

УДК 523.31-853:523.62.726

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ СУПЕРСУББУРИ НА ГЛАВНОЙ ФАЗЕ БУРИ 5 АПРЕЛЯ 2010 ГОДА

© 2022 г. И. В. Дэспирак¹, *, Н. Г. Клейменова², Л. И. Громова³,
А. А. Любич¹, В. Гинева⁴, П. В. Сецко¹

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Полярный геофизический институт, Апатиты, Россия

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта Российской академии наук, Москва, Россия

³Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт Земного магнетизма и распространения радиоволн имени Н.В. Пушкова Российской академии наук,
Москва, Россия

⁴Институт космических исследований и технологий Болгарской академии наук, Стара Загора, Болгария

*E-mail: despirak@gmail.com

Поступила в редакцию 15.10.2021 г.

После доработки 05.11.2021 г.

Принята к публикации 22.11.2021 г.

На основе данных мировых сетей магнитометров SuperMAG, INTERMAGNET, IMAGE и спутников проекта AMPERE исследованы особенности глобального пространственного распределения электроджетов во время суперсуббури 5 апреля 2010 г., наблюдаемой на главной фазе умеренной магнитной бури ($D_{st} \sim -81$ нТл). Показано, что необычайно сильный ночной западный электроджет развивался в глобальном масштабе от вечернего сектора до дневного через полночь. Обнаружен интенсивный восточный вечерний электроджет, который может быть результатом формирования дополнительного частичного кольцевого тока во время суперсуббури. На дневной стороне выявлена сложная широтная слоистая структура электроджетов.

DOI: 10.31857/S0367676522030085

ВВЕДЕНИЕ

Суперсуббури (supersubstorms, SSS) изучаются относительно недавно, впервые этим термином были названы интенсивные суббури, наблюдавшиеся на сети магнитометров SuperMAG, с очень высокими значениями SML индекса геомагнитной активности (< -2500 нТл) [1]. Несмотря на короткий промежуток времени в изучении этих интенсивных событий, исследованы их различные аспекты: зависимость появления SSS от солнечной активности [2], наличия и интенсивности магнитных бурь [1, 2], крупномасштабной структуры солнечного ветра [3]. Было показано, что SSS развиваются только во время корональных выбросов массы (coronal mass ejections, CME), а именно во время межпланетных магнитных облаков (MC) или на фронте сжатой плазмы (SHEATH) перед магнитным облаком при высоких отрицательных значениях B_z компоненты ММП, локальных скачках плотности и динамического давления солнечного ветра [4]. Исследовалась также связь SSS с PC -индексом полярной шапки, продольными токами (field aligned currents, FAC), межпланетными электрическими и магнитными полями [5, 6], с геомагнитными индукционными токами (ГИТ) [7].

Однако особенности развития авроральных возмущений (полярных сияний и электроджетов) во время суперсуббурь пока мало исследованы. Существуют лишь единичные работы на эту тему, в которых рассматривались отдельные события SSS. Так, было обнаружено, что во время SSS развитие полярных сияний происходило необычным образом: например, перед суперсуббурей не наблюдалось стандартного увеличения яркости самой экваториальной дуги в ночном секторе перед брейккапом и последующего скачка сияний к полюсу [8], а также, западный электроджет имел большое азимутальное протяжение [9, 10].

В данной работе мы рассмотрим интересный случай суперсуббури, когда развитие западного и восточного электроджетов происходило нетипичным образом. Событие SSS наблюдалось 5 апреля 2010 г. во время развития первой магнитной бури ($D_{st} \sim -81$ нТл) 24-го цикла солнечной активности. Исследованию этой бури посвящено много работ, например, [8, 11–16]. В работе [16] представлен обзор работ по SSS и показано, что часто во время суперсуббурь, в отличие от нормальных суббурь, наблюдается появление в дневном секторе интенсивного восточного ионосферного то-

ка, связанного с усилением частичного кольцевого тока.

Целью нашей работы является анализ пространственного распределения геомагнитных возмущений во время суперсуббури 5 апреля 2010 г. по данным глобальных сетей магнитометров SuperMAG, INTERMAGNET, IMAGE и спутников AMPERE и интерпретация полученных результатов в рамках представлений о глобальных токовых системах. Будут анализироваться как возмущения в полярных и авроральных широтах, так и среднеширотные положительные бухты, которые обычно связаны с развитием токового клина суббурю [17].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

Работа основана на анализе наблюдений наземных магнитометров проектов SuperMAG (<http://supermag.jhuapl.edu/>) [18], INTERMAGNET (<https://www.intermagnet.org/>) [19] и меридионального скандинавского профиля IMAGE (<http://space.fmi.fi/image/>) [20]. Глобальное пространственное распределение электроджетов определялось по картам векторов магнитного поля, полученных на сети SuperMAG, картам сферического гармонического анализа распределения магнитных векторов в ионосфере и продольных токов, полученных по данным низкоапогейных спутников связи Iridium системы AMPERE (Active Magnetosphere and Planetary Electrodynamics Response Experiment, <http://ampere.jhuapl.edu>). Проект AMPERE включает одновременную регистрацию магнитного поля на 66 спутниках, карты строятся за каждые 2 мин с усреднением в течение 10 мин [21].

