



**Международная Байкальская молодежная научная школа
по фундаментальной физике «Физические процессы в космосе и околоземной среде»**

**XVII Конференция молодых ученых
«Взаимодействие полей и излучения с веществом»**

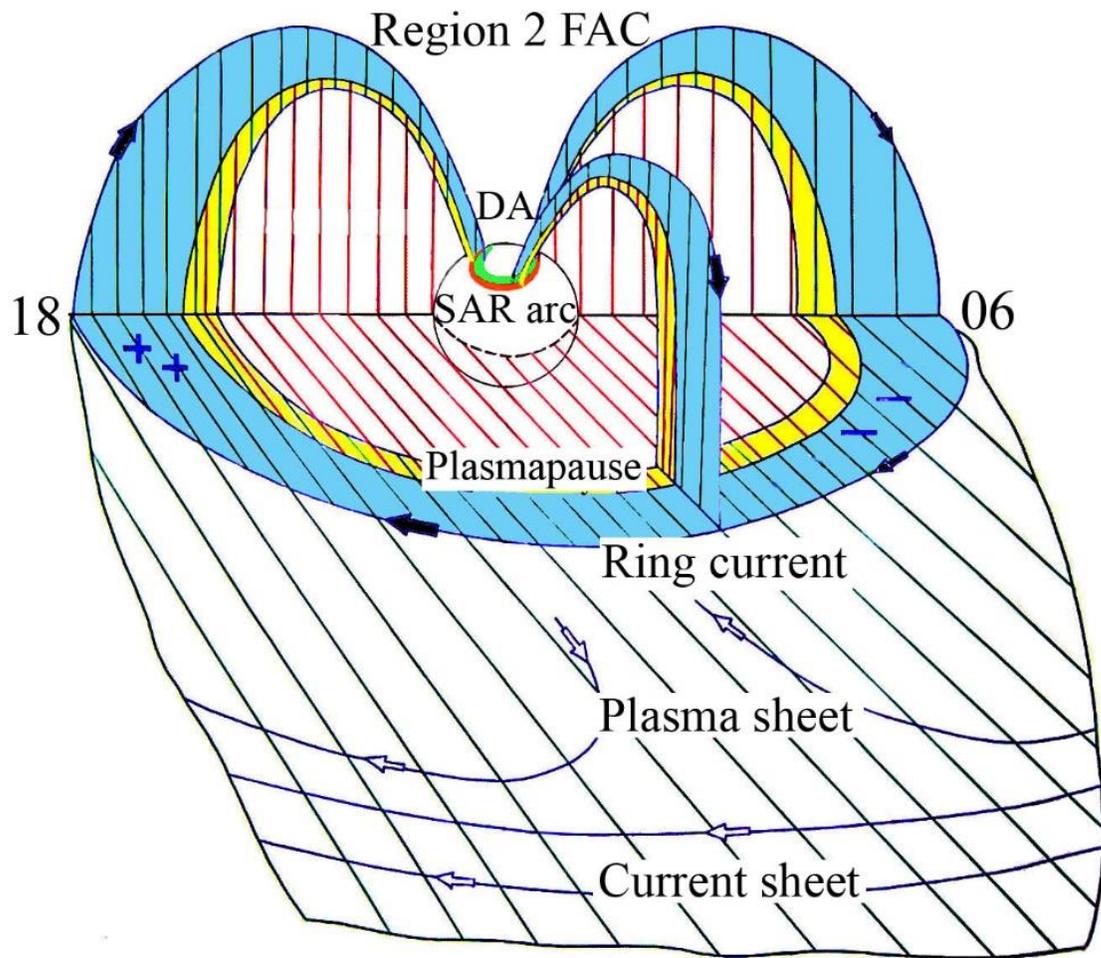
ДИНАМИКА ДИФFUЗНОГО СИЯНИЯ И SAR-ДУГИ ВО ВРЕМЯ МАГНИТОСФЕРНОЙ СУББУРИ. АНАЛИЗ СОБЫТИЯ

Парников С. Г. и Иевенко И.Б.

**Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера
Сибирского отделения Российской академии наук**



Иркутск, 5-10 сентября 2022 г.



- Субавроральные широты экваториальнее аврорального овала являются областью, на которую проектируются два домена внутренней магнитосферы - внешняя плазмосфера (плазмопауза) и внутренняя граница плазменного слоя. Представленная работа посвящена исследованию динамических явлений в субавроральном свечении на этих широтах во время усиления магнитосферной активности.
- Основой работы являются данные оптических наблюдений на субавроральной станции «Маймага» им. В.М. Игнатъева ИКФИА СО РАН (Геогр.: 63°N, 130°E; Геом.: 58°N, 202°E).

