Третий симпозиум
«Физические основы прогнозирования
гелиогеофизических процессов и событий»
(«ПРОГНОЗ-2026»)
25-28 мая 2026

СУПЕРСУББУРИ ВО ВРЕМЯ 24 И 25 ЦИКЛОВ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

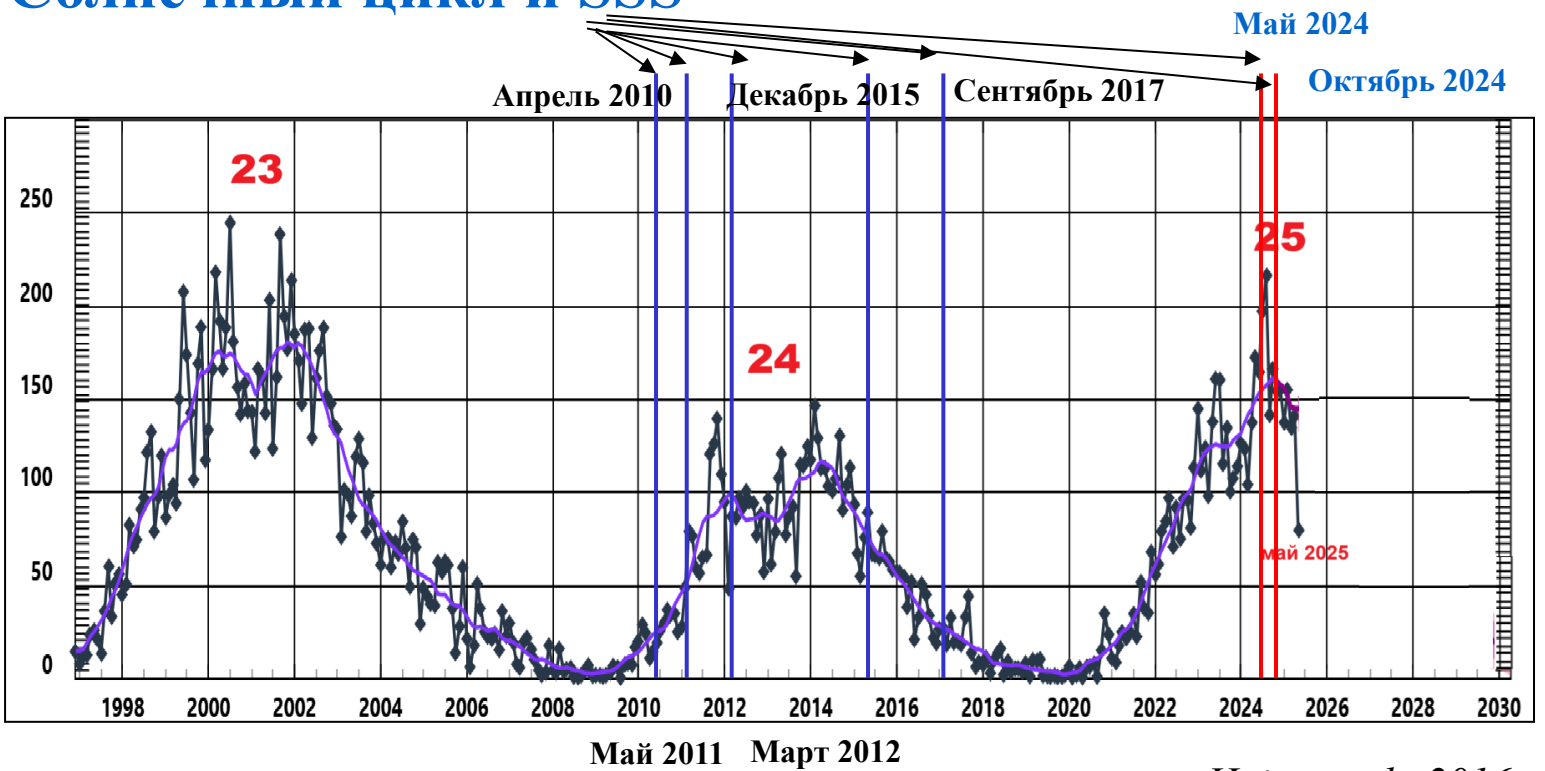
Дэспирак И.В.[1], Клейменова Н.Г.[2], Любчич А.А.[1], Громова Л.И.[3]

[1] ПГИ, г. Апатиты, Россия
[2] ИФЗ РАН, г. Москва, Россия
[3]ИЗМИРАН, г. Троицк, Москва, Россия

Солнечный цикл и SSS

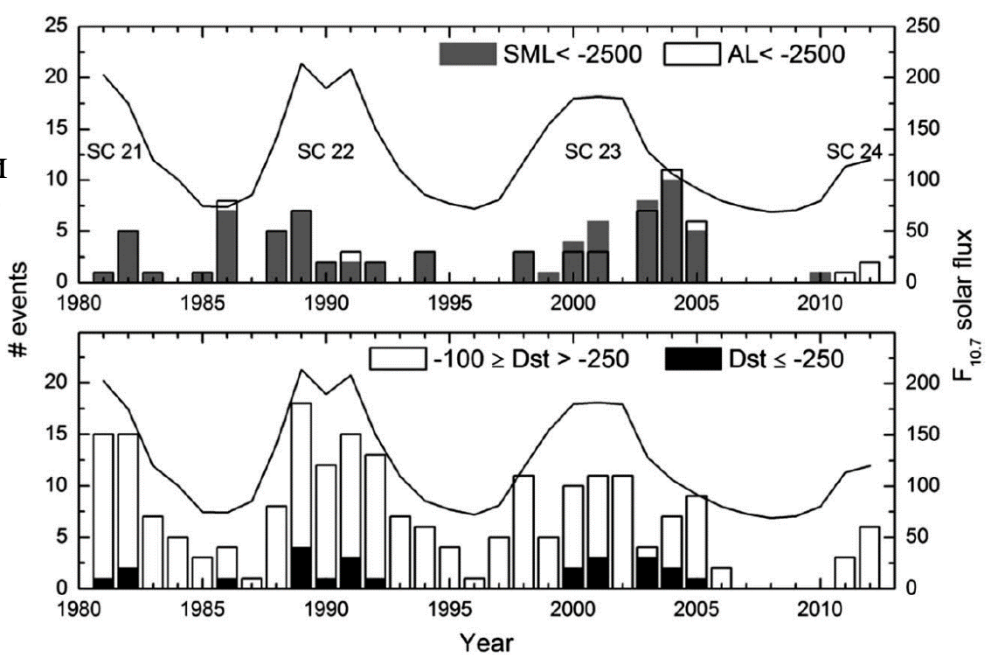
SML индекс < - 2500 nT

Термин «суперсуббури» впервые был предложен Dr. Tsurutani в 2015. Суперсубурями были названы суббури с индексом авроральной зоны SML < –2500 nT.



“Для достижения прогресса в любой из геофизических областей важно иметь количественное описание явления, чтобы другие могли проверять свои данные и идеи с его помощью. В противном случае может воцариться хаос.
В статье Gonzales et al., 1994 в качестве предела магнитной бури использовалось значение -50 нТл. Это произвольное значение..”