Условия в солнечном ветре и межпланетном магнитном поле (ММП) перед началом SSS определялись с помощью базы данных CDAWeb OMNI (<http://cdaweb.gsfc.nasa.gov/>). Потоки и структуры солнечного ветра были определены согласно каталогу крупномасштабных явлений солнечного ветра (<ftp://ftp.iki.rssi.ru/omni/>) [22].

МЕЖПЛАНЕТНЫЕ УСЛОВИЯ ВО ВРЕМЯ МАГНИТНОЙ БУРИ 5 АПРЕЛЯ 2010 ГОДА

Буря 5 апреля 2010 г. была вызвана приходом к Земле большого межпланетного коронального выброса массы (interplanetary CME, ICME), источником которого являлась вспышка на Солнце класса В7.4, которая была зарегистрирована 3 апреля 2010 г. в 09:04 UT. По оценкам [23] начальная скорость ICME около Солнца была 1100 км/с, а скорость переднего фронта на орбите Земли составляла около 800 км/с.

Корональный выброс массы достиг орбиты Земли 5 апреля 2010 г. около 08:26 UT [16] и вызвал умеренную, но продолжительную магнит-

ную бурю ($D_{st} \sim -81$ нТл). На рис. 1 приведены данные о параметрах солнечного ветра и межпланетного магнитного поля (ММП) за период с 06 UT 5 апреля по 18 UT 6 апреля 2010 (слева) и с 06 до 16 UT 5 апреля 2010 года (справа). Сверху вниз показаны вариации величины магнитного поля B_T , B_Y и B_Z -компонент ММП, скорости (V) и динамического (P_{dyn}) давления солнечного ветра, геомагнитные индексы PC , SYM/H и SML . Магнитное облако (MC) и область сжатой плазмы (SHEATH) обозначены надписями, а их границы — красными сплошными и штриховыми линиями (слева) и горизонтальной красной стрелкой (справа), момент максимального развития SSS обозначен вертикальной синей линией.

Фронт коронального выброса (SHEATH) достиг орбиты Земли в 08:26 UT, за ним с ~ 13 UT 5 апреля до ~ 15 UT 6 апреля наблюдалось прохождение магнитного облака. Большие отрицательные значения B_Z -компоненты ММП до -15 нТл наблюдались в начале области SHEATH, что, вероятно, и вызвало развитие продолжительной магнитной бури с интенсивностью ~ -81 нТл. Суперсуббурия (SSS) была зарегистрирована в самом начале бури ($D_{st} \sim -20$ нТл), во время SHEATH, при повышенных значениях давления, плотности и величины магнитного поля B_T . Внутри области SHEATH B_Z -компонента ММП несколько раз меняла знак и достигала величин ~ -15 нТл.

Начало суперсуббури было зарегистрировано в $\sim 08:26$ UT, согласно резкому понижению в SML -индексе (рис. 1, правая панель) и в X -компоненте магнитного поля на станциях Аляски (FYU, СМО, GAK) (рис. 2). Взрывная фаза длилась ~ 1 ч, до $\sim 09:30$ UT (от начала понижения SML -индекса до его минимума), в ней было три интенсификации ($\sim 09:03$; $\sim 09:17$; $\sim 09:29$ UT). После того как SML -индекс достиг своего минимального значения (-2351 нТл), началась фаза восстановления, которая продолжалась до $\sim 11:30$ UT, когда SML -индекс восстановился до уровня, существовавшего до суперсуббури. Такое постепенное развитие SSS, через несколько интенсификаций, наблюдавшееся во время предварительной и взрывной фазы было подробно описано в работах [8, 15], где анализировалось развитие си-
ний над Аляской.

РАЗВИТИЕ МАГНИТНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НА ВЕЧЕРНЕЙ И НОЧНОЙ СТОРОНАХ

Во время начала суперсуббури в вечернем и полуночном секторах находились станции американского сектора. На рис. 2а по картам магнитных векторов сети SuperMAG показано глобальное пространственное распределение магнитных возмущений с указанием положения некоторых наземных станций, магнитограммы которых при-