Рис. 1 Связь структуры внутренней магнитосферы с диффузным сиянием и SAR-дугой

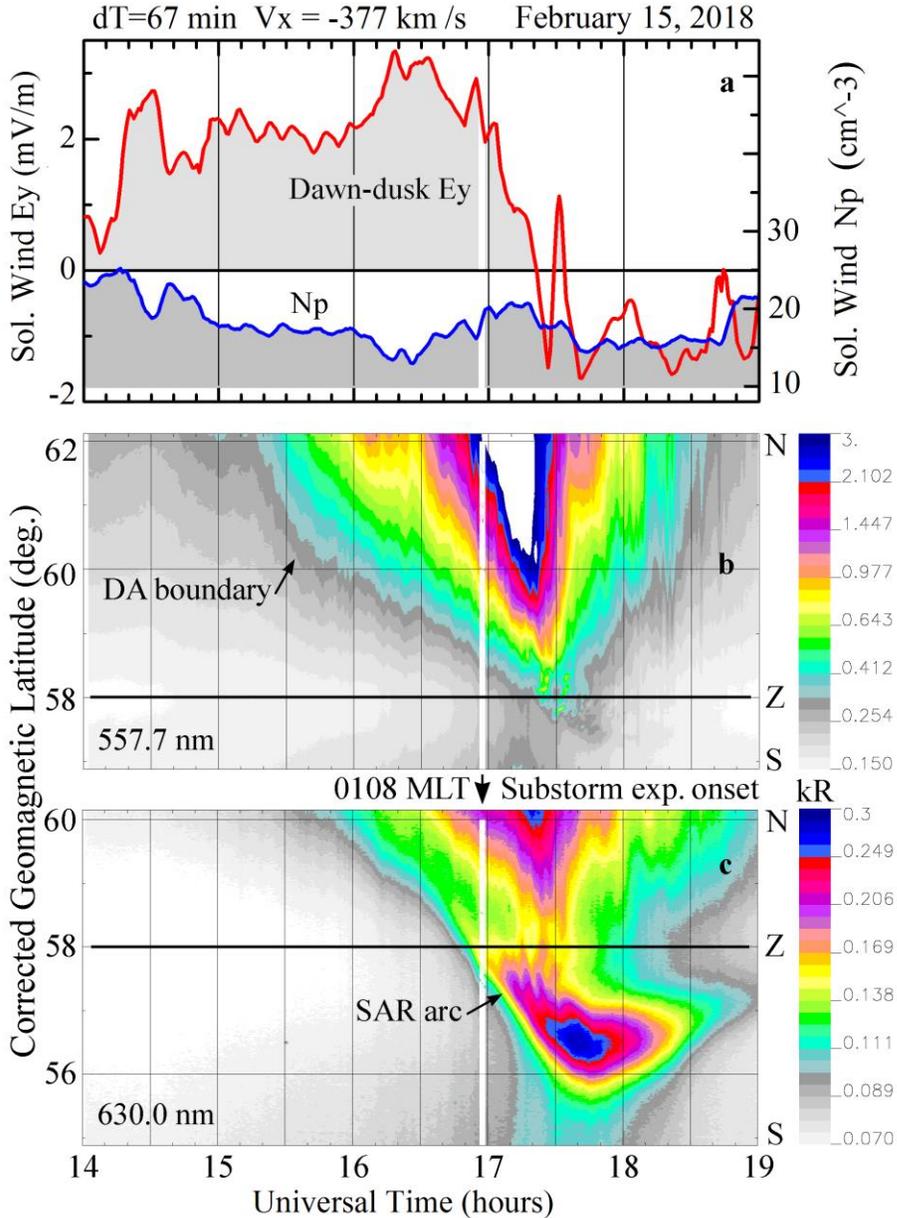
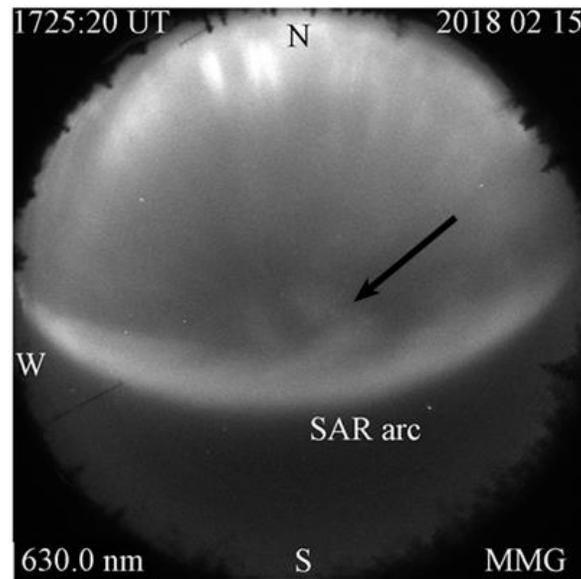
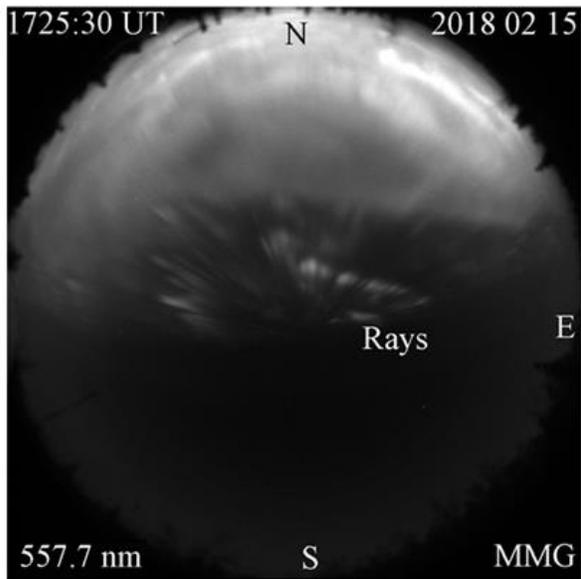