Hajra et al., 2016

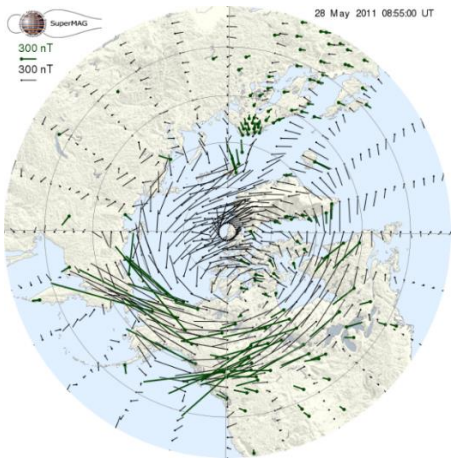


1) Despirak et al.,2020. Supersubstorms during storms of September 7–8, 2017, *Geomag. Aeron.*, 60, no 3, 308-317.
2) Despirak et al., 2021. Longitude geomagnetic effects of the supersubstorms during the magnetic storm of March 9, 2012. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*, 85, 3, 246–251, 2021.
3) Despirak et al.,2022. Spatial features of supersubstorm in the main phase of the magnetic storm on 5 April 2010. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*, 86, 3, 249–255, 2022
4) Despirak et al., 2022. Global development of the Supersubstorm of May 28, 2011 // *Geomagnetism and Aeronomy*, 2022, Vol. 62, No. 3, pp. 325-335. DOI:10.31857/S0016794022030063

SuperMAG

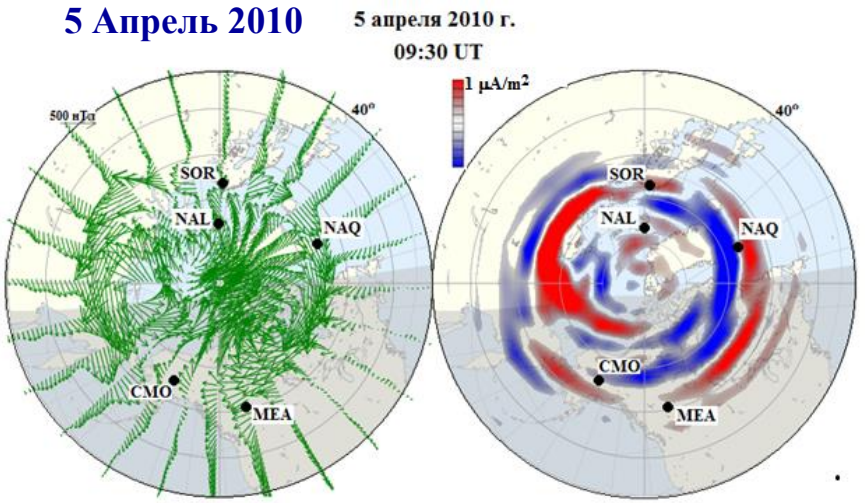
09:30 UT 5 Апрель 2010

08:55 UT 28 Май 2011



AMPERE

5 Апрель 2010



В планетарном распределении электроджетов были обнаружены некоторые особенности:

1) **Формирование мощного западного электроджета в глобальном масштабе — от вечерней стороны на авроральных широтах до дневной стороны в полярном регионе.**
2) **В вечернем секторе обнаружен интенсивный восточный электроджет, который может быть результатом образования дополнительного частичного кольцевого тока во время суперсуббури.**

Zong et al., 2021

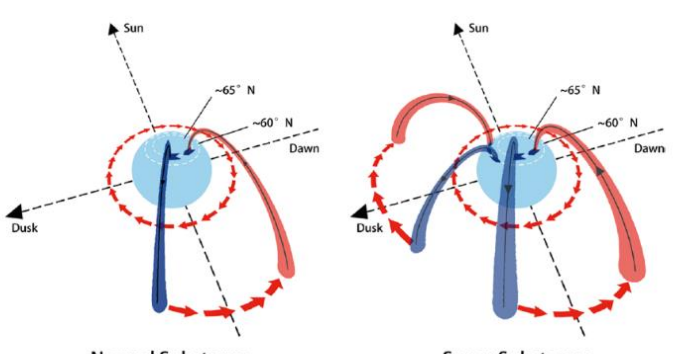
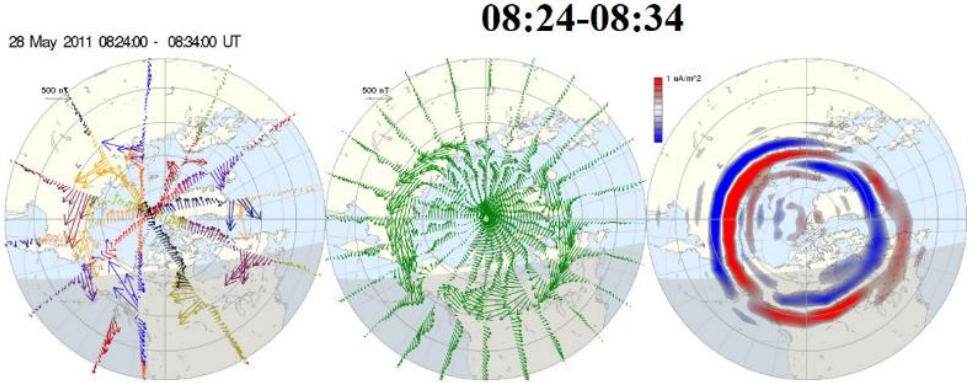


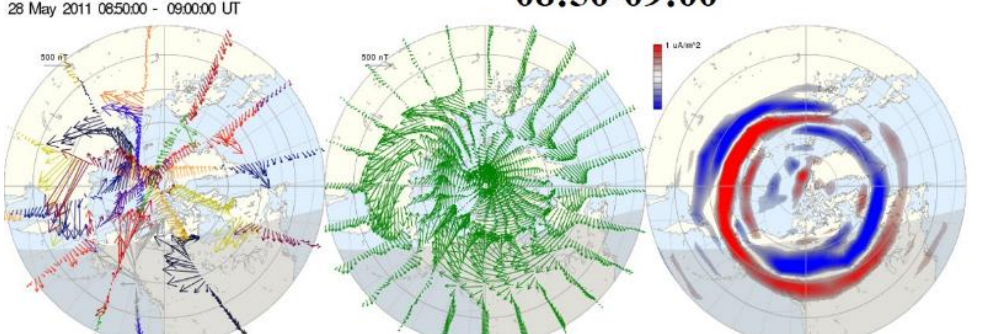
Fig. 10 The Substorm Current Wedge model. Almost 40 years ago the concept of the substorm current wedge (SCW) was developed to explain the pattern of magnetic signatures observed on the ground and in geosynchronous orbit during the substorm expansion phase. Left panel is the model for the normal substorms, right panel is the model for superstorms

28 Май 2011

08:24-08:34



08:50-09:00



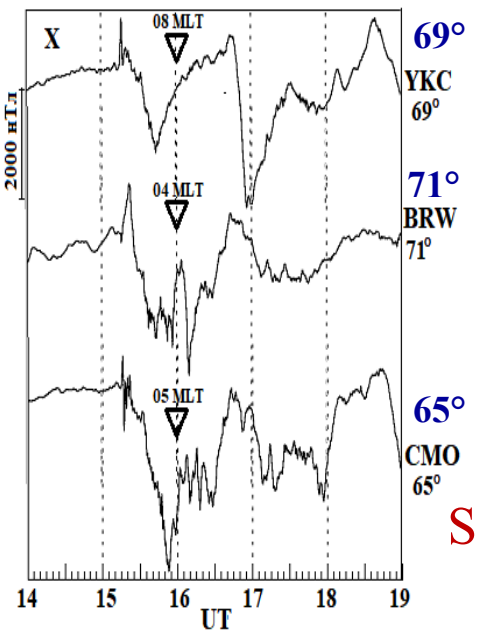
Суперсуббуря - 1

Суперсуббури

SuperMAG

15:52

10 октября 2024 г.



После SSC и поворота ММП к югу, сильные отрицательные магнитные бухты были зарегистрированы в полярных широтах в утреннем секторе, которые не являютя типичными для «классической» суббури.

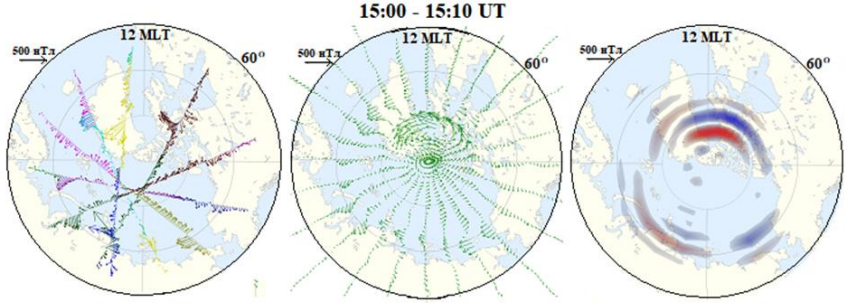
SSS-1 началась в девном секторе, около полярной границы аврорального овала, во время полярной экспансии возмущений с низких широт.