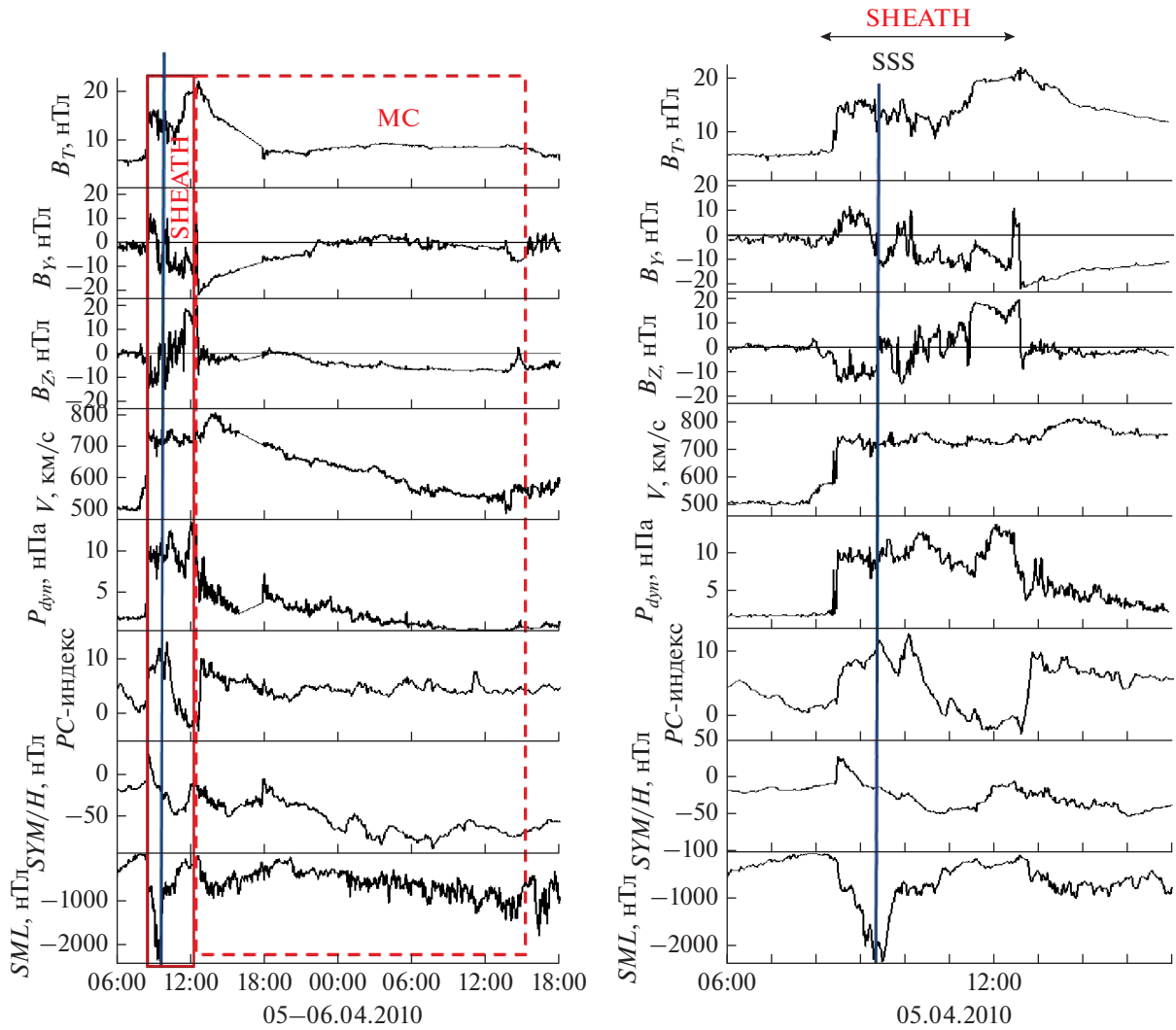


Рис. 1. Параметры солнечного ветра и ММП, геомагнитные индексы PC , SYM/H и SML для временных интервалов с 06 UT 05 апреля 2010 по 18 UT 6 апреля (слева) и с 06 до 16 UT 5 апреля (справа). Сверху вниз: вариации величины магнитного поля B_T , B_Y , B_Z – компонент ММП в системе GSM, скорость и динамическое давление солнечного ветра, геомагнитные индексы PC , SYM/H и SML . Границы магнитного облака (MC) и области сжатой плазмы SHEATH обозначены вертикальными красными сплошными и штриховыми линиями (слева) и горизонтальной красной линией (справа). Момент наблюдения SSS указан вертикальной синей линией.

ведены ниже на рис. 2б, 2в и 3. Карты построены для трех локальных минимумов в SML -индексе (09:03, 09:17 и 09:29 UT), в соответствии со скачкообразным развитием этой суперсуббури. Видно, что с каждой новой интенсификацией возмущения нарастают, область их наблюдения расширялась (от полярных до средних широт), при этом наибольшая интенсивность возмущений наблюдалась в вечернем и ночном секторах, где располагались станции американского сектора. Из рис. 2а видно также, что западный электроджет наблюдался в очень широком долготном секторе, от вечернего (Аляска) до утреннего (Гренландия) и дневного секторов (Скандинавия).

