

СУББУРЕВАЯ АКТИВНОСТЬ В ГЛАВНОЙ ФАЗЕ МАГНИТНОЙ БУРИ 27 ФЕВРАЛЯ 2023 Г.

Н.Г. Клейменова¹, Л.И. Громова², С.В. Громов², И.В. Дэспирак³,

Л.М. Малышева¹, А.А. Любчик³

¹ИФЗ РАН, г. Москва, Россия, ngk1935@yandex.ru

²ИЗМИРАН, г. Троицк, Россия ³ПГИ, г. Апатиты, Россия

Магнитная буря 26-27 февраля была первой сильной бурей ($SymH$ до ~ -150 нТл) в серии магнитных бурь весны 2023.

Цель данной работы – анализ геомагнитных возмущений в главную фазу этой бури.

К сожалению, в базе OMNI нет данных о параметрах ММП и солнечного ветра за 27 февраля с 01 до 11 UT, поэтому геомагнитная активность исследовалась только после 11 UT.

Наиболее интенсивная суббуря ($AL \sim -1750$ нТл) наблюдалась в 11-12 UT. Следующая серия суббурь отмечалась в 16-22 UT после кратковременного экскурса ММП к северу.

Ниже будут детально рассмотрены эти два интервала по данным наземных наблюдений на планетарной сети INTERMAGNET (<https://www.intermagnet.org/>) и профиле IMAGE (<http://space.fmi.fi/image/>) в Скандинавии, а также по результатам анализа планетарных магнитных наблюдений на 66 одновременных ионосферных спутниках проекта AMPERE (<http://ampere.jhuapl.edu/>).

26 - 27 февраля 2023 г.