Рис. 2 Динамика солнечного ветра, диффузного сияния и SAR-дуги во время наблюдений 15 февраля 2018 г.

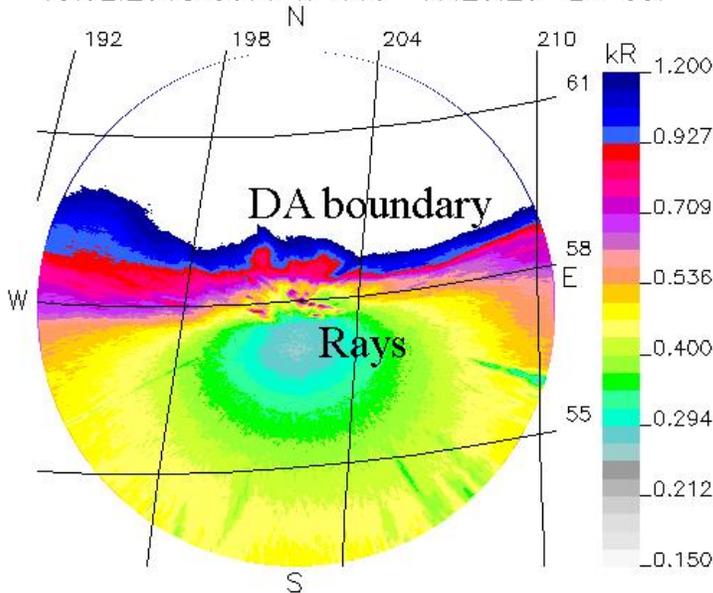
После начала взрывной фазы суббури продолжалось экваториальное смещение границы диффузного сияния, увеличивалась интенсивность красной дуги, возникшей до начала взрывной фазы суббури, происходило расширение и движение дуги через зенит станции на более низкие широты.

После перехода Ey в область отрицательных значений произошло быстрое затухание диффузного сияния в эмиссии 557,7 нм после ~1730 UT. В это время SAR-дуга имела максимальную яркость ~300 Рл на меридиане станции и наблюдалась до ~19 UT с медленным уменьшением интенсивности эмиссии 630,0 нм.

В интервале 1710-1730 UT кеограмма в эмиссии 630,0 нм показывает периодические вариации широты полярного края SAR-дуги. На кеограмме в зеленой линии видны отдельные пятна свечения в 1720-1740 UT, которые возникли на экваториальной границе диффузного сияния в окрестности зенита станции наблюдений.



15.02.2018 5577 h=110 17:25:20 z= 80.



15.02.2018 6300 h=250 17:25:30 z= 66.