Пик амплитуды возмущений ~4000 нТл был в очень локальной области при отсутствии интенсивного западного электроджета в ночной области

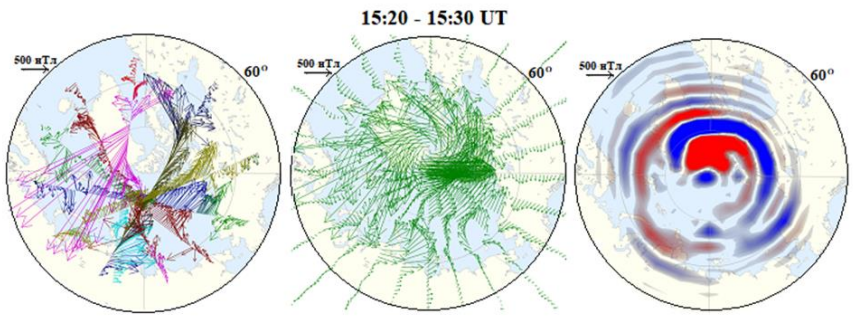
AMPERE

IS

15:00 - 15:10 UT

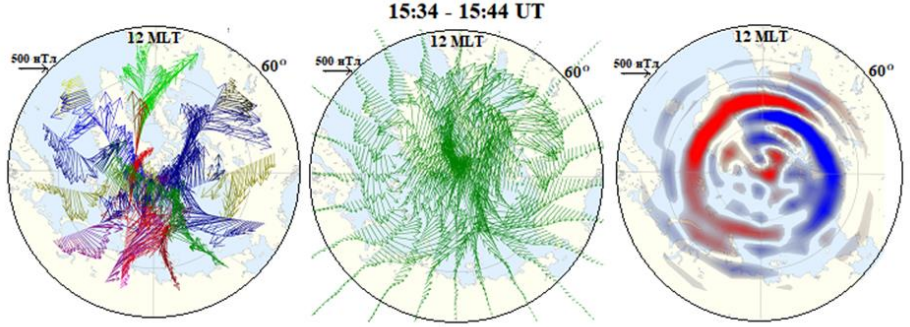


15:20 - 15:30 UT

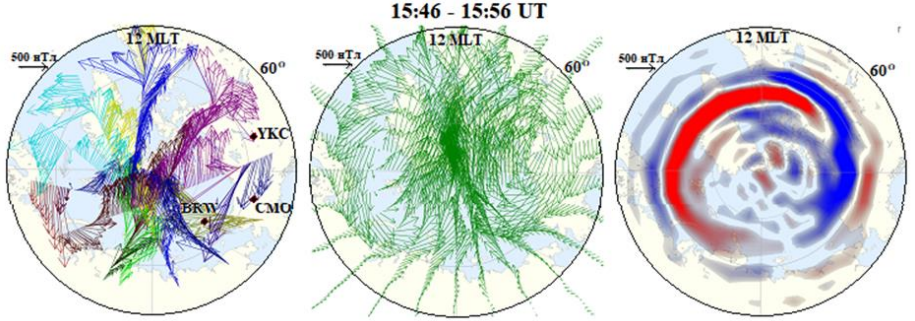


SSS-1

15:34 - 15:44 UT

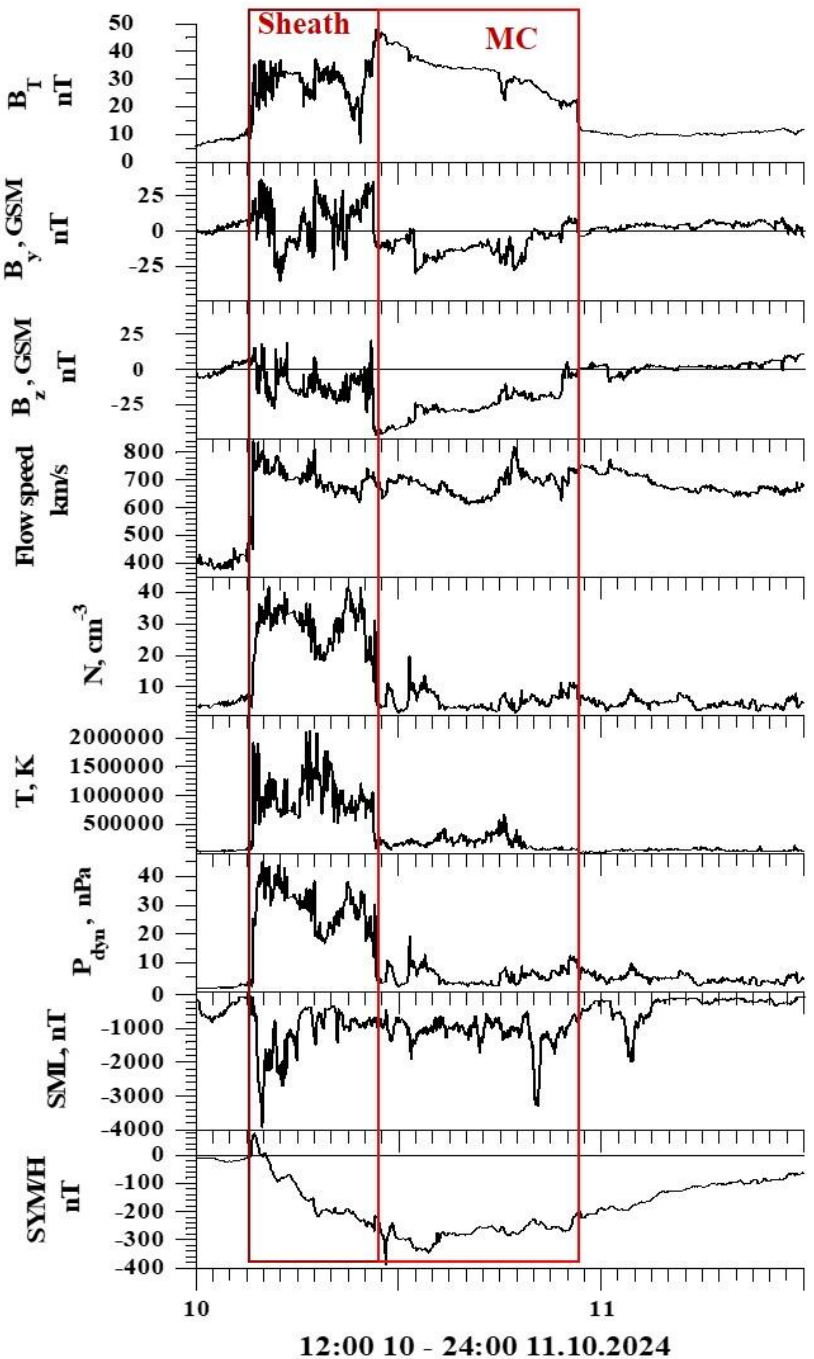


15:46 - 15:56 UT

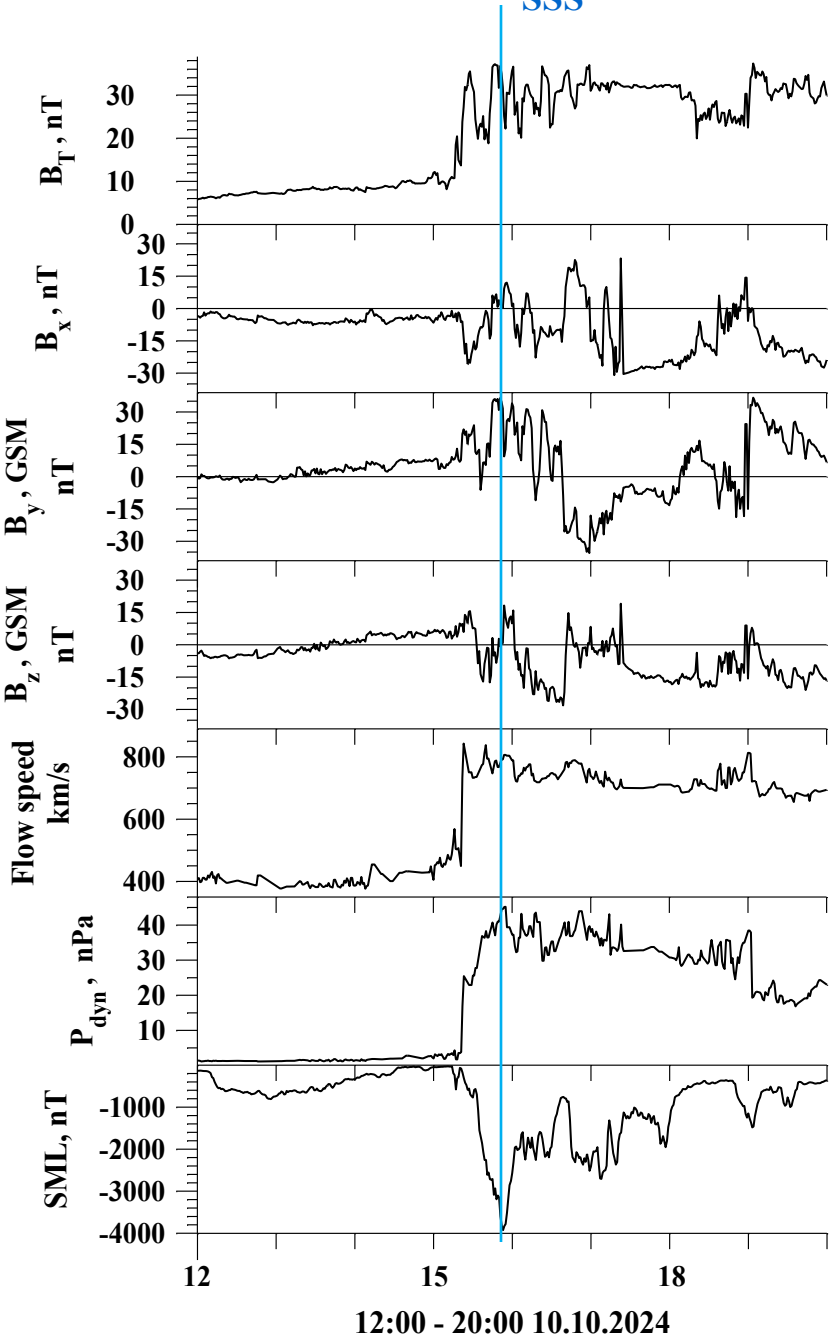


Наблюдалось усиление токовой системы DP2 ассоциировавшейся с усилением двух-вихревой системы конвекции. Токовая система DP1 в ночном секторе, типичная для суббури, отсутствовала.

Условия в солнечном ветре и ММП и геомагнитные индексы



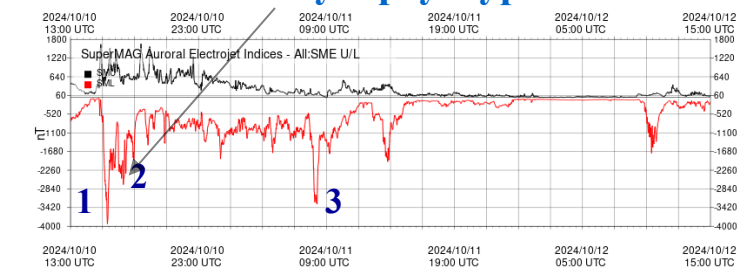
Условия в солнечном ветре перед SSS - 1



Экстремально сильная (Dst = -335 nT) магнитная буря началась 10 октября 2024, с SC ~ 15:20 UT при Bz and By ММП > 0 на ведущем краю области Sheath.

В 15:30 UT, знак Bz and By ММП изменился на отрицательный при скачке давления Psw ~40 nPa, и началась суперинтенсивная (~4000 nT) нетипичная суббуря дневном секторе