На рис. 2б и 2в показаны магнитограммы выбранных станций Аляски, Америки и Гренландии.

На рис. 2б приведены вариации X -компоненты магнитного поля с 06 по 13 UT 5 апреля 2010 г. для станций Аляски (KAV, FYU, СМО, GAK), расположенных в авроральной зоне (от $\sim 63.4^\circ$ до $\sim 71.5^\circ$ CGLAT). С 08:30 UT начались сильные вариации магнитного поля (~ 2500 нТл), на которых видны три минимума, соответствующие трем интенсификациям. На нижних панелях рис. 2б представлены возмущения X -компоненты на станциях FRN и HON, расположенных в этом же долготном секторе на средних широтах (42.6° и 20.1° CGLAT). Здесь наблюдались довольно интенсивные положительные бухты (~ 60 и ~ 30 нТл) в большом широтном интервале $\sim 20^\circ$ CGLAT.

На рис. 2в показаны вариации X -компоненты для станций послеполуночного (SMI, MEA) и

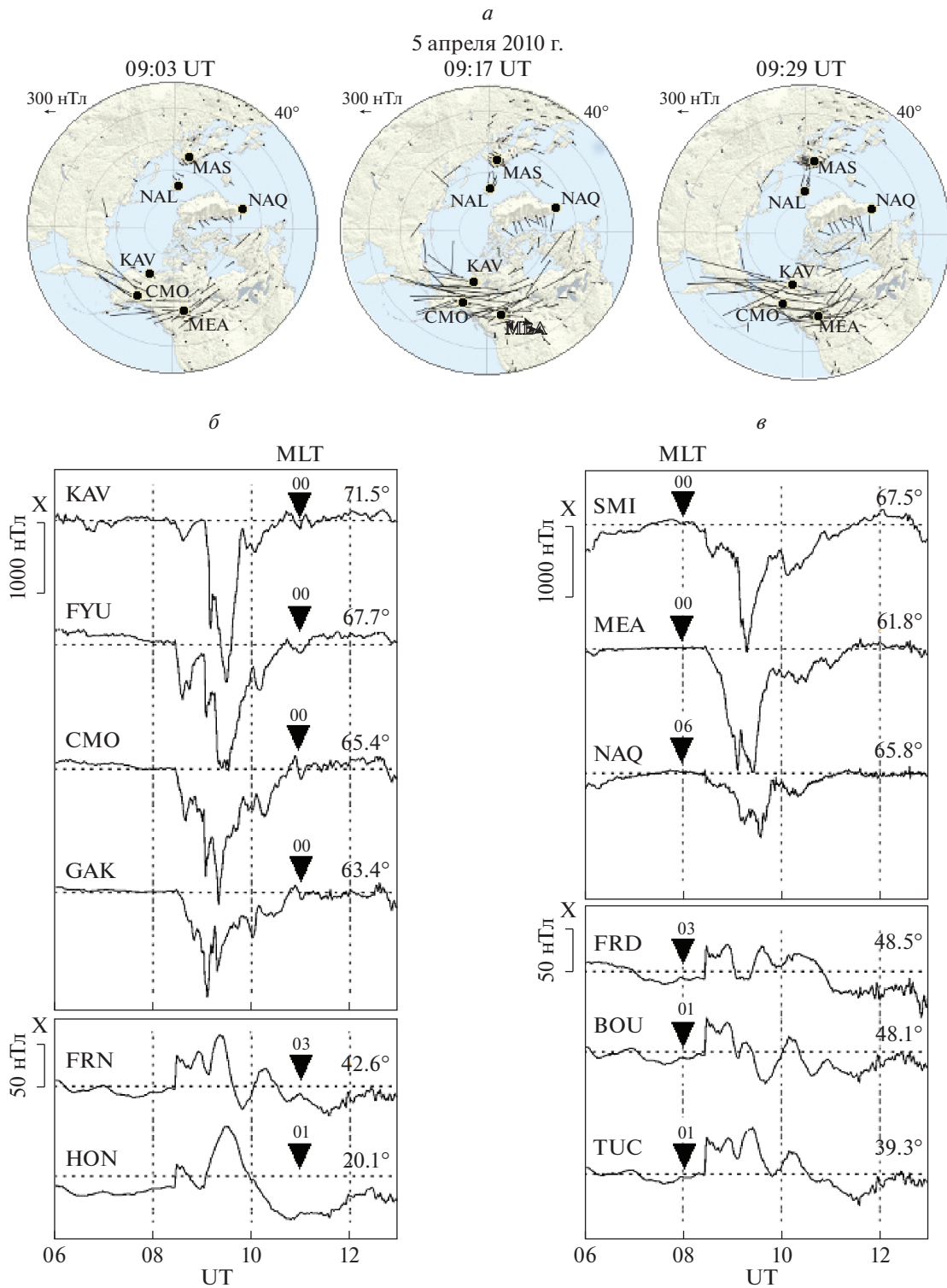


Рис. 2. Развитие магнитных возмущений по данным SuperMAG: мгновенные (09:03, 09:17 и 09:29 UT) карты магнитных возмущений с указанием наземных станций; полночь – внизу рисунка, полдень – вверху (а); X-компонента магнитного поля