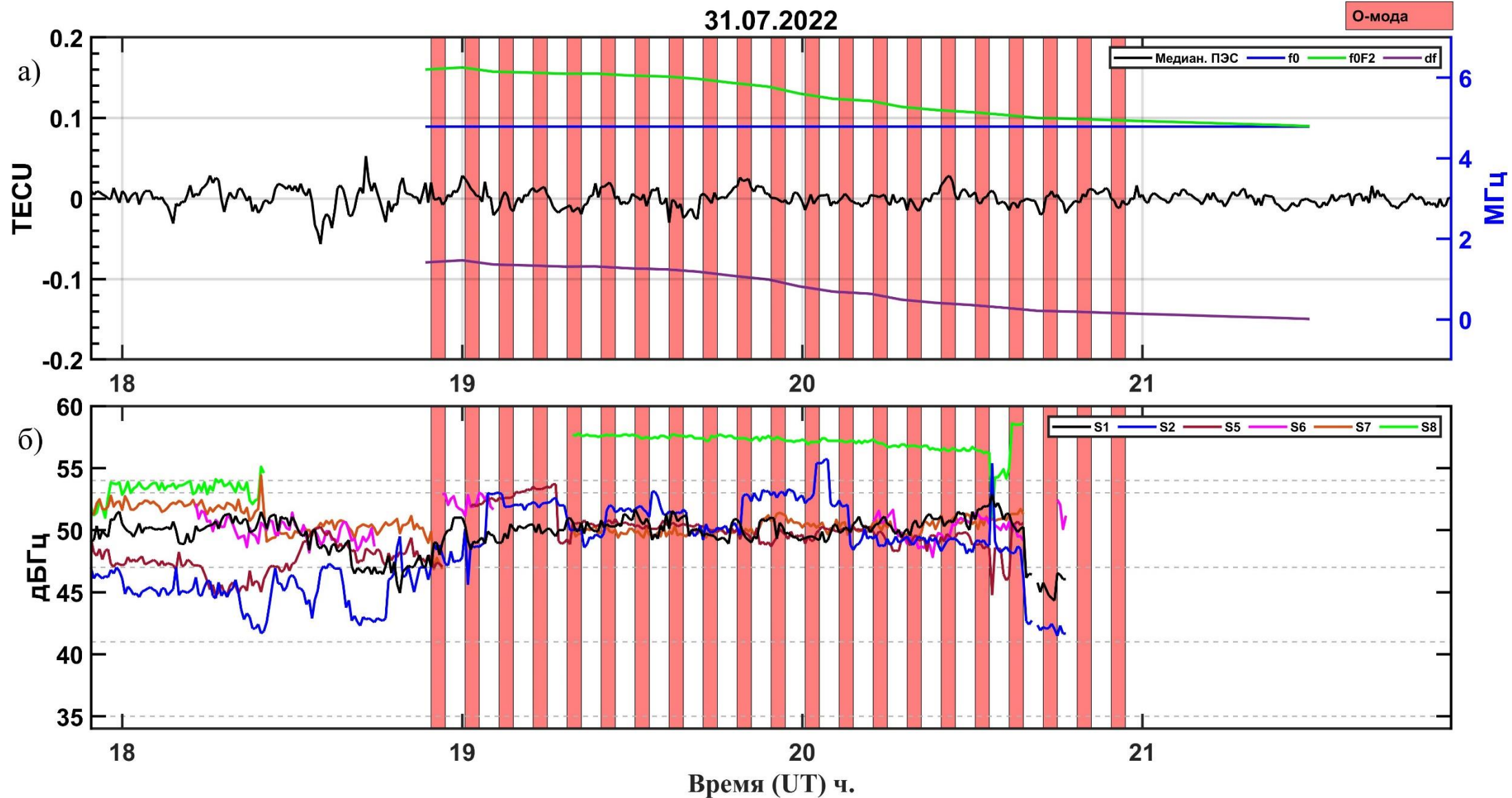


Рис. 4. Эксперимент 31.07.2022 г. О-мода. Обозначения аналогичны рис. 3

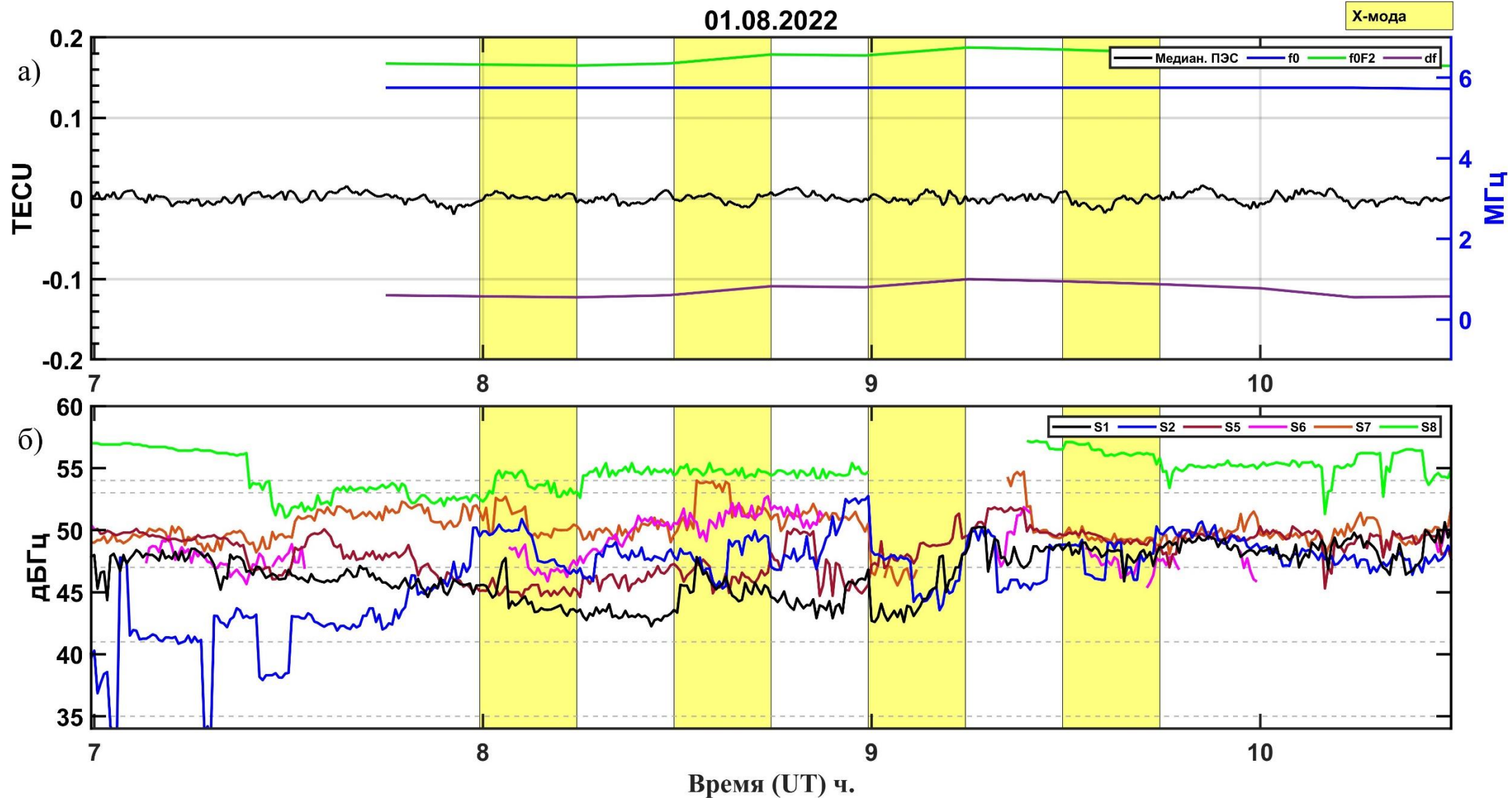


Рис. 5. Эксперимент 01.08.2022 г. X-мода. Излучение волны накачки показано желтыми прямоугольниками, остальные обозначения аналогичны рис. 3. Режим излучения: 15 минут нагрев; 15 минут пауза.