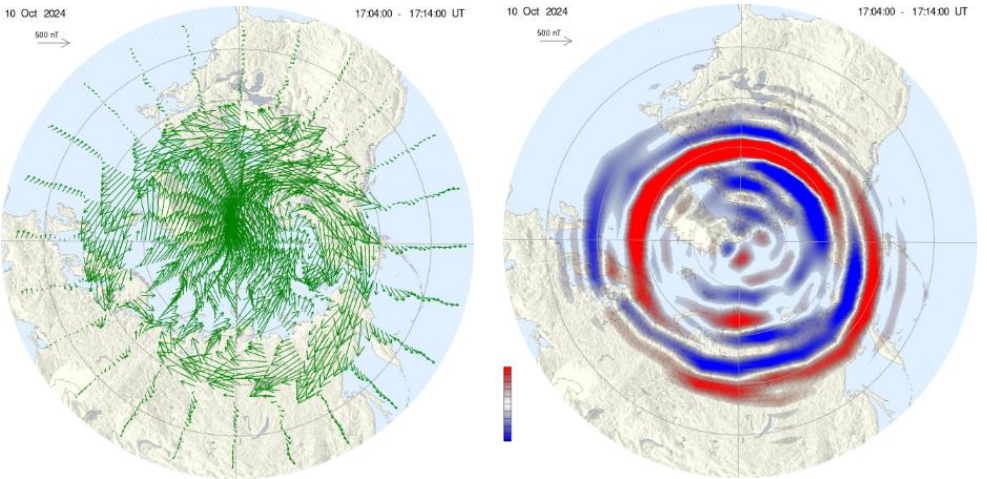
Суперсуббури



Суперсуббуря - 2

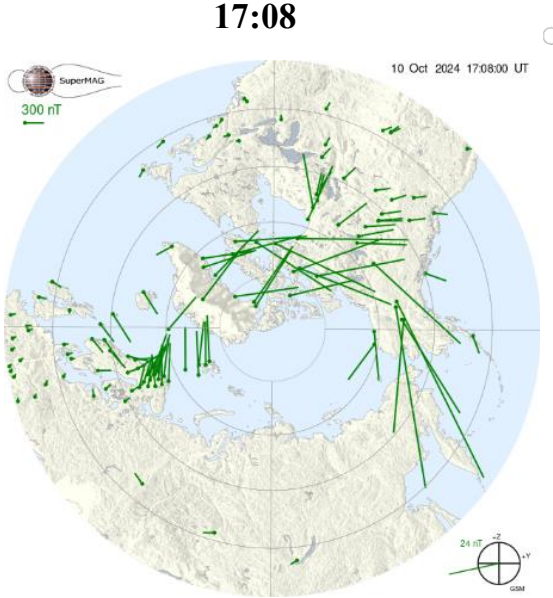
AMPERE

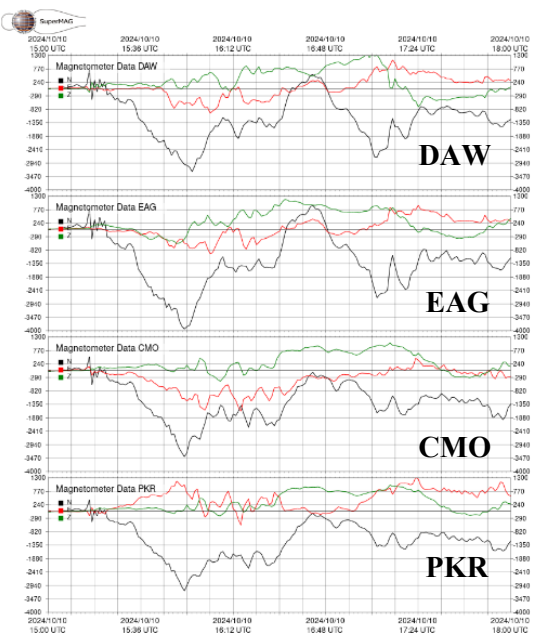
17:04-17:14



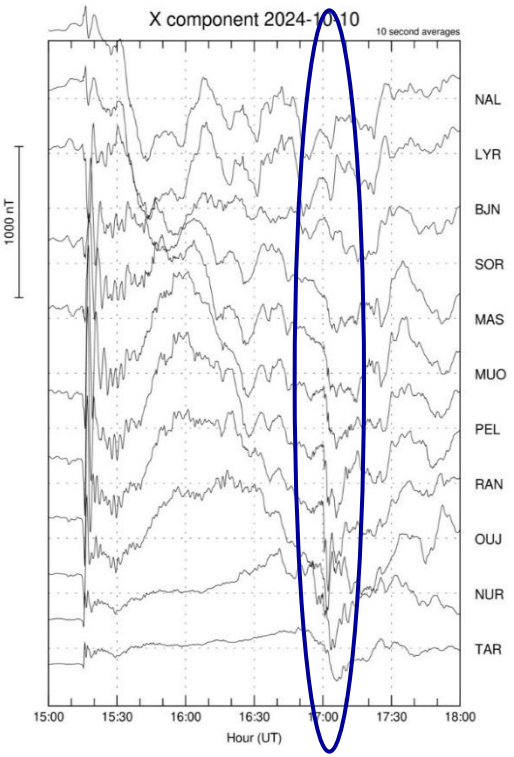
SuperMAG

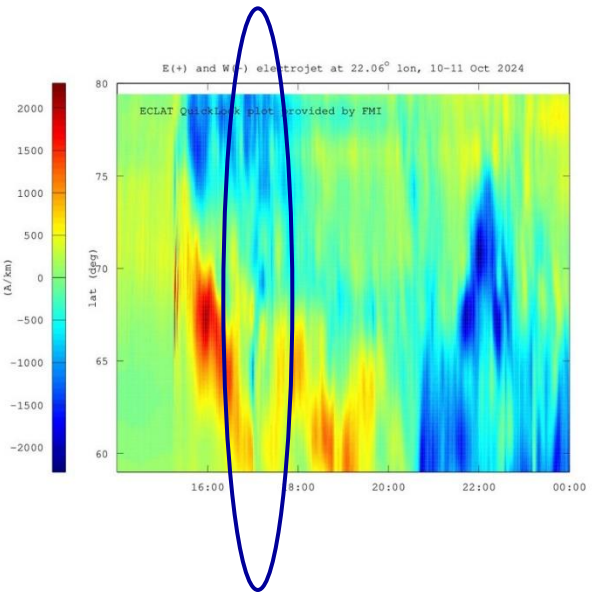
17:08





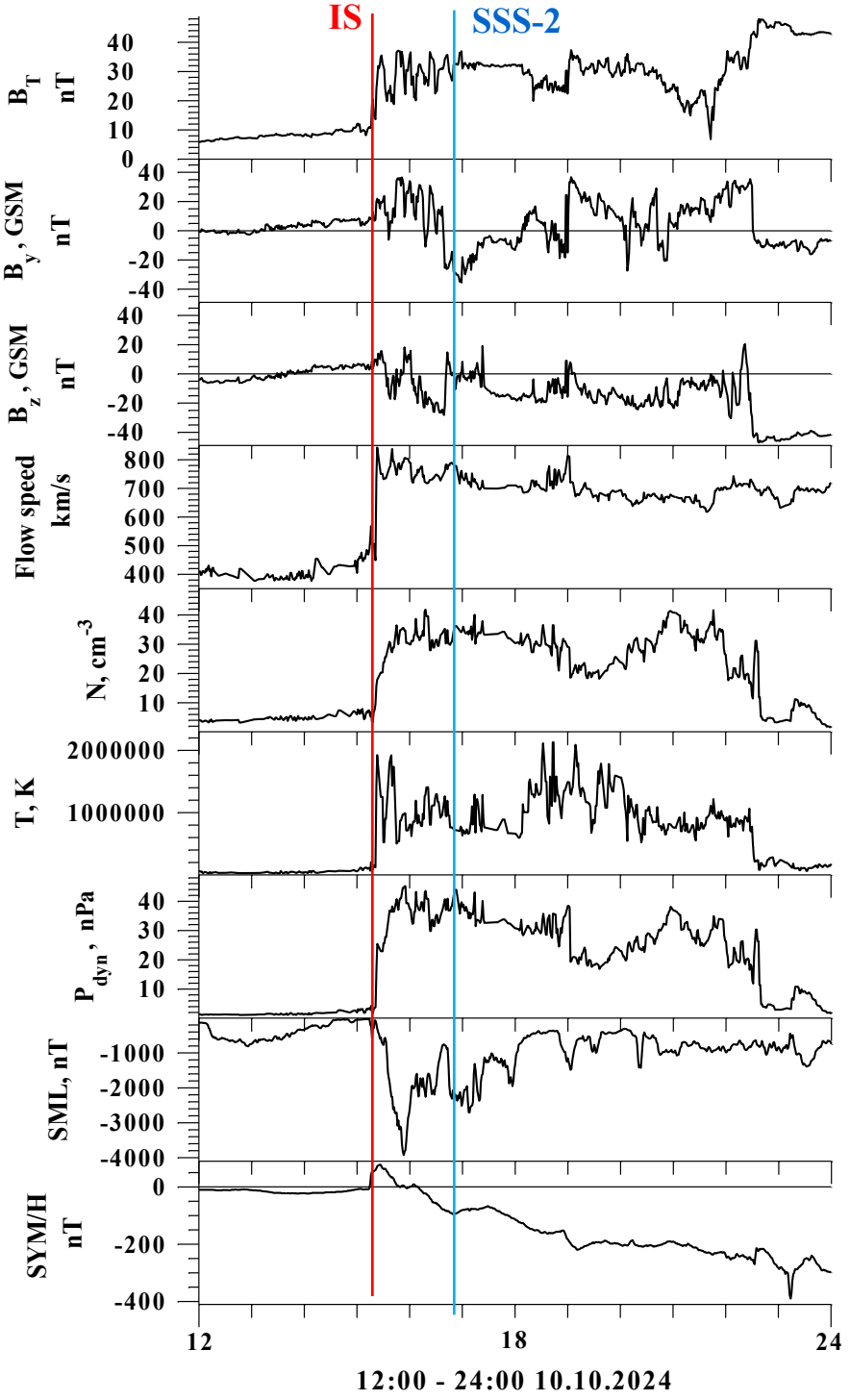
SSS-2