с 06 по 13 UT 5 апреля 2010 г. для станций Аляски KAV, FYU, CMO, GAK (верхняя панель) и станций средних широт FRN, HON (нижняя панель). На графике указано название станции, геомагнитные координаты (CGLAT) и MLT (стрелка с цифрой) (б); X-компонента магнитного поля для станций авроральной зоны SMI, MEA, NAQ (верхняя панель) и средних широт FRD, BOU, TUC (нижняя панель) (в).

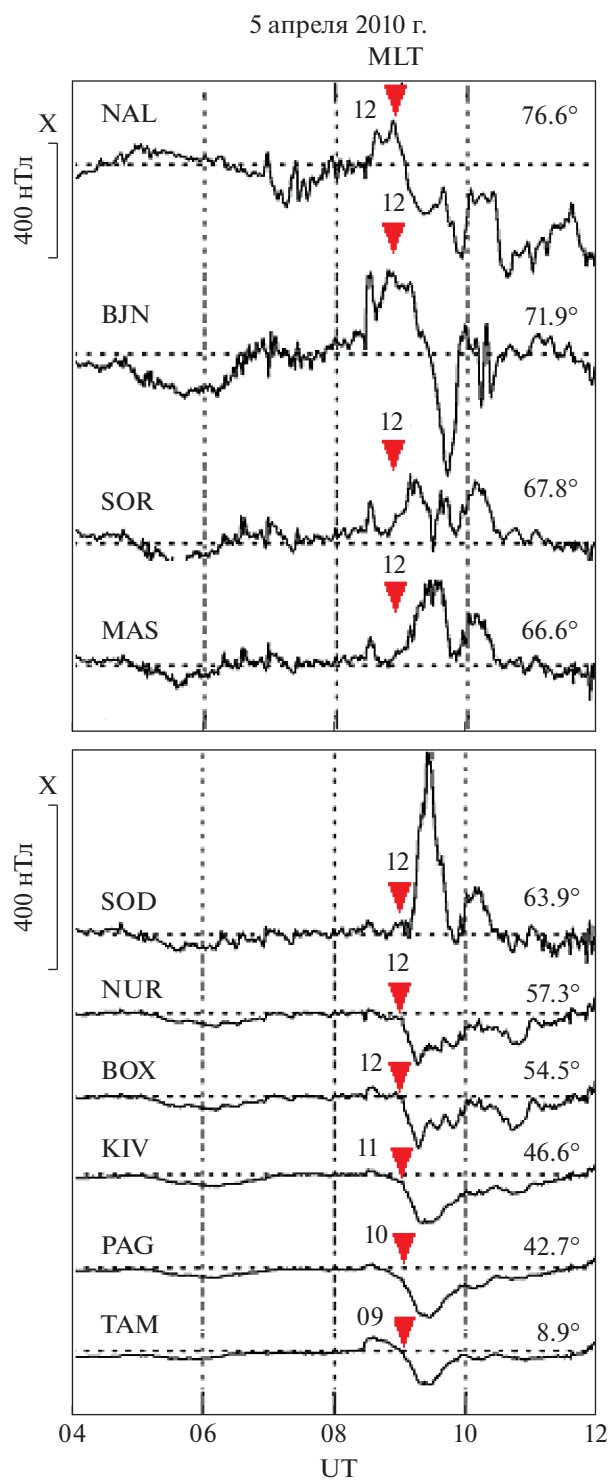


Рис. 3. X-компонента магнитного поля некоторых станций сетей IMAGE и SuperMAG с 04 по 12 UT 5 апреля 2010 г.: верхняя панель – NAL, BJN, SOR, MAS; нижняя панель – SOD, NUR, BOX, KIV, PAG, TAM. Формат рисунка такой же, как на рис. 2б.

утреннего сектора (NAQ) авроральной зоны (от $\sim 65.8^\circ$ до $\sim 67.5^\circ$ CGLAT) и среднеширотных станций (FRD, BOU, TUC) (от $\sim 48.5^\circ$ до $\sim 39.3^\circ$

CGLAT). Видно, что, в отличие от ночного, в утреннем секторе отрицательные бухты были меньшей интенсивности (~ -1200 нТл), и наблюдались на более высоких широтах. На станциях средних широт FRD, BOU, TUC были зарегистрированы положительные бухты ($\sim 20-30$ нТл).