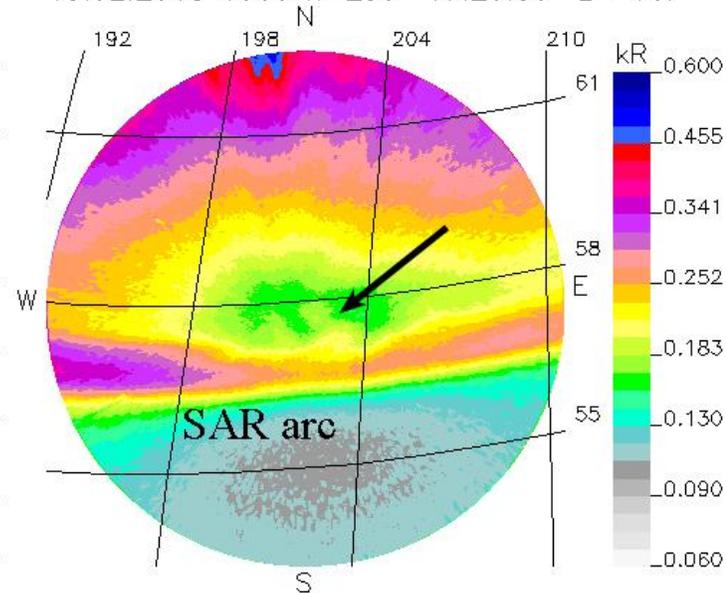


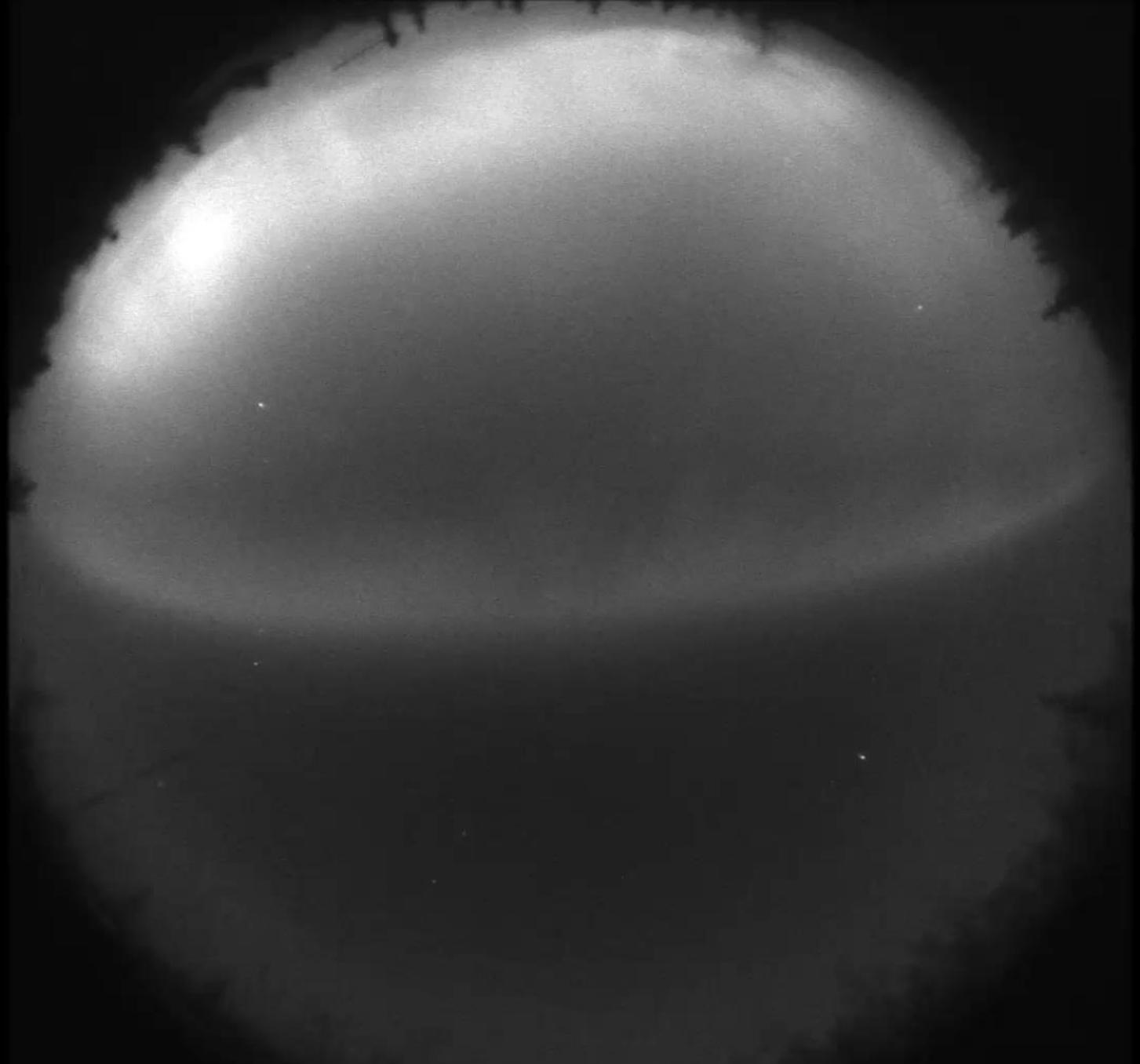
Рис. 3 Структура свечения на границе диффузного сияния в эмиссии 557,7 нм и в области SAR-дуги во время суббури 15 февраля 2018 г.