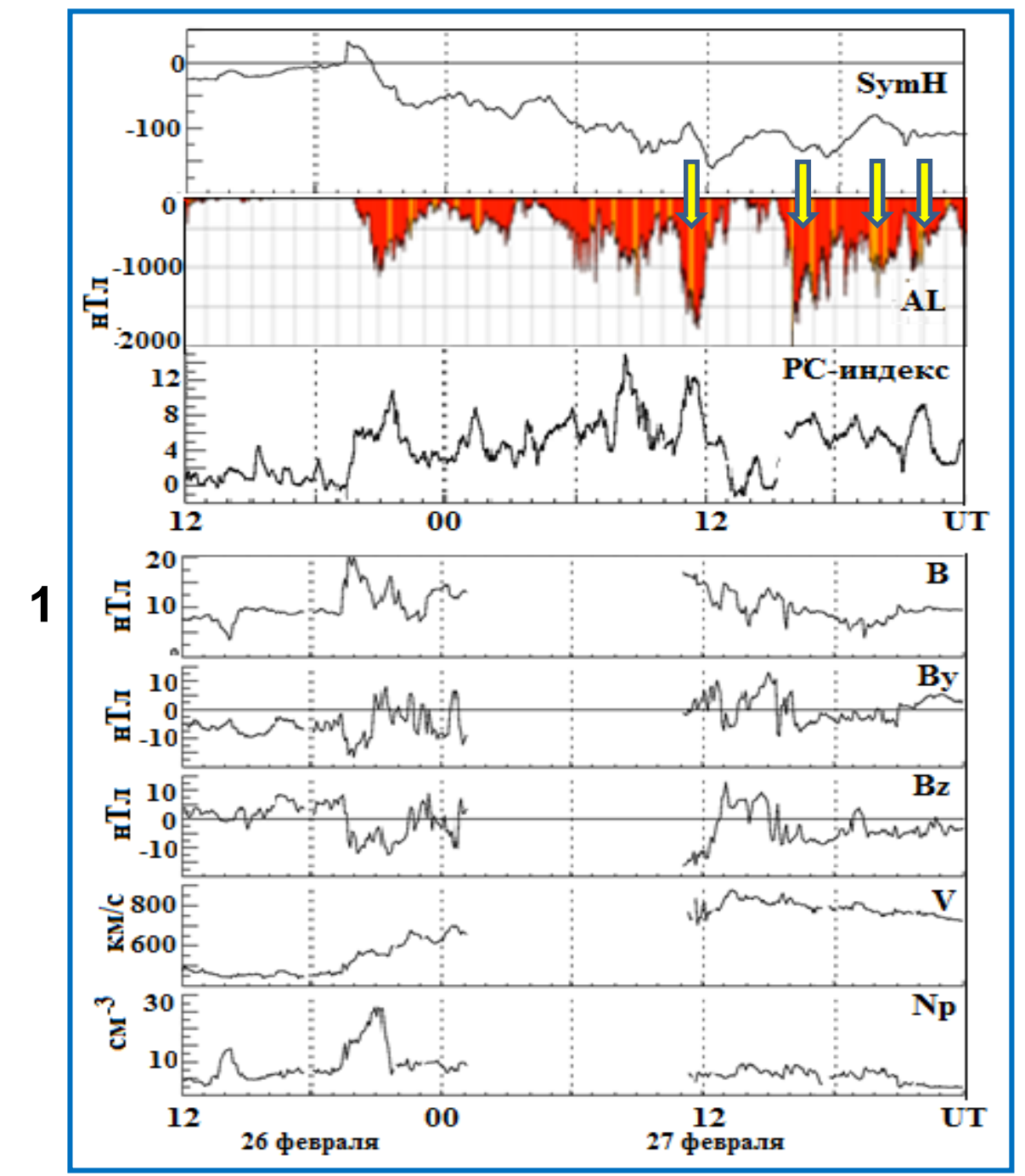


Рис. 1. Вариации параметров ММП и солнечного ветра по данным базы OMNI

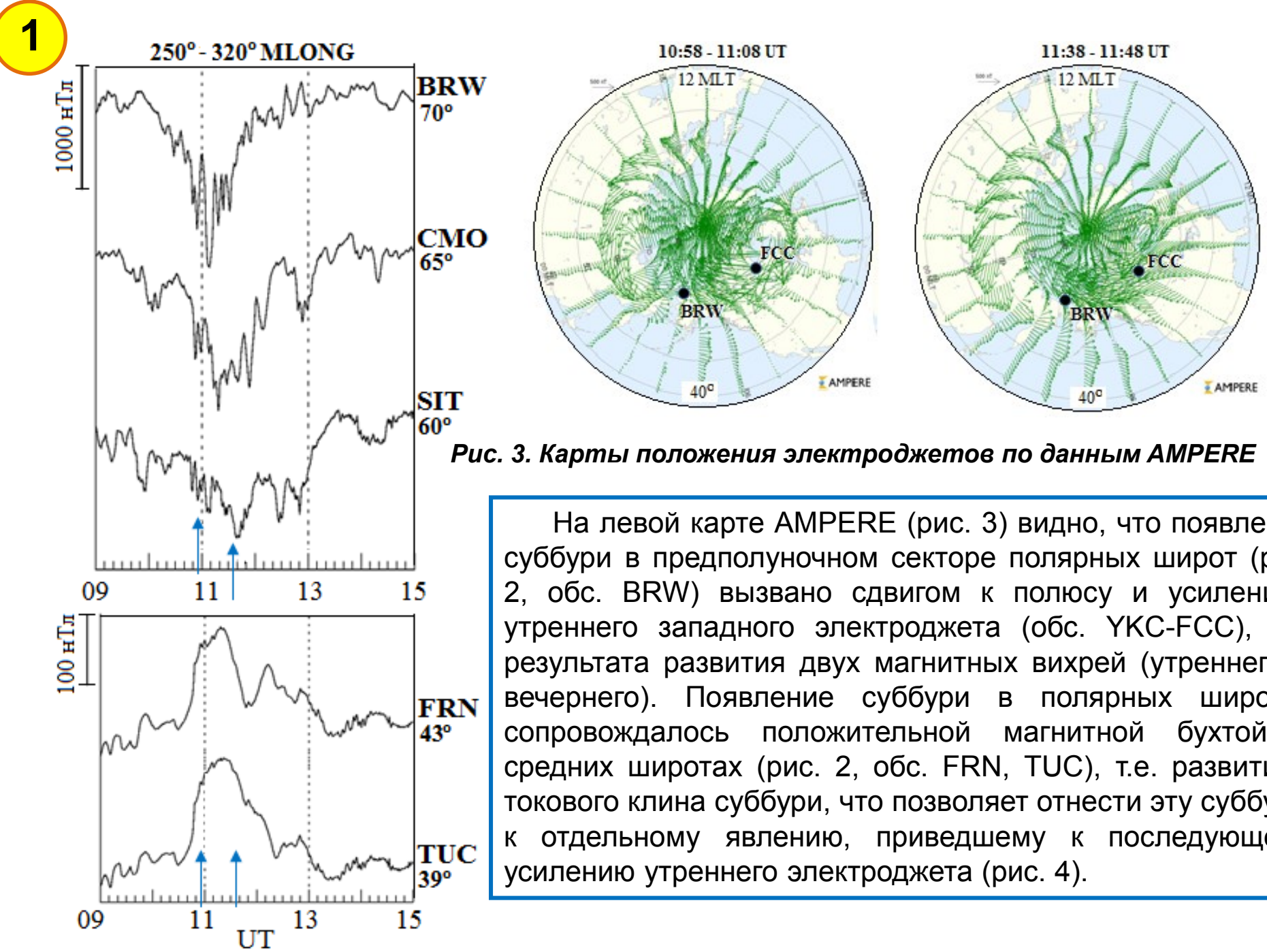


Рис. 2. Магнитограммы станций полуночного сектора

На левой карте AMPERE (рис. 3) видно, что появление суббури в предполуночном секторе полярных широт (рис. 2, обс. BRW) вызвано сдвигом к полюсу и усилением утреннего западного электроджета (обс. YKC-FCC), как результата развития двух магнитных вихрей (утреннего и вечернего). Появление суббури в полярных широтах сопровождалось положительной магнитной бухтой в средних широтах (рис. 2, обс. FRN, TUC), т.е. развитием токового клина суббури, что позволяет отнести эту суббурю к отдельному явлению, приведшему к последующему усилению утреннего электроджета (рис. 4).