РАЗВИТИЕ МАГНИТНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НА ДНЕВНОЙ СТОРОНЕ

На рис. 3 показаны магнитные возмущения с 04 по 12 UT 5 апреля 2010 г., зарегистрированные на магнитометрах цепочки IMAGE (от $\sim 57.3^\circ$ до $\sim 76.6^\circ$ CGLAT) и нескольких станциях средних и низких широт BOX, KIV, PAG, TAM (от $\sim 8.9^\circ$ до $\sim 54.5^\circ$ CGLAT). Как видно, в полярных широтах на станциях BJN-NAL ($> \sim 70^\circ$ CGLAT), наблюдаются отрицательные магнитные бухты (~ -700 нТл). В авроральных широтах, на станциях SOR-SOD ($\sim 67.8-63.9^\circ$ CGLAT), бухты становятся положительными ($\sim +500$ нТл). Далее, начиная со станции NUR ($\sim 57.3^\circ$ CGLAT), бухты снова меняют знак и становятся отрицательными (~ -120 нТл). Отрицательные бухты были зарегистрированы в Борке (BOX, $\sim 54.5^\circ$ CGLAT, Россия), в Киеве (KIV, $\sim 46.6^\circ$ CGLAT, Украина), в Панагюриште (PAG, $\sim 42.7^\circ$ CGLAT, Болгария). Около экватора, на станции TAM ($\sim 8.9^\circ$ CGLAT, Алжир) также наблюдаются отрицательные бухты (~ -60 нТл). Таким образом, на дневной стороне мы видим необычную картину широтного распределения магнитных возмущений, которую можно охарактеризовать как “слоеный пирог”.

Чтобы дополнить глобальную картину магнитных возмущений, мы использовали данные магнитных наблюдений на спутниках проекта AMPERE. На рис. 4 представлены карты результата сферического гармонического анализа распределения магнитных возмущений (слева) и вычисленных по этим данным продольных токов (справа) для интервалов, близких к 09:30 UT, с указанием положения некоторых наземных станций. Втекающие токи отмечены синим цветом, вытекающие токи – красным. По магнитным данным спутников проекта AMPERE (левая панель рис. 4) видно, что над Восточной Сибирью сформировался интенсивный восточный электроджет с дневного до предполуденного сектора, расположенный между вытекающим и втекающим токами. Из-за отсутствия наземных станций в этой области пространства он не виден на карте SuperMAG (рис. 2). В то же время на карте левой панели рис. 4, построенной по результатам сферического гармонического анализа магнитной регистрации на низкоапогейных спутниках проекта AMPERE, видно, что западный электроджет протянулся от Аляски, через Северную Америку и Гренландию, к Скандинавии (с ночной стороны, через утреннюю сторону, на дневную сторону). Над Скандинавией, где располагался меридиан IMAGE, наблюдались

5 апреля 2010 г.
09:30 UT

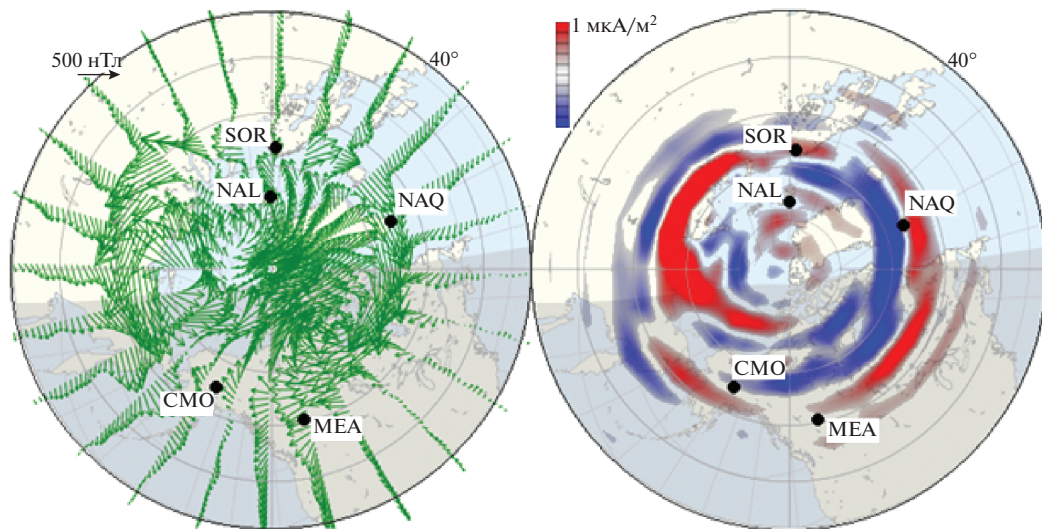


Рис. 4. Карты магнитных возмущений и продольных токов по данным спутников проекта AMPERE, в исправленных геомагнитных координатах за временной интервал 09:26–09:36 UT с указанием положения некоторых наземных станций: слева – карта сферического гармонического анализа магнитных возмущений; справа – карта распределения продольных токов, вытекающий ток отмечен красным цветом, втекающий – синим, полночь находится внизу рисунка, полдень – вверху. На цветовой шкале плотность тока меняется от -1 до $+1$ мкА/м².