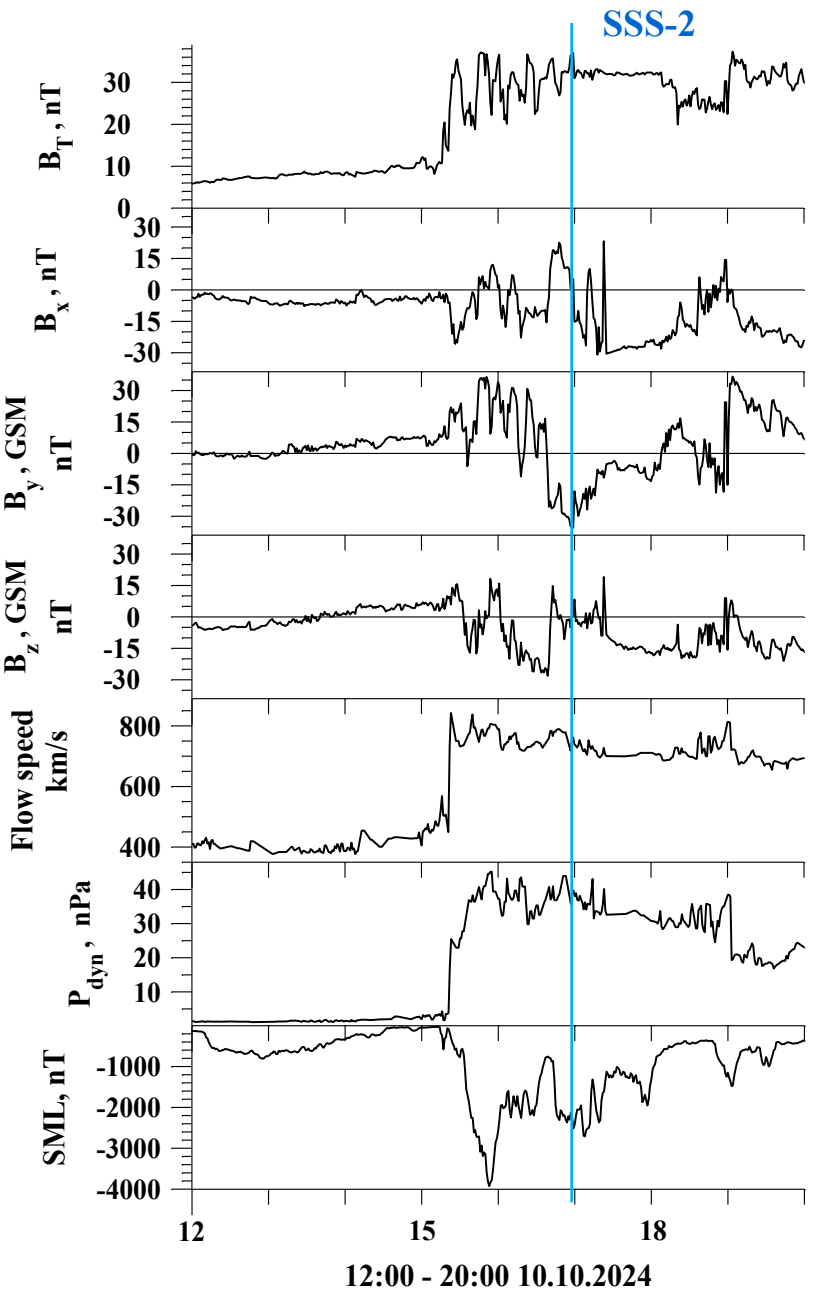




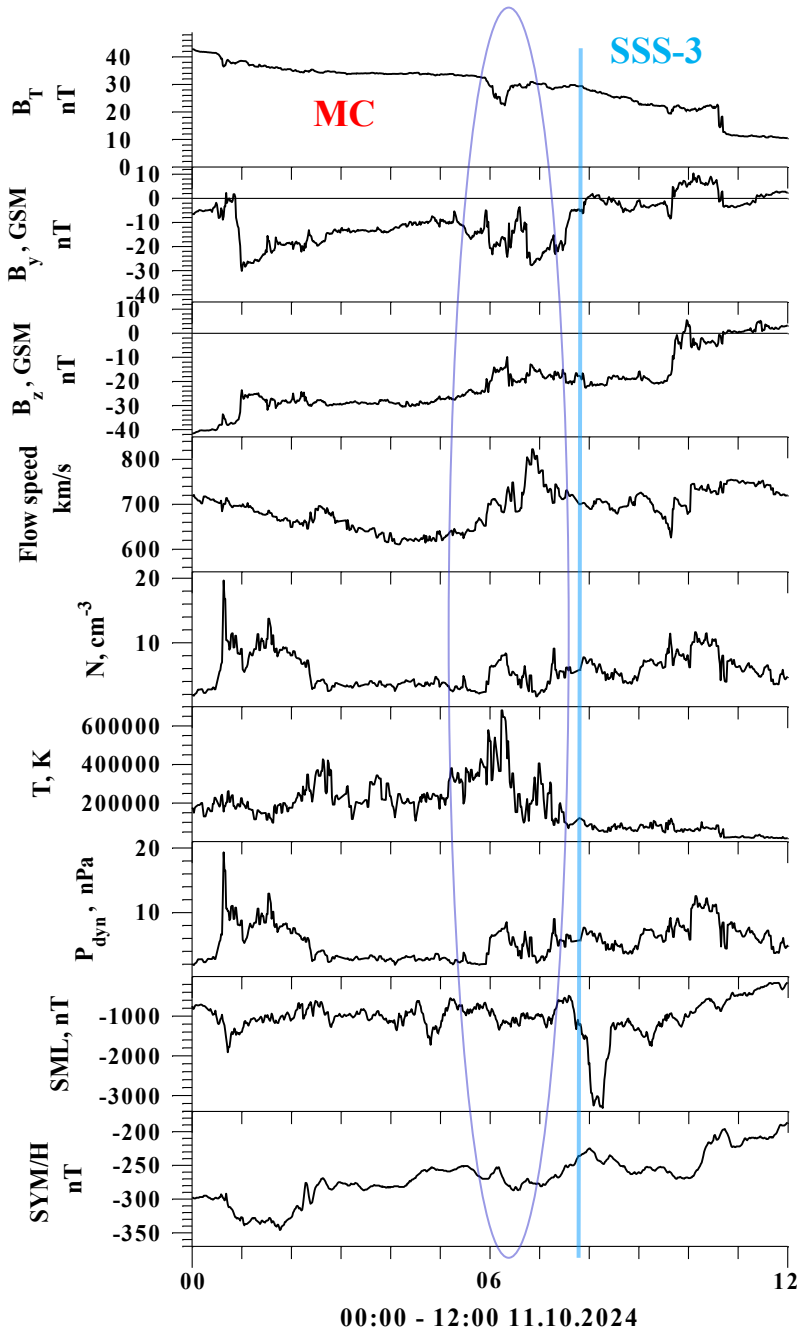
В утреннем секторе наблюдался крупномасштабный вращающийся по часовой стрелке ионосферный вихрь, наиболее сильные возмущения на Аляске представляли собой суперсуббурю; а на более низких широтах наблюдался протяженный западный электроджет, дотягивающийся до меридиана сети IMAGE.

