



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”
7 сентября 2022 г, Иркутск, Россия

Моделирование параметров тонких токовых слоев в ближнем хвосте магнитосферы Земли и Юпитера

Сецко П.В.¹, Мингалев О.В.¹, Артемьев А.В.^{2,3}, Мельник М.Н.¹

¹ Полярный Геофизический Институт, Апатиты, Россия

² Институт Космических Исследований, Москва, Россия

³ Department of Earth, Planetary, and Space Science, UCLA, LA, USA



Введение

Формирование, эволюция и распад тонкого токового слоя в ближнем хвосте магнитосферы Земли является важной частью динамики магнитосферы, соответственно знание параметров ТТС позволит лучше понимать его устойчивость, ведь устойчивость и сценарий распада ТТС во многом зависит от конфигурации перед распадом

Цель

Целью данной работы является изучение влияния тяжелых ионов, которые при определенных условиях могут вносить значительный вклад в формирование ТС

Observations of Atomic Oxygen (O^+) in the Earth's Magnetotail

L. A. FRANK, K. L. ACKERSON, AND D. M. YEAGER

Department of Physics and Astronomy, University of Iowa, Iowa City, Iowa 52242

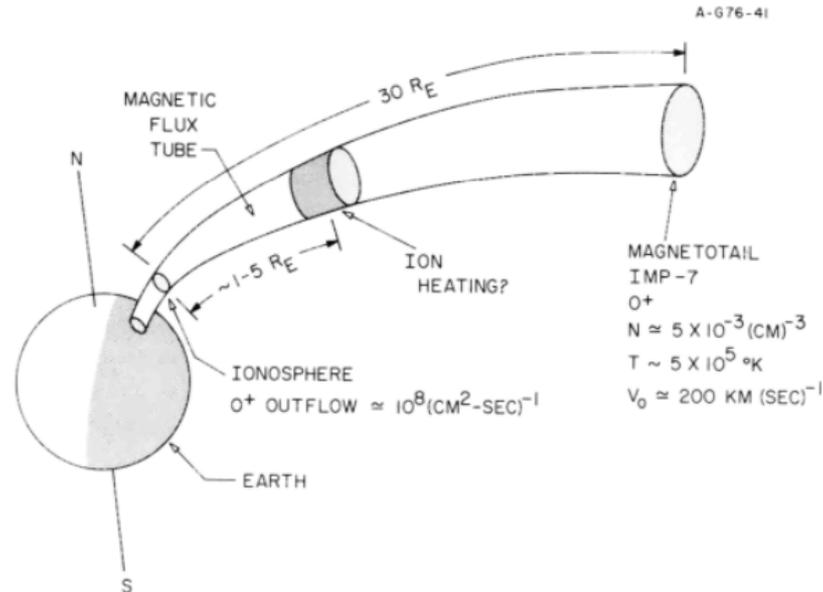
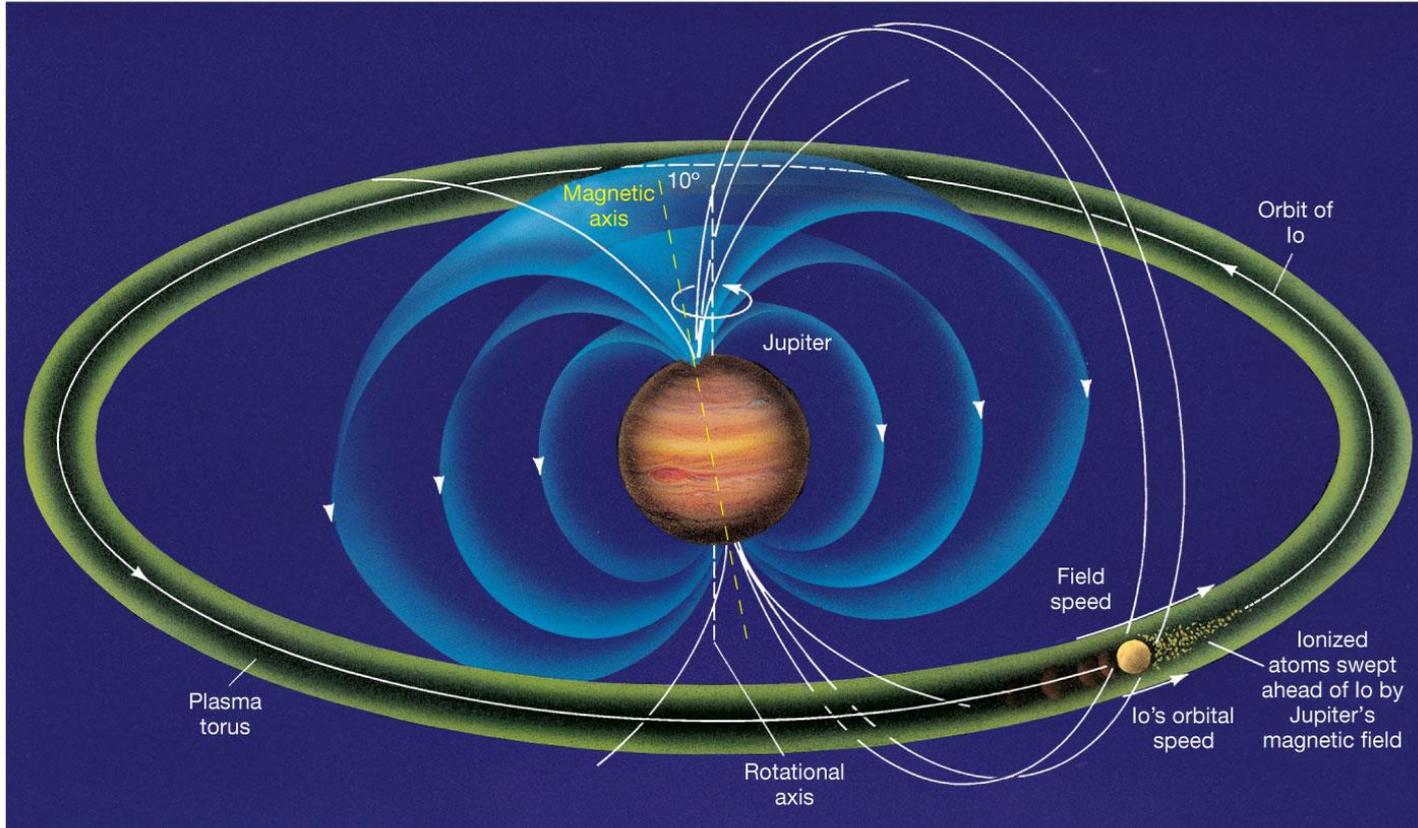