Лучи сияний в эмиссии 557,7 нм стали появляться с ~1712 UT в окрестности экваториальной границы диффузного сияния, которая до этого была однородной.

Обработанное изображение в зеленой линии хорошо показывает разрыв экваториальной границы диффузного сияния на широте ~58° лучами сияния (коронай) в окрестности магнитного зенита. Лучи двигались с запада на восток и регистрировались до ~18 UT.

SAR-дуга в 17:25:30 UT в проекции на поверхность Земли имела однородную экваториальную границу на геомагнитной широте ~56.5°. Полярный край дуги в проекции неоднороден и имеет выступ свечения с протяженностью ~1 градус широты.

Серия выступов перемещалась вдоль широты в восточном направлении во время уярчения красной дуги и появления лучей на границе диффузного сияния в 1712-1800 UT



MAIMAGA_20180215_170030_OI_RED.png

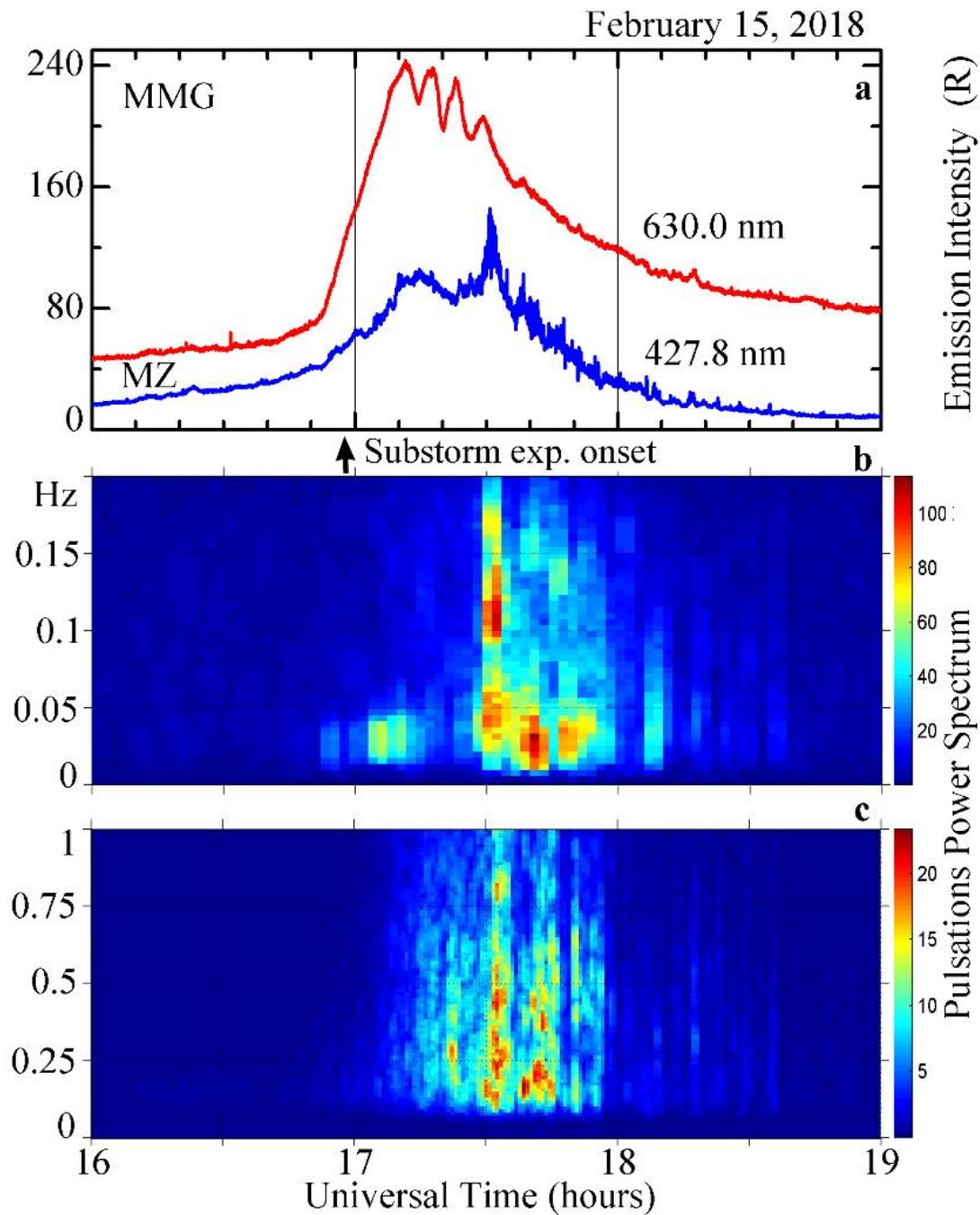


Рис. 4 Вариации интенсивности эмиссий на границе диффузного сияния и в SAR-дуге во время суббури 15 февраля 2018г.