Условия в солнечном ветре перед SSS - 2





Локальная структура в магнитном облаке MC



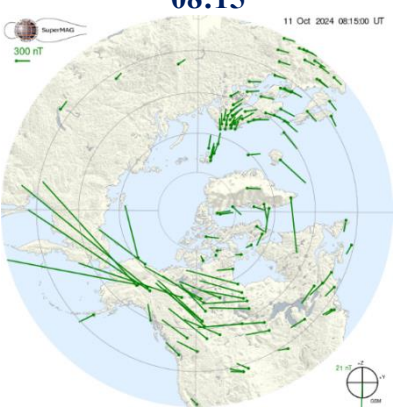
Суперсуббури

Суперсуббуря - 3

SuperMAG

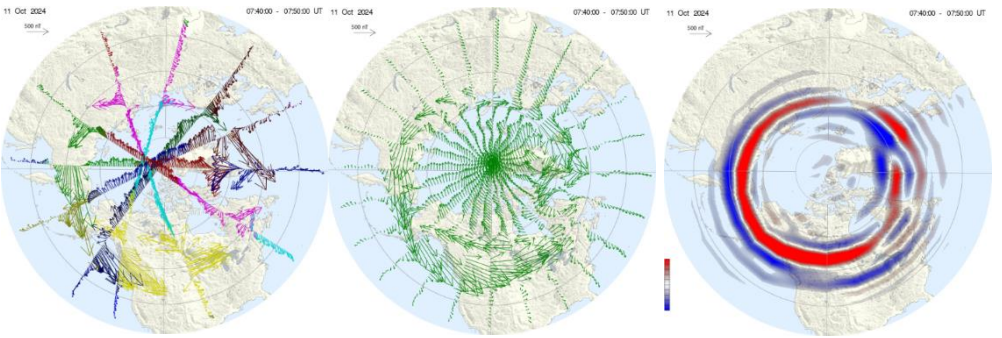
08:05

08:15



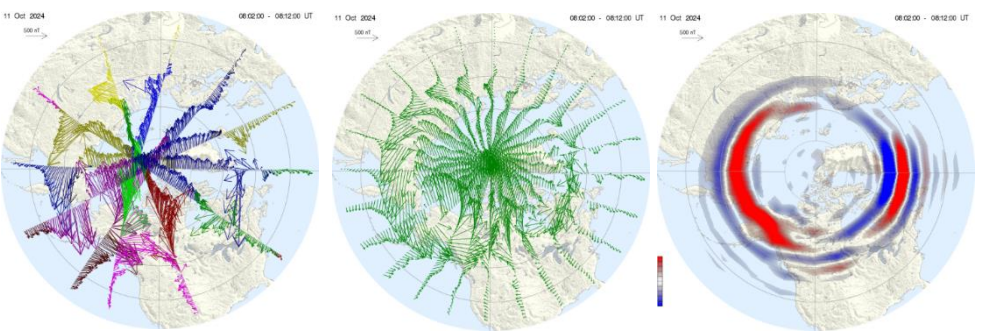
AMPERE

07:40-07:50

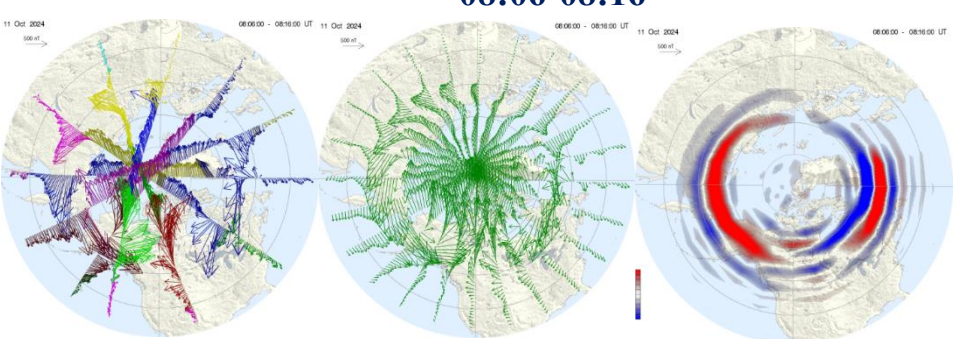


SSS-3

08:02-08:12



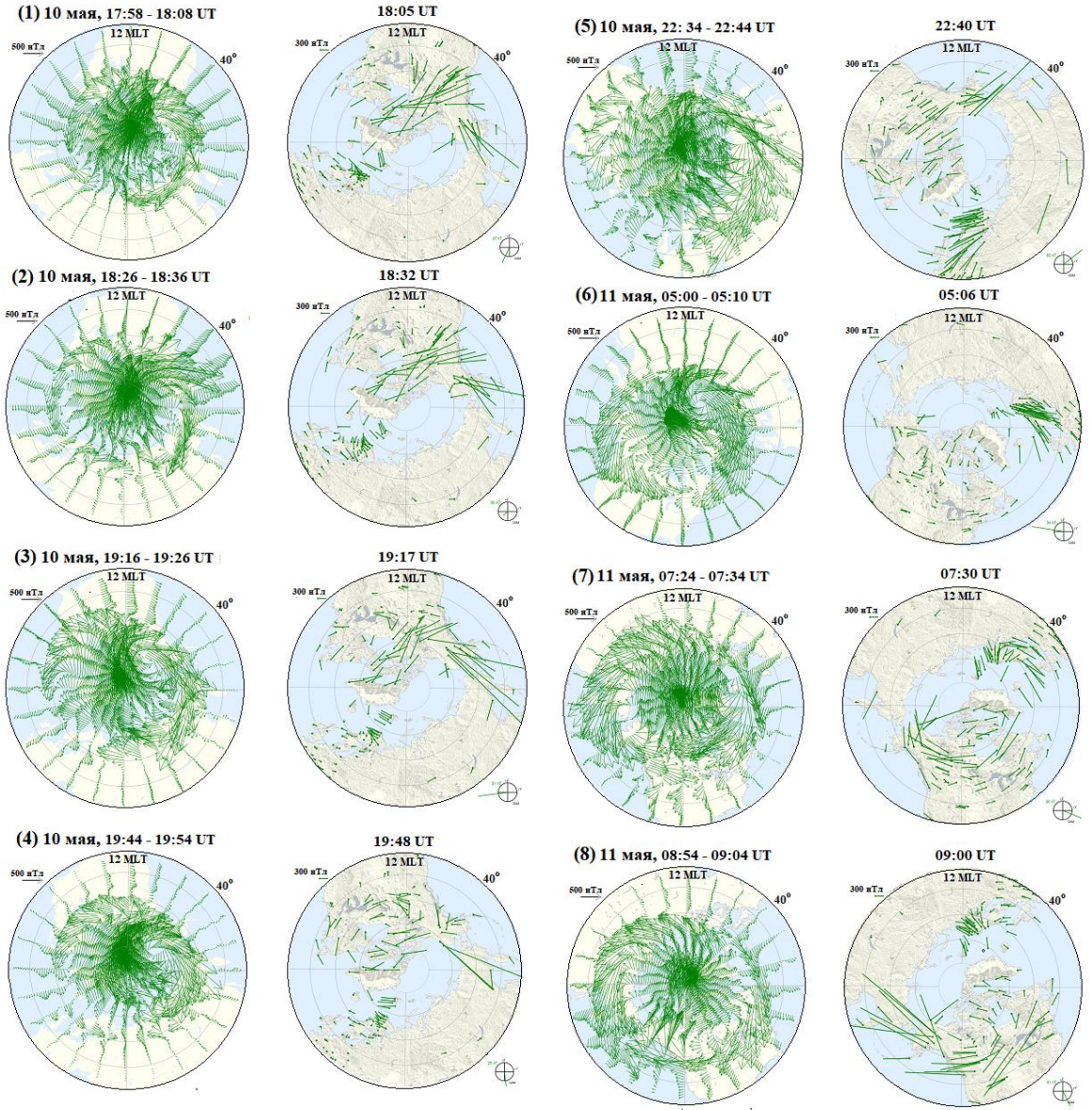
08:06-08:16

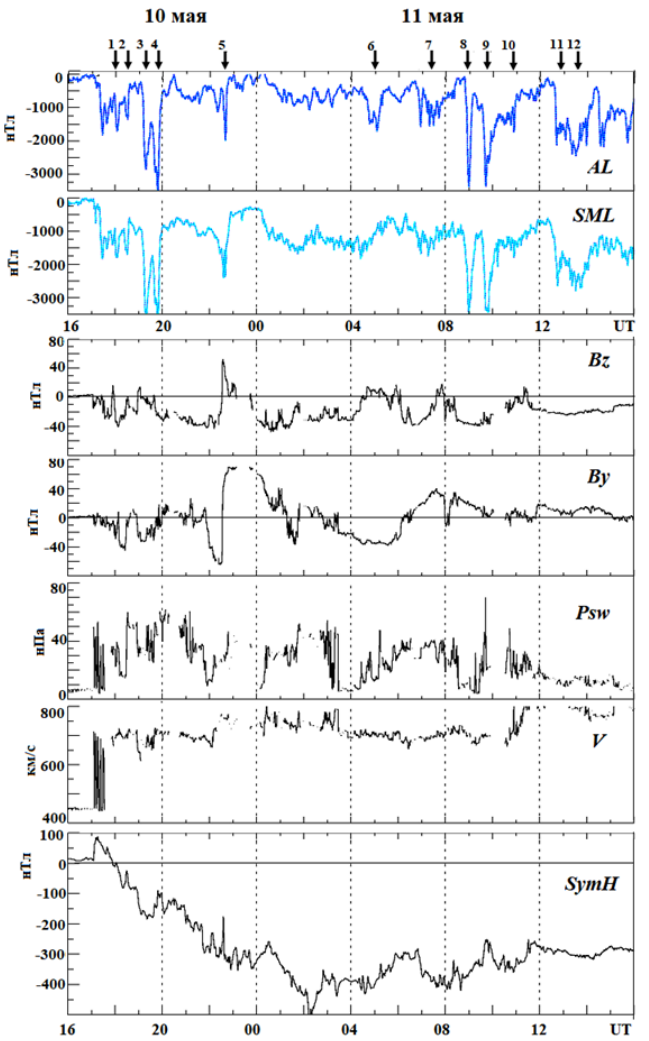


SSS-3 во время MC продемонстрировал типичные признаки суббури:западный электроджет в ночном секторе и экспансия возмущений к полюсу