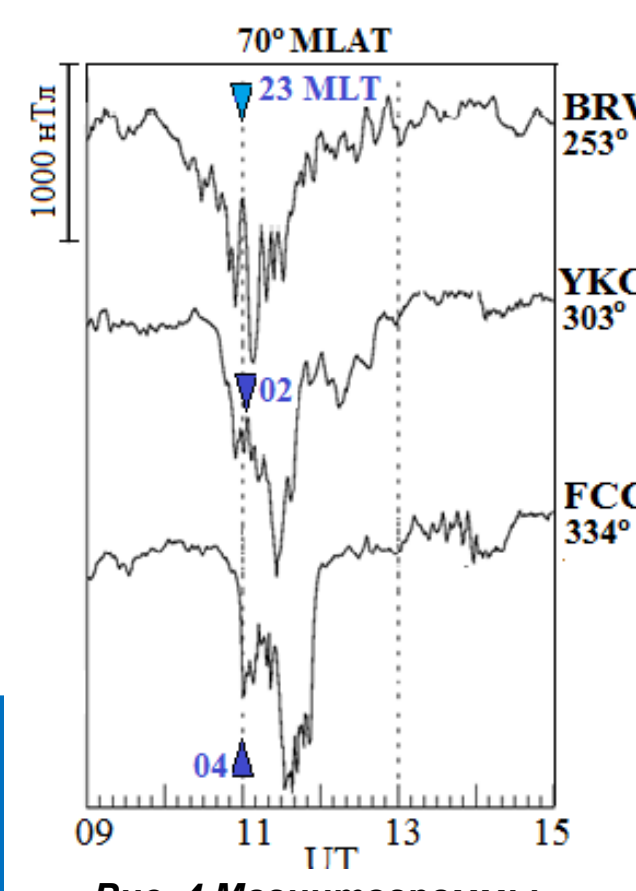


Рис. 4. Магнитограммы разнесенных по долготе станций на $\sim 70^\circ$ MLAT

Следующая серия интенсивных суббурь в главную фазу бури наблюдалась в 16-22 UT, что видно по вариациям планетарного AL -индекса (рис. 1). Но этот индекс не отражает возмущения в полярных широтах, поэтому при анализе геомагнитных наблюдений в вечернем/ночном секторе (Скандинавия) мы использовали IL -индекс профиля IMAGE (рис. 5).
Первой интенсивной суббурей в этой серии была суббуря в ~ 16 UT, которой предшествовало кратковременное (менее 30 мин) резкое падение динамического давления (P_{sw}) и плотности (N_p) солнечного ветра почти вдвое (рис. 5).
Подобное резкое падение давления и плотности солнечного ветра (рис. 5) отмечалось также перед суббурями в 19 и 21 UT. Мы предполагаем, что именно падение давления обусловило наблюдаемый сдвиг магнитной активности в полярные широты, что не типично для главной фазы магнитной бури.