оба электроджета (рис. 3 и 4), но на разных широтах: западный – над Шпицбергенем, восточный – на авроральных широтах, и опять западный ток – на субавроральных и средних широтах.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Наш анализ суперсуббури 5 апреля 2010 г. показал, что западный электроджет был очень протяженным по долготе: от вечернего (Аляска) до утреннего (Гренландия) и дневного сектора (Скандинавия). При этом наиболее интенсивные возмущения были зарегистрированы в предполуденном и послеполуденном секторах на авроральных широтах, в утреннем и дневном секторах более слабые возмущения наблюдались в полярных широтах. Это подтверждает полученные ранее результаты для других событий SSS [9, 10].

Как видно из рис. 4, одной из особенностей ионосферных токов во время SSS 5 апреля 2010 г. было развитие интенсивного восточного электроджета в раннем вечернем секторе. Формирование такого восточного электроджета может быть связано с необычным усилением частичного кольцевого тока, наблюдавшемся во время этой суперсуббури [16]. Как известно, во время магнитных бурь, связанных с ударной волной и сжатием магнитосферы, происходит усиление кольцевого тока около 12 MLT. А в этом событии наблюдалось дополнительное возрастание кольцевого тока в ~ 15 MLT, которое, возможно, вызвано взаимодействием заряженных частиц во внутренней

магнитосфере с полоидальными инфранизкими волнами, источником которых была ударная волна [16, 24, 25]. Этот дополнительный кольцевой ток замыкается в ионосфере на восточный электроджет, который наблюдался по данным AMPERE (рис. 4).

Видно, что оба электроджета – восточный и западный – развивались в глобальном масштабе, и, окружая с разных сторон полярную шапку, достигали до дневной стороны. В результате, на разных широтах в дневном секторе оказались чередующиеся продольные токи, относящиеся к этим двум электроджетам, что и привело к формированию сложной слоистой картины продольных токов и соответствующих им наземных магнитных бухт, которая была зарегистрирована на меридиане IMAGE.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Суперсуббурия, наблюдавшаяся 5 апреля 2010 г., характеризовалась необычной пространственной картиной развития авроральных электроджетов: 1) В вечернем и ночном секторах наблюдался сильный западный электроджет в глобальном масштабе – от вечерней стороны на авроральных широтах до дневной в полярной области. 2) На дневной стороне был зарегистрирован необычный широтный эффект – “слоистый пирог” в магнитных бухтах. Он связан со сложной структурой продольных токов, когда меридиан наблюдений располагался вблизи концов западного и во-

сточного электроджетов. 3) В предвечернем секторе, в отличие от типичного сценария развития классических суббурь, во время исследуемой суперсуббури по данным спутниковых наблюдений AMPERE был зарегистрирован интенсивный восточный электроджет, что подтверждает предположение работы [16] о формировании во время SSS дополнительного частичного кольцевого тока, замыкающегося на восточный электроджет.