Медленное увеличение интенсивности обеих эмиссий от 16 UT наблюдалось во время экваториального расширения диффузного сияния.

С ~1650 UT начался быстрый рост интенсивности красной линии как результат прихода в магнитный зенит экваториального края возникающей SAR-дуги.

В 1710-1730 UT зенитный фотометр зарегистрировал вариации красной линии с четырьмя максимумами интенсивности. Эти изменения интенсивности эмиссии 630,0 нм [OI] были обусловлены проходом через поле зрения фотометра выступов свечения на полярном крае SAR-дуги.

В эмиссии 427,8 нм (N_2^+) произошел рост интенсивности до ~100 Рэлей после начала взрывной фазы суббури. С ~1705 UT в этой эмиссии наблюдались пульсирующие вариации интенсивности.

Спектрограммы показывают одновременные всплески пульсаций на нескольких частотах. Такая нерегулярность периодов является характерным свойством пульсаций свечения, наблюдаемых на широтах диффузного сияния и SAR-дуги во время суббури

15 февраля 2018 г.

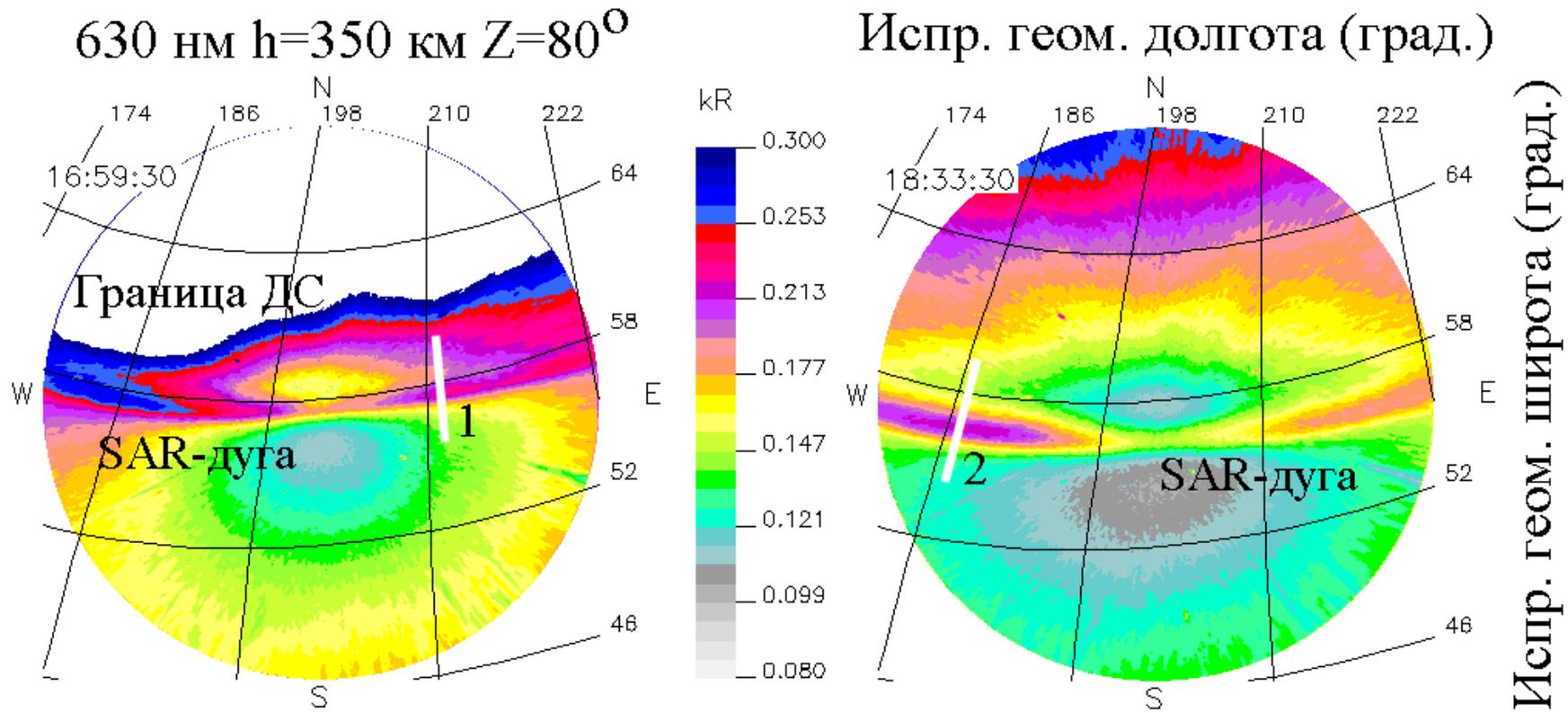


Рис. 5 Регистрация SAR-дуги во время проходов спутника Swarm-B вблизи меридиана Маймаги 15 февраля 2018 г.

Во время наблюдения спутник Swarm-B в двух проходах вблизи меридиана станции наблюдений измерял электронную температуру на высоте области F2 ионосферы.

В 16:59:30 UT Swarm-B пересекал широты наблюдения красной дуги на $\sim 9^\circ$ восточнее, а в 18:33:30 UT на $\sim 15^\circ$ (1 час) западнее меридиана оптических наблюдений.

Во время первого прохода спутника дуга наблюдалась через 1 минуту после начала взрывной фазы суббури. Второй проход был на фазе восстановления суббури во время затухания диффузного сияния и SAR-дуги

February 15, 2018

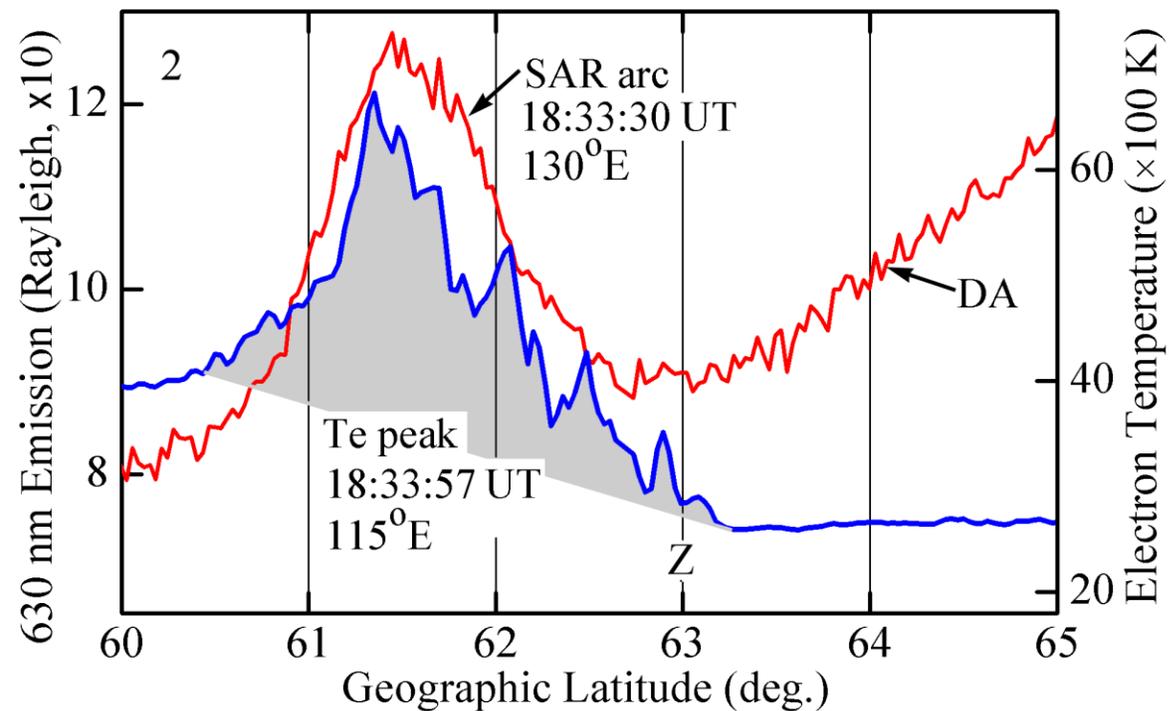
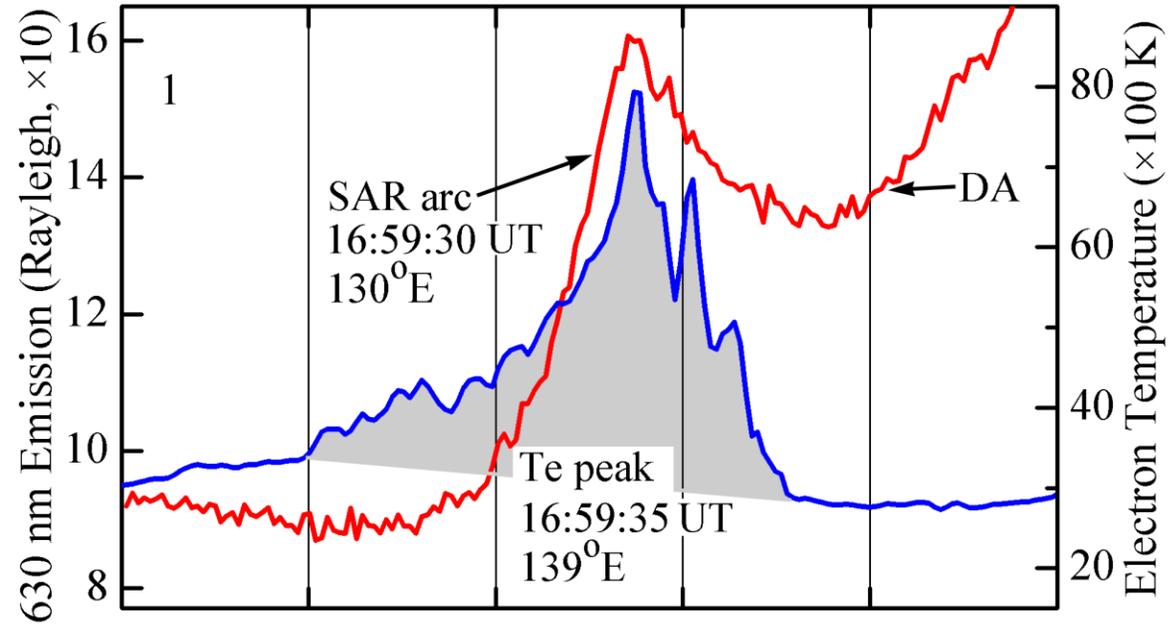