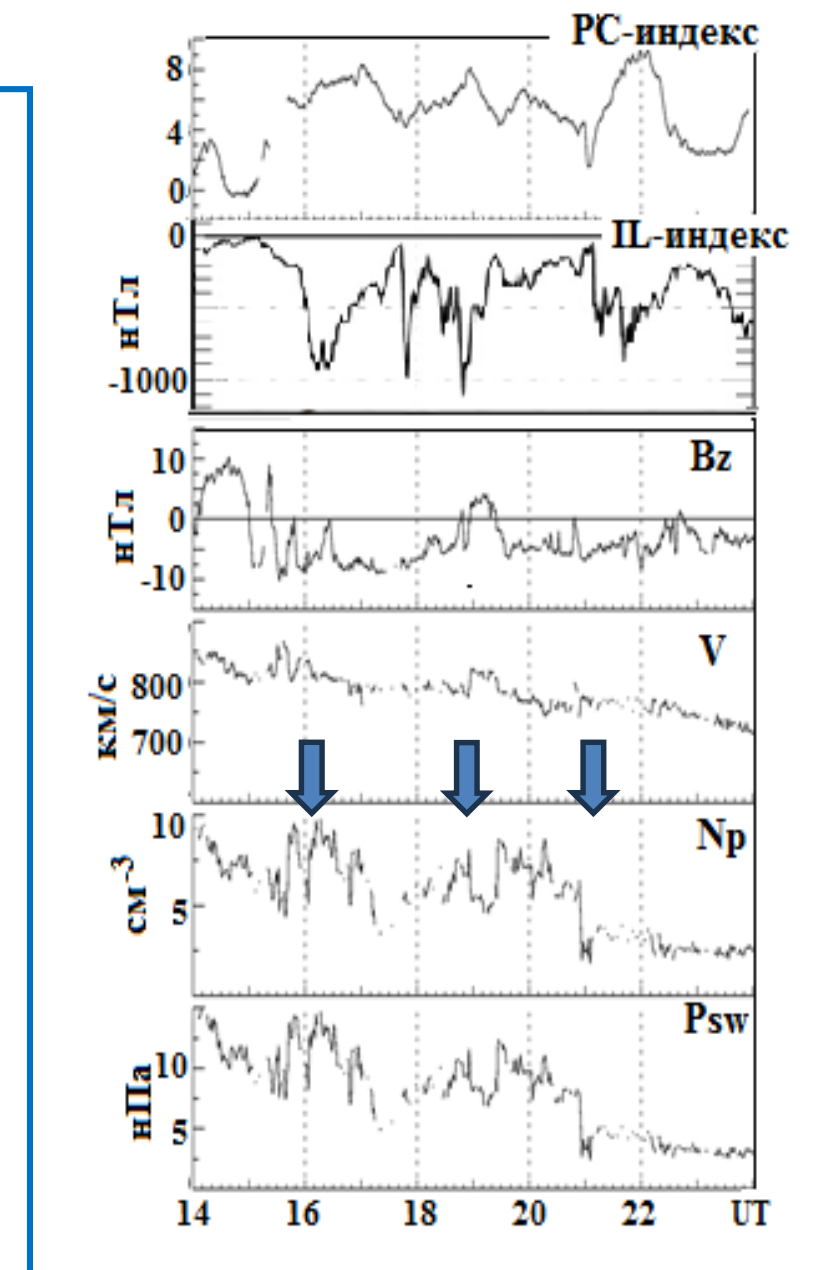


Рис. 5. Вариации PC- и IL-индексов и параметры ММП и солнечного ветра во время обсуждаемых суббурь. Индекс IL вычисляется по методике AL, но для меридиана IMAGE.

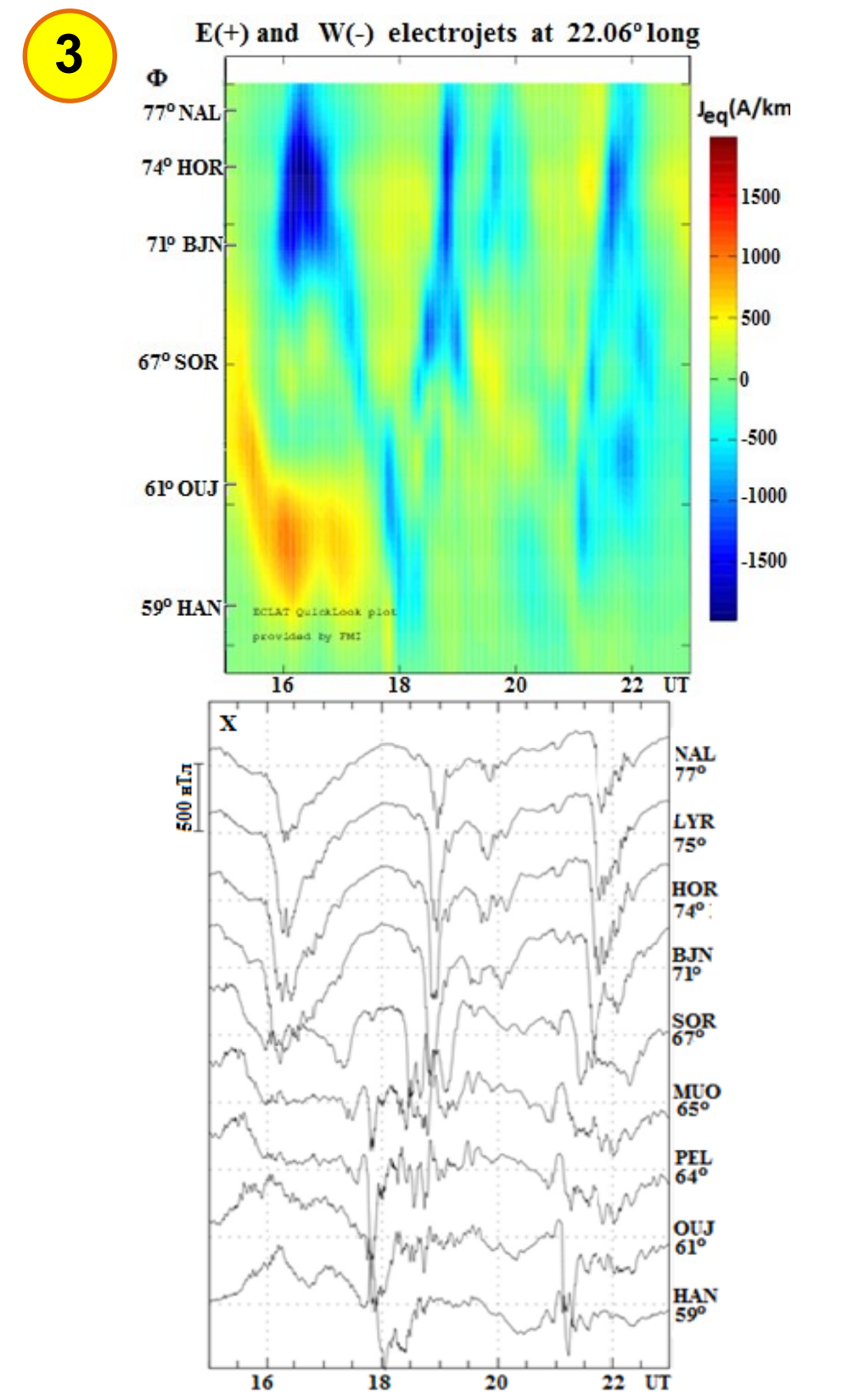


Рис. 6. Вверху - карта эквивалентных ионосферных токов (голубым показан западный ток, желтым - восточный). Внизу - магнитограммы станций профиля IMAGE и их геомагнитные широты.