Авторы выражают благодарность создателям баз данных OMNI (<http://omniweb.gsfc.nasa.gov>), SuperMAG (<http://supermag.jhuapl.edu/>), IMAGE (<http://space.fmi.fi/image/>) и AMPERE (<http://amperere.jhuapl.edu>) за возможность их использования в работе. Работа Дэспирак И.В., Клейменовой Н.Г., Любчича А.А, Сецко П.В. выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-55-18003-Болг_а); работа Громовой Л.И. выполнена в рамках темы государственного задания ИЗМИРАН; работа Гиневой В. выполнена в рамках проекта Национального научного фонда Болгарии (проект № КП-06-Русия/15).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tsurutani B.T., Hajra R., Echer E., Gjerloev J.W. // Ann. Geophys. 2015. V. 33. No. 5. P. 519.
2. Hajra R., Tsurutani B.T., Echer E. et al. // J. Geophys. Res. 2016. V. 121. No. 8. P. 7805.
3. Дэспирак И.В., Любчич А.А., Клейменова Н.Г. // Геомагн. и аэроном. 2019. Т. 59. № 2. С. 183; Despirak I.V., Lyubchich A.A., Kleimenova N.G. // Geomagn. Aeron. 2019. V. 59. No. 2. P. 170.
4. Despirak I.V., Lyubchich A.A., Kleimenova N.G. // Proc. XLIII Ann. Seminar "Physics of Auroral Phenomena". (Apatity, 2020). P. 7.
5. Adhikari B., Dahal S., Chapagain N.P. // Earth Space Sci. 2017. V. 4. No. 5. P. 257.
6. Adhikari B., Baruwal P., Chapagain N.P. // Earth Space Sci. 2017. V. 4. No. 1. P. 2.
7. Tsurutani B.T., Hajra R. // J. Space Weather Space Clim. 2021. V. 11. Art. No. 23.
8. Hajra R., Tsurutani B.T. // Astrophys. J. 2018. V. 858. No. 2. Art. No. 123.
9. Дэспирак И.В., Клейменова Н.Г., Громова Л.И. и др. // Геомагн. и аэроном. 2020. Т. 60. № 3. С. 308; Despirak I.V., Kleimenova N.G., Malysheva L.M. et al. // Geomagn. Aeron. 2020. V. 60. No. 3. P. 292.
10. Дэспирак И.В., Любчич А.А., Клейменова Н.Г. и др. // Изв. РАН. Сер. физ. 2021. Т. 85. № 3. С. 346; Despirak I.V., Lyubchich A.A., Kleimenova N.G. et al. // Bull. Russ. Acad. Sci. Phys. 2021. V. 85. No. 3. P. 246.
11. Kinrade J., Mitchell C.N., Yin P. et al. // J. Geophys. Res. 2012. V. 117. No. A5. Art. No. A05304.
12. Lu G., Hagan M.E., Häusler K. et al. // J. Geophys. Res. Space Phys. 2014. V. 119. No. 12. Art. No. 10.358.
13. Prikryl P., Spogli L., Jayachandran P.T. et al. // Ann. Geophys. 2011. V. 29. No. 12. P. 2287.
14. Клейменова Н.Г., Зелинский Н.П., Козырева О.В. и др. // Геомагн. и аэроном. 2013. Т. 53. № 3. С. 330; Kleimenova N.G., Kozyreva O.V., Malysheva L.M. et al. // Geomagn. Aeron. 2013. V. 53. No. 3. P. 313.
15. Nishimura Y., Lyons L.R., Gabrielse C. et al. // J. Geophys. Res. Space Phys. 2020. V. 125. No. 4. Art. No. e2019JA027654.
16. Zong Q.-G., Yue C., Fu S.-Y. // Space Sci. Rev. 2021. V. 217. No. 2. P. 33.
17. McPherron R.L., Chu X. // Space Sci. Rev. 2017. V. 206. No. 1–4. P. 91.
18. Newell P.T., Gjerloev J.W. // J. Geophys. Res. Space Phys. 2011. V. 116. No. A12. Art. No. A12211.
19. Love J.J. // Phys. Today. 2008. V. 61. No. 2. P. 31.
20. Viljanen A., Häkkinen L. ESA publications SP-1198, 1997. P. 111.
21. Clausen L.B., Baker J.B.H., Ruohoniemi J.M. et al. // J. Geophys. Res. Space Phys. 2012. V. 117. No. A6. Art. No. A06233.
22. Ермолаев Ю.И., Николаева Н.С., Лодкина И.Г., Ермолаев М.Ю. // Косм. иссл. 2009. Т. 47. № 2. С. 99; Yermolaev Yu.I., Nikolaeva N.S., Lodkina I.G., Yermolaev M.Yu. // Cosm. Res. 2009. V. 47. No. 2. P. 81.
23. Liu Y., Luhmann J.G., Bale S.D., Lin R.P. // Astrophys. J. 2011. V. 734. No. 2. P. 84.
24. Zong Q.-G., Wang Y.F., Zhang H. et al. // J. Geophys. Res. Space Phys. 2012. V. 117. Art. No. A11206.
25. Kozyreva O.V., Pilipenko V.A., Zakharov V.I., Engebretson M.J. // GPS Solut. 2017. V. 21. No. 3. P. 927.

Spatial features of supersubstorm in the main phase of the magnetic storm on April 5, 2010

I. V. Despirak^{a,*}, N. G. Kleimenova^b, L. I. Gromova^c, A. A. Lyubchich^a, V. Guineva^d, P. Setsko^a

^a Polar Geophysical Institute, Apatity, 184209 Russia

^b Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS, Moscow, 123995 Russia

^c Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation RAS, Moscow, 108840 Russia

^d Space Research and Technology Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Stara Zagora, Bulgaria

*e-mail: despirak@gmail.com

The spatial distribution of the electrojets of the supersubstorm on April 5, 2010 was investigated based on the magnetic data from the ground-based SuperMAG, INTERMAGNET and IMAGE networks as well as of the AMPERE satellites data. The supersubstorm was observed during the main phase of the moderate magnetic storm ($D_{st} \sim -81$ nT). It is shown that an unusually strong night westward electrojet developed on a global scale from the evening sector to the day sector through midnight. An intense eastward electrojet in the evening sector was detected, which may be the result of the formation of an additional partial ring current during the supersubstorm. The complex latitudinal layered structure of the electrojets was observed on the day side.