Очень интенсивные суббури и суперсуббури 10-11 мая 2024

Клейменова и др., Геомагнетизм и аэрономия, №2, 2026

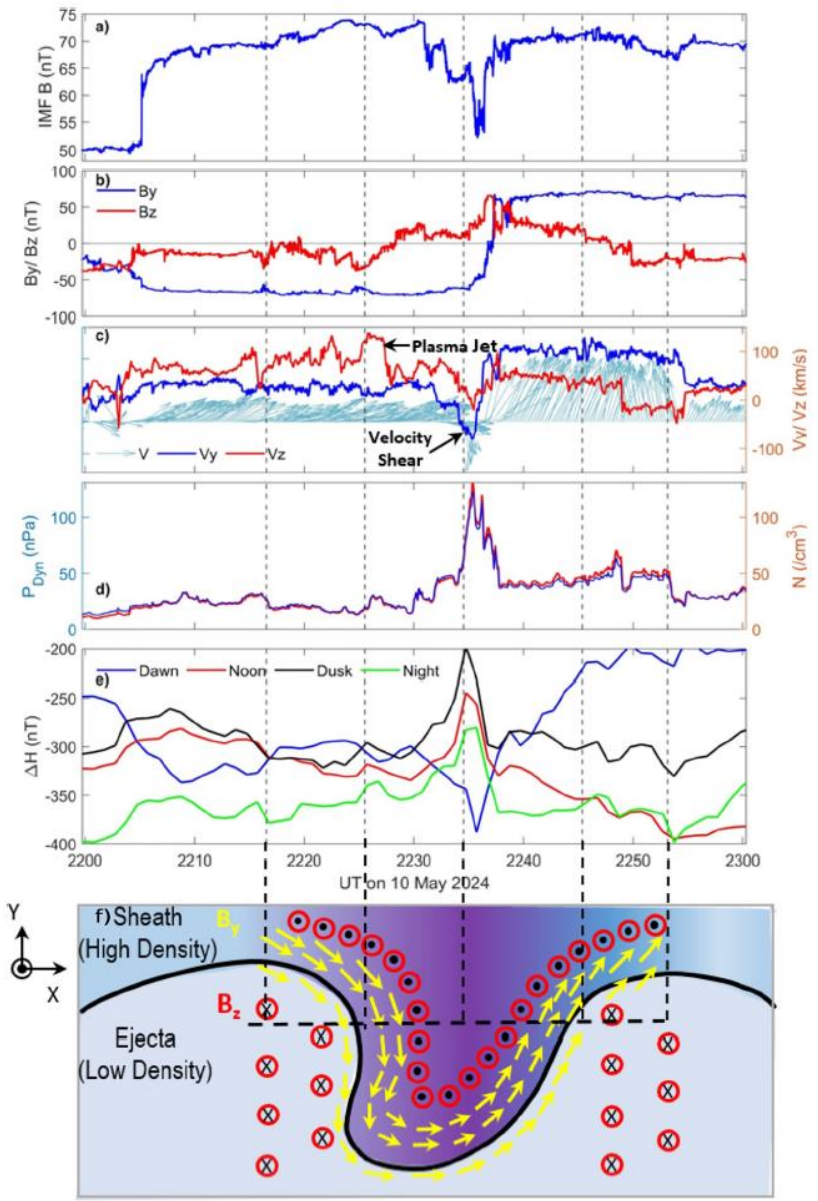




Усиление западного электроджета и развитие ионосферного вихря вращающегося по часовой стрелке в утреннем секторе является признаком интенсивной суббури (суперсуббури)?

Nilam et al., 2025

Strong Westward Current Pulse at Auroral Latitudes Extending to Dawn-Side Low-Latitudes Due To Enhanced Density Within Kelvin-Helmholtz Wave Vortex in Solar Wind



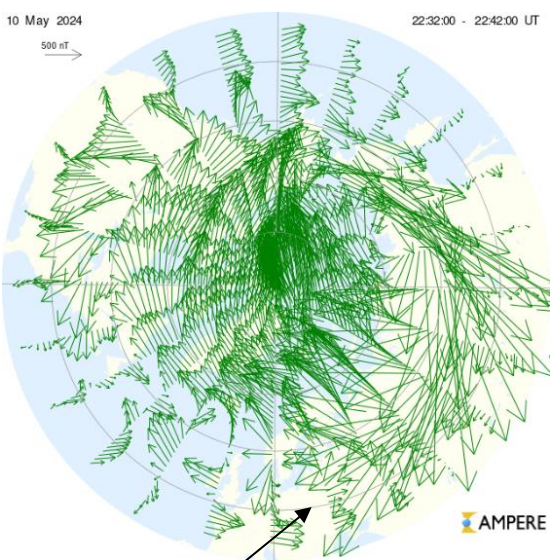
G.R.L. https://doi.org/10. 1029/2025GL117032

10 мая 2024

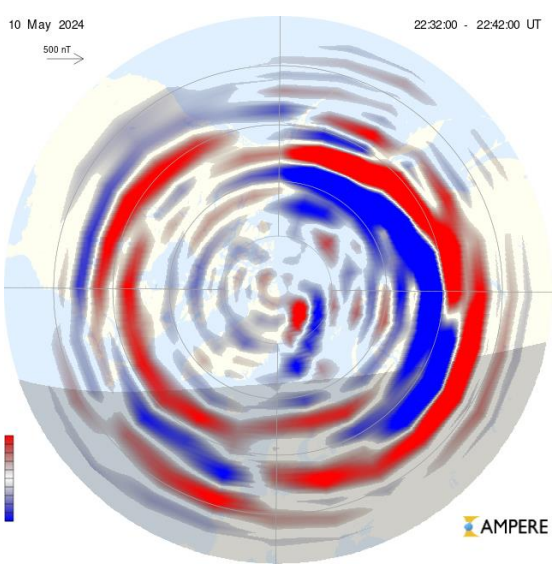
- вблизи вихря Кельвина-Гельмгольца в составе CME образуется усиленный импульс плотности из-за сжатия области оболочки окружающими выбросами.
- на низких/авроральных широтах наблюдаются сильные положительные/отрицательные геомагнитные бухты, вызванные воздействием импульса плотности, связанного с вихрем Кельвина-Гельмгольца.
- отрицательные возмущения проникли глубоко в низкие широты (до 24,49° с.ш. и 28,92° ю.ш.) в обоих полушариях, но исключительно на утренней стороне.

AMPERE

22:32 - 22:42



22:32 - 22:42



SSS

Наблюдалась картина развития ионосферных токов подобная SSS-2 10 октября 2024

Выводы

обнаружены новые признаки развития ионосферных токов во время суперсуббурь:

- **Развитие огромных магнитных возмущений ~4000 nT в дневном и утреннем секторах из-за формирования крупномасштабного ионосферного вихря, вращающегося по часовой стрелке**
- **Дополнительно к вихрю в дневном секторе, появляется интенсивный западный электроджет, текущий на низких широтах в утреннем секторе.**
- **Типичное развитие SSS характеризуется развитием самых сильных возмущений в ночном секторе с протяженным западным электроджетом, охватывающим Землю от вечернего до дневного сектора**
- **Разные картины развития трех суперсуббурь связаны с изменениями параметров солнечного ветра и локальными характеристиками корональных выбросов массы, вызвавших магнитную бурю.**