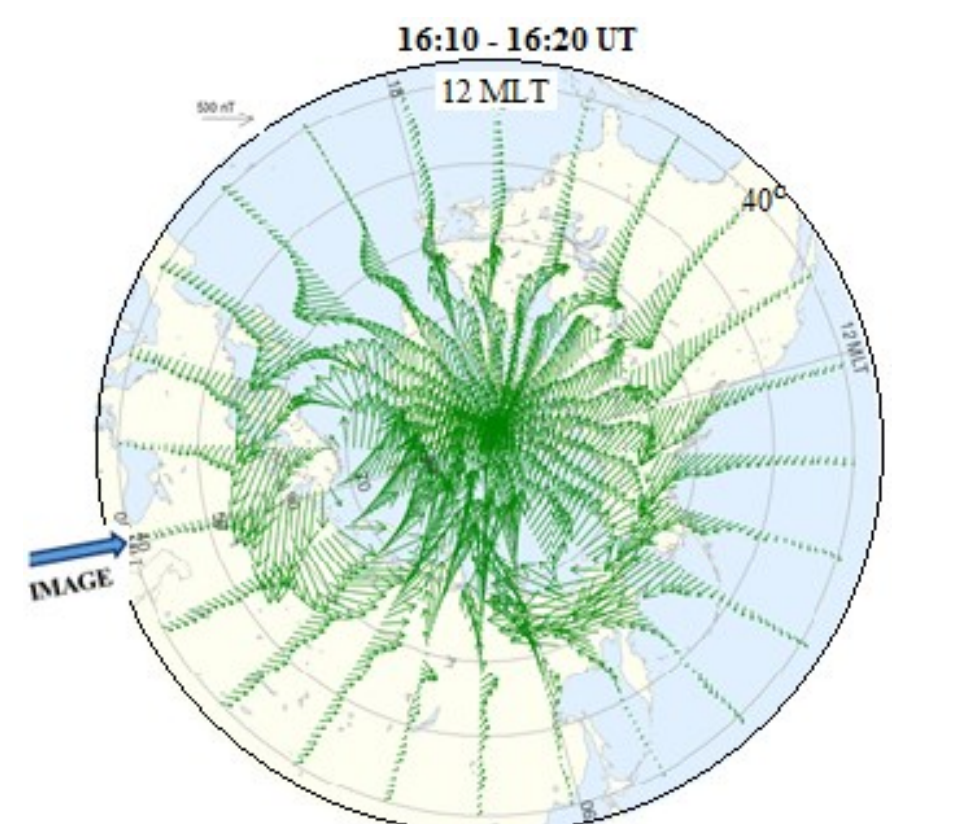


Рис. 7. Положение электроджетов по данным AMPERE во время первой суббури. Видны два магнитных вихря.

На профиле IMAGE (рис. 6) первая суббуря наблюдалась в 16-17 UT в полярных широтах (обс. BJJ-NAL). На карте AMPERE (рис. 7) видно, что эта суббуря есть результат резкого сдвига утреннего западного электроджета к полюсу и связана с развитием двух магнитных вихрей (утром и вечером).
Две другие суббури (18-19 и 21-22 UT) начинались в авроральных (PEL-MUO) или субавроральных (OUJ) широтах и скачками перемещались в полярные широты.