Рис. 6 Сопоставление Te пиков с наблюдениями SAR-дуги на меридиане Маймаги 15 февраля 2018 г.

Видно хорошее совпадение положения SAR-дуги с Te пиком для обоих проходов спутника.

В 16:59:30 UT полярная область красной дуги перекрывалась с диффузным сиянием, а в 18:33:30 UT широтные профили дуги и Te пика стали более подобными во время затухания диффузного сияния.

Обе сканограммы показывают рост интенсивности эмиссии 630,0 нм севернее Te пика на широтах диффузного сияния вследствие высыпаний низкоэнергичных электронов.

На широтах SAR-дуги в области Te пиков возбуждение красной линии атомарного кислорода вызывается сверхтепловыми электронами

Заключение

1. Усиление магнитосферной конвекции при длительном южном направлении B_z ММП наблюдалось в экваториальном расширении диффузного сияния. Отношение интенсивности эмиссий 557,7/630,0 нм в диффузном сиянии было $\sim 2,5$.
2. В окрестности границы диффузного сияния в эмиссии 630,0 нм началось формирование SAR-дуги до начала взрывной фазы суббури.
3. Увеличение интенсивности и экваториальное расширение SAR-дуги свидетельствовало о возникновении перекрытия энергичной плазмы с внешней плазмосферой до $L \sim 3,1$ в течение 20-30 мин после начала взрывной фазы суббури. Это указывает на существование процесса быстрого проникновения потоков энергичных ионов на L-оболочки внешней плазмосферы во время инжекции суббури.
4. Впервые рассмотрены инструментальные наблюдения возникновения лучей на экваториальной границе диффузного сияния в эмиссии 557,7 нм и появление выступов свечения на полярном крае красной дуги. Лучи сияния наблюдались только в зеленой линии атомарного кислорода, что указывает на среднюю энергию высыпающихся электронов > 2 кэВ. Лучи на экваториальной границе диффузного сияния возникали вблизи выступов свечения на полярном крае красной дуги. Такое явление в SAR-дуге может быть обусловлено возникновением неоднородностей электронной плотности на границе внешней плазмосферы.
5. В области перекрытия диффузного сияния и SAR-дуги наблюдались пульсации свечения в эмиссии 427,8 нм (N_2^+), вызванные пульсирующим высыпанием энергичных частиц. Пульсации, развившиеся в области зенита станции наблюдений, протекали в интервале частот 0,02-0,8 Гц.
6. Спутник Swarm-B зарегистрировал Те пики на широтах SAR-дуги в двух проходах вблизи меридиана станции наблюдений. Данные измерений электронной температуры верифицируют наземные наблюдения SAR-дуги.