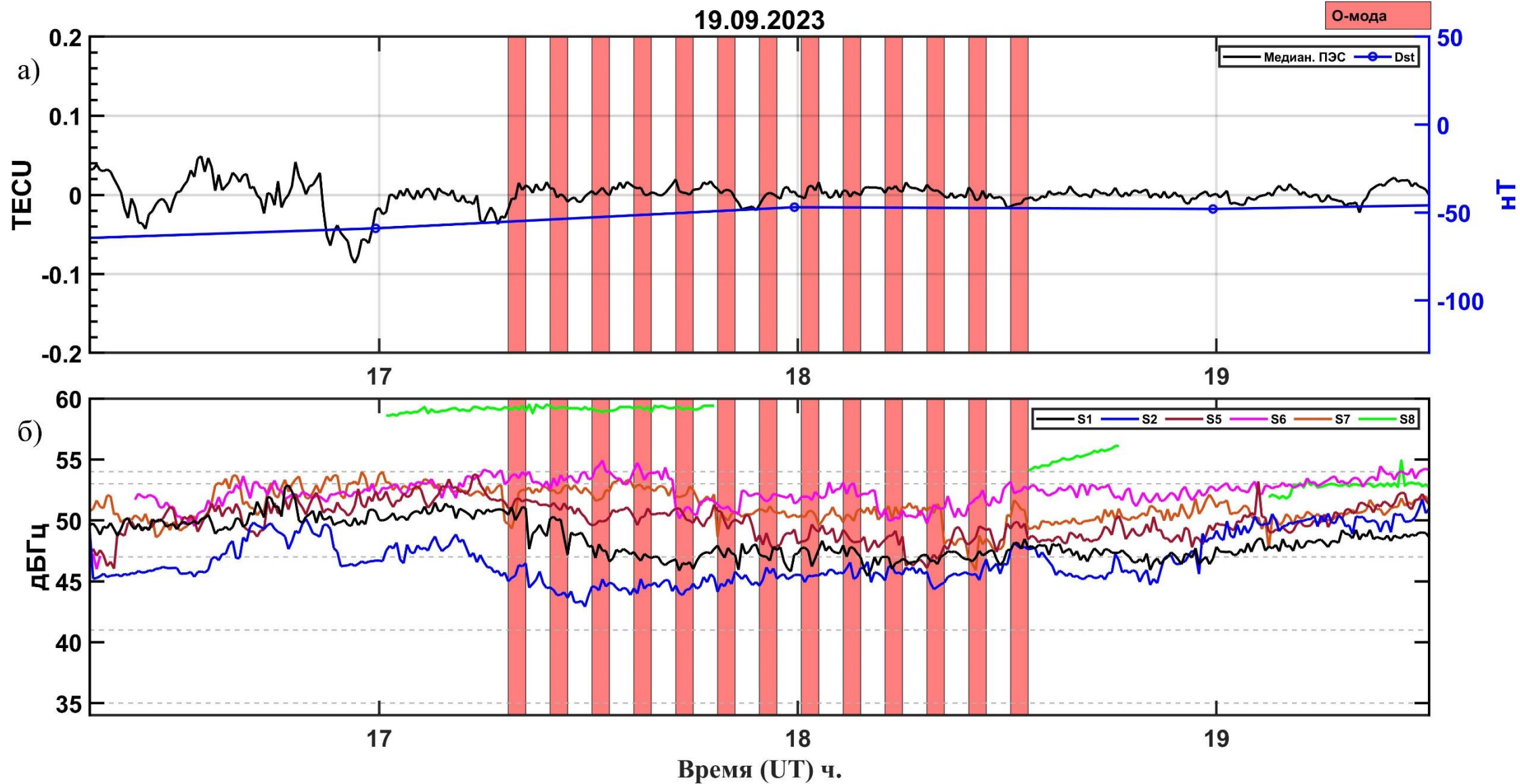


Рис. 6. Эксперимент 19.09.2023 г. О-мода. Обозначения аналогичны рис. 3. а) изменения вариаций ПЭС (черным), изменение индекса Dst (синим)



Заключение

- Для большинства 6-ти минутных циклов накачки O-модой характерно падение значения вариаций медианного ПЭС во время воздействия мощного излучения и возрастание во время пауз, например, наглядно это видно на рис. 3, в первых 5 циклах
- Для более длительных циклов накачки O-модой и для циклов накачки X-модой последовательного изменения вариаций медианного ПЭС выявить не удалось



Заключение

- Значимого влияния на медианные значения мощности сигналов по группам S1-S8 в периоды воздействия на ионосферу мощным радиоизлучением УНУ стенд Сура выявлено не было. При этом стоит отметить, что наиболее стабильными являются сигналы из групп S1 и S2
- В результате проведенного исследования получено, что вариации медианного ПЭС внутри ДН стенда Сура снижаются во время излучения волны накачки О-поляризации. Влияния работы стенда на медианные значения мощности сигналов навигационных спутников по итогам исследования выявлено не было



Литература

1. Когогин Д.А., Насыров И.А., Шиндин А. В. И др. // Известия вузов. Радиофизика. – 2020. – Т. 63. - № 2. – С. 89-104.
2. Максимов Д.С., Когогин Д.А., Насыров И.А., и др. // Солнечно-земная физика. - 2023. - Т. 9, № 2. - С. 52-59
3. Inside GNSS, Measuring GNSS Signal Strength: [Электронный ресурс]. New Jersey, 2010. URL: <https://insidegnss.com/measuring-gnss-signal-strength/> (Дата обращения 08.11.2024).



Казанский федеральный
УНИВЕРСИТЕТ



Институт космических исследований Российской академии наук

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЕЖЕГОДНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ
"СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"

(Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, природных
и антропогенных объектов)

Спасибо за внимание!