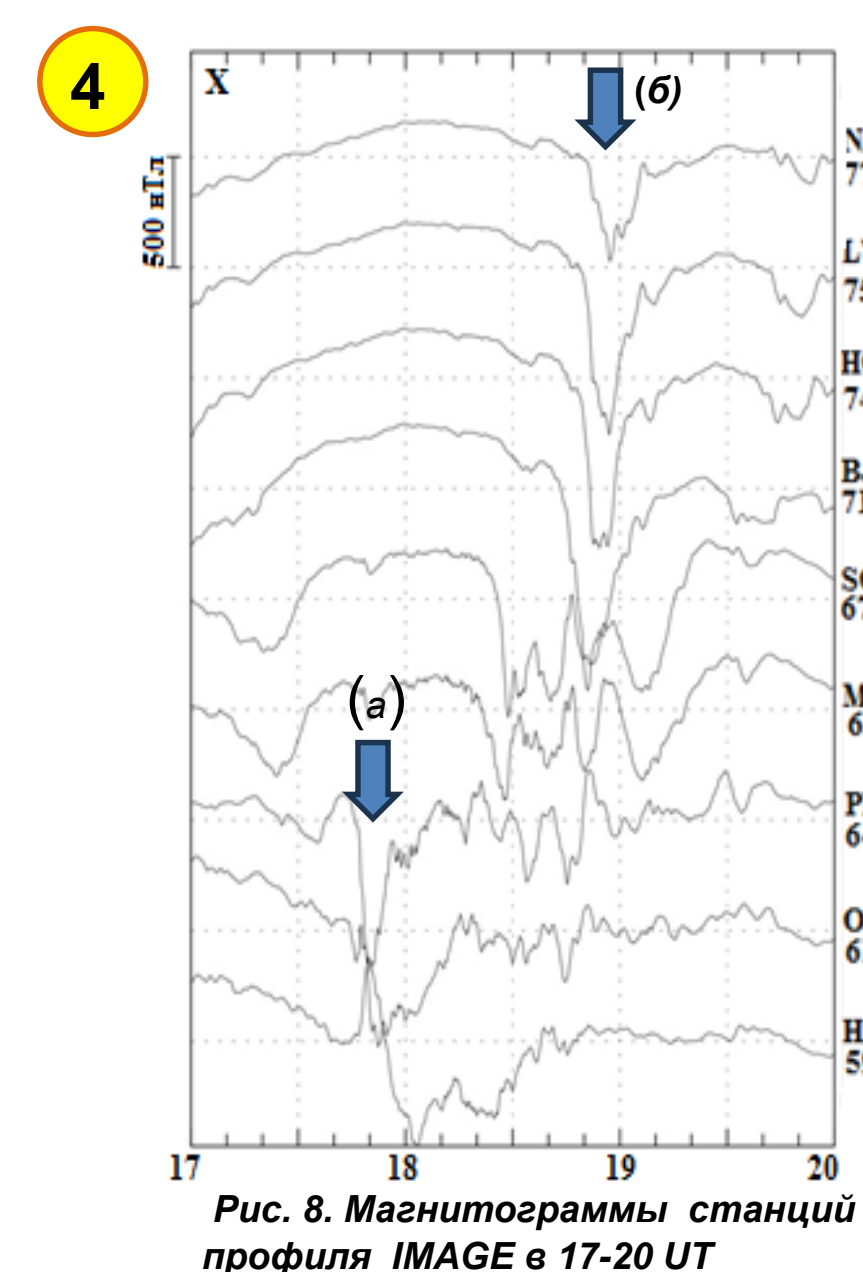


Рис. 8. Магнитограммы станций профиля IMAGE в 17-20 UT

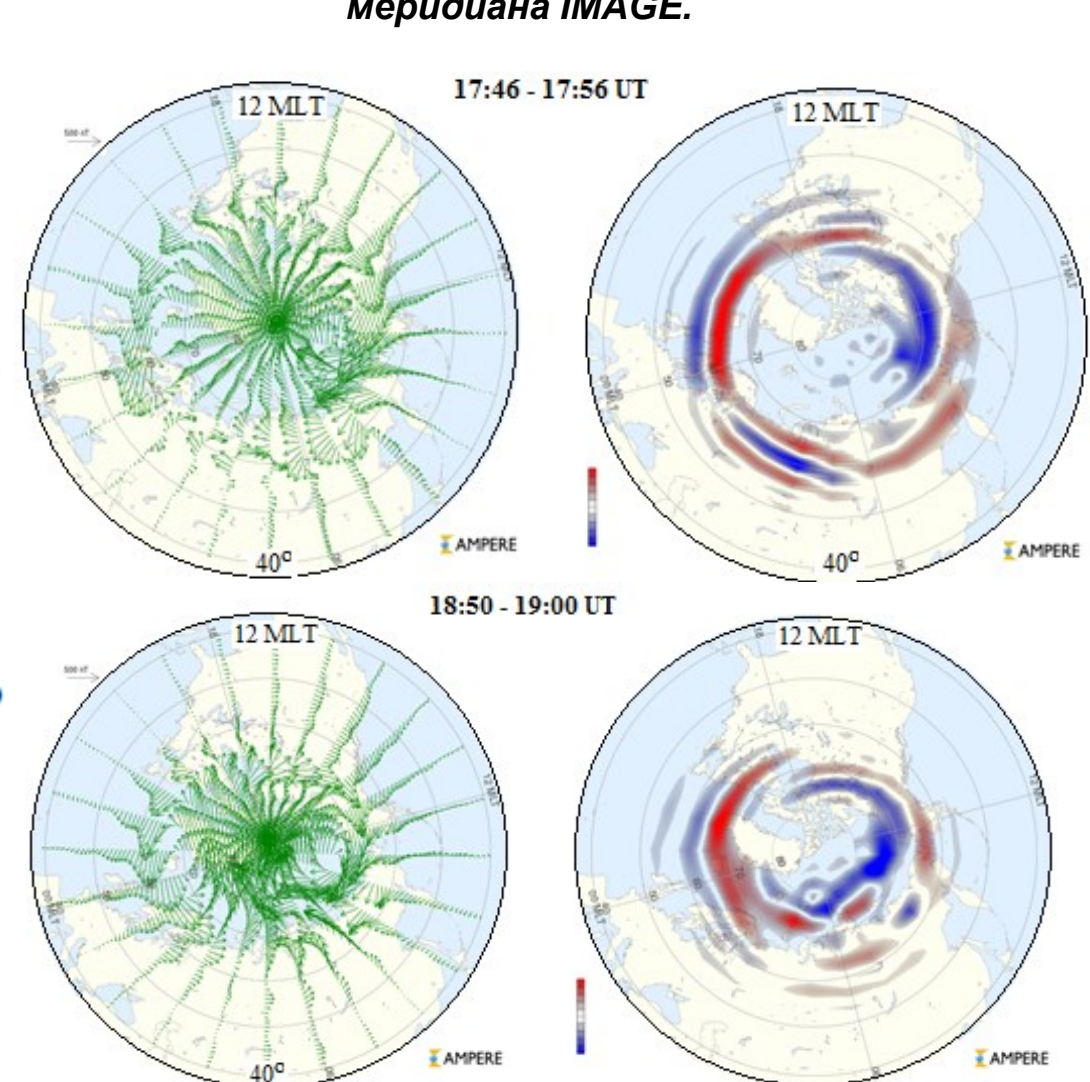


Рис. 9. Карты положения электроджетов и продольных токов по данным AMPERE во время суббури (рис. 8) в авроральных (а) и полярных (б) широтах на меридиане IMAGE.

Появление суббурь в вечернем секторе сначала авроральных (а) и затем полярных (б) широт (рис. 8) связано с изменением конфигурации продольных токов и их смещению к полюсу (рис. 9б) после резкого уменьшения динамического давления солнечного ветра (рис. 5).

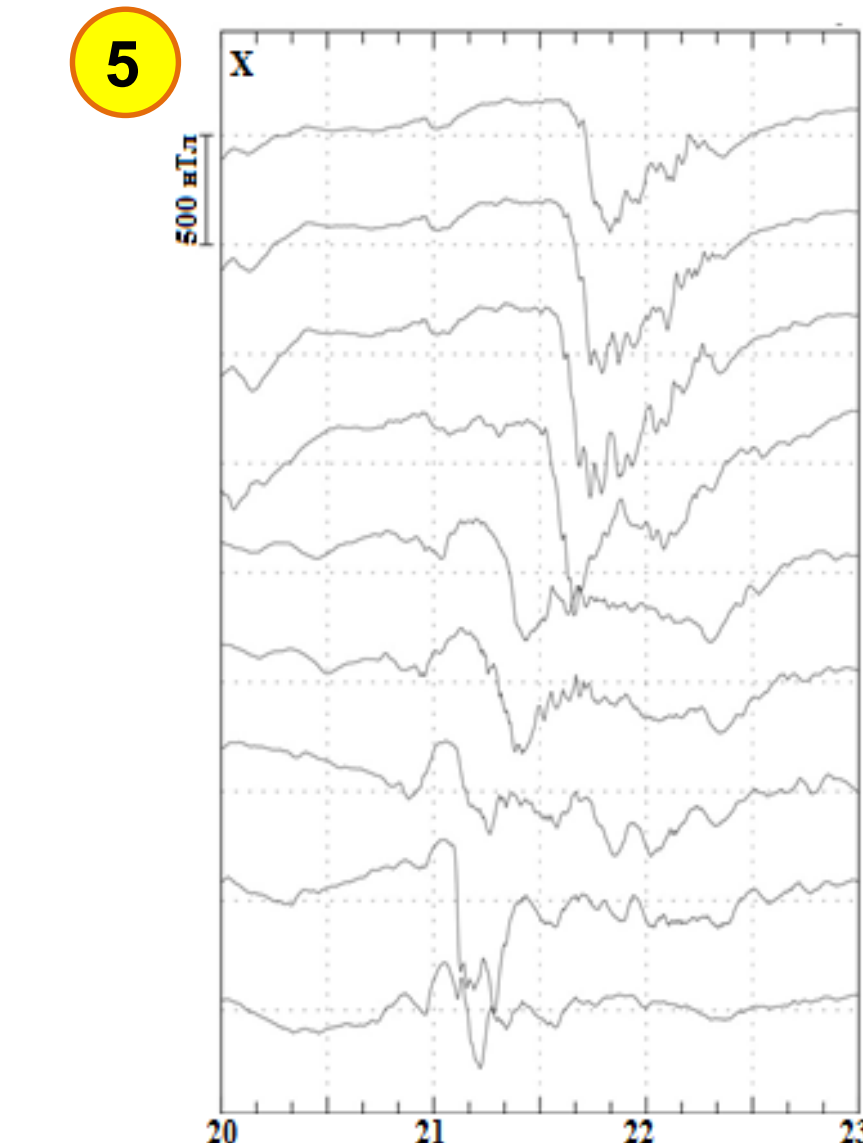


Рис. 10. Магнитограммы станций профиля IMAGE в 20-23 UT

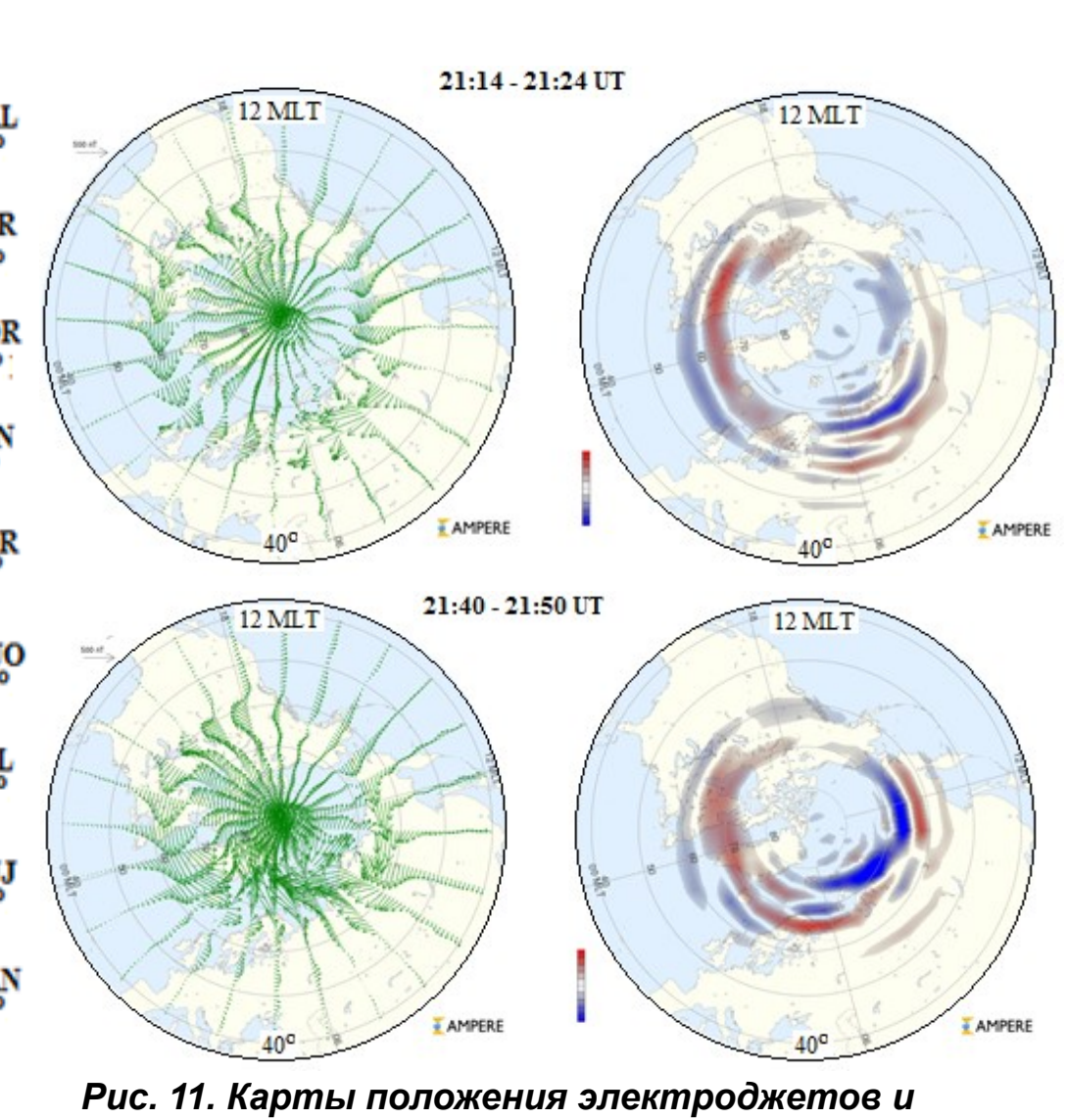


Рис. 11. Карты положения электроджетов и продольных токов по данным AMPERE во время суббури в интервале 21-22 UT

Аналогичная ситуация наблюдалась в интервале 20-23 UT. Сразу после полуночи на меридиане IMAGE наблюдалась суббуря (рис. 10, OUJ-HAN), вызванная «слоистой» структурой продольных токов (рис. 11а). Резкое уменьшение P_{sw} (рис. 5) привело к изменению конфигурации продольных токов и смещению электроджета к полюсу (рис. 10, 11б).

6 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Магнитная буря 26-27 февраля была первой сильной бурей ($SymH$ до ~ -150 нТл) в серии магнитных бурь весны 2023.
- Наиболее интенсивные геомагнитные возмущения наблюдались вблизи максимума главной фазы бури 27 февраля в 11-23 UT. Их анализ на основе наземных данных сети INTERMAGNET и скандинавского профиля IMAGE, а также магнитной регистрации на 66 одновременных ионосферных спутниках проекта AMPERE выявил некоторые нетипичные особенности развития этих возмущений.
- Первая интенсивная суббуря ($AL \sim -1750$ нТл) была зарегистрирована в 11-12 UT как результат развития двух магнитных вихрей (утреннего и вечернего). Наиболее интенсивные возмущения отмечались в полярных (а не в авроральных!) широтах в предполуночном секторе, что не типично для главной фазы магнитной бури.
- Серия суббурь в 16-22 UT также развивалась не типично для главной фазы магнитной бури. В предполуночном секторе на меридиане IMAGE трижды были зарегистрированы полярные суббури и высокоширотные конфигурации продольных токов, которые обычно наблюдаются в магнитоспокойных условиях (но не в магнитную бурю!). Причиной появления сильных (выше 1000 нТл!) магнитных возмущений в вечерних полярных широтах и соответствующий крутой поворот утреннего электроджета к полюсу могли быть предшествующие резкие скачки падения динамического давления и плотности солнечного ветра (около 16, 19 и 21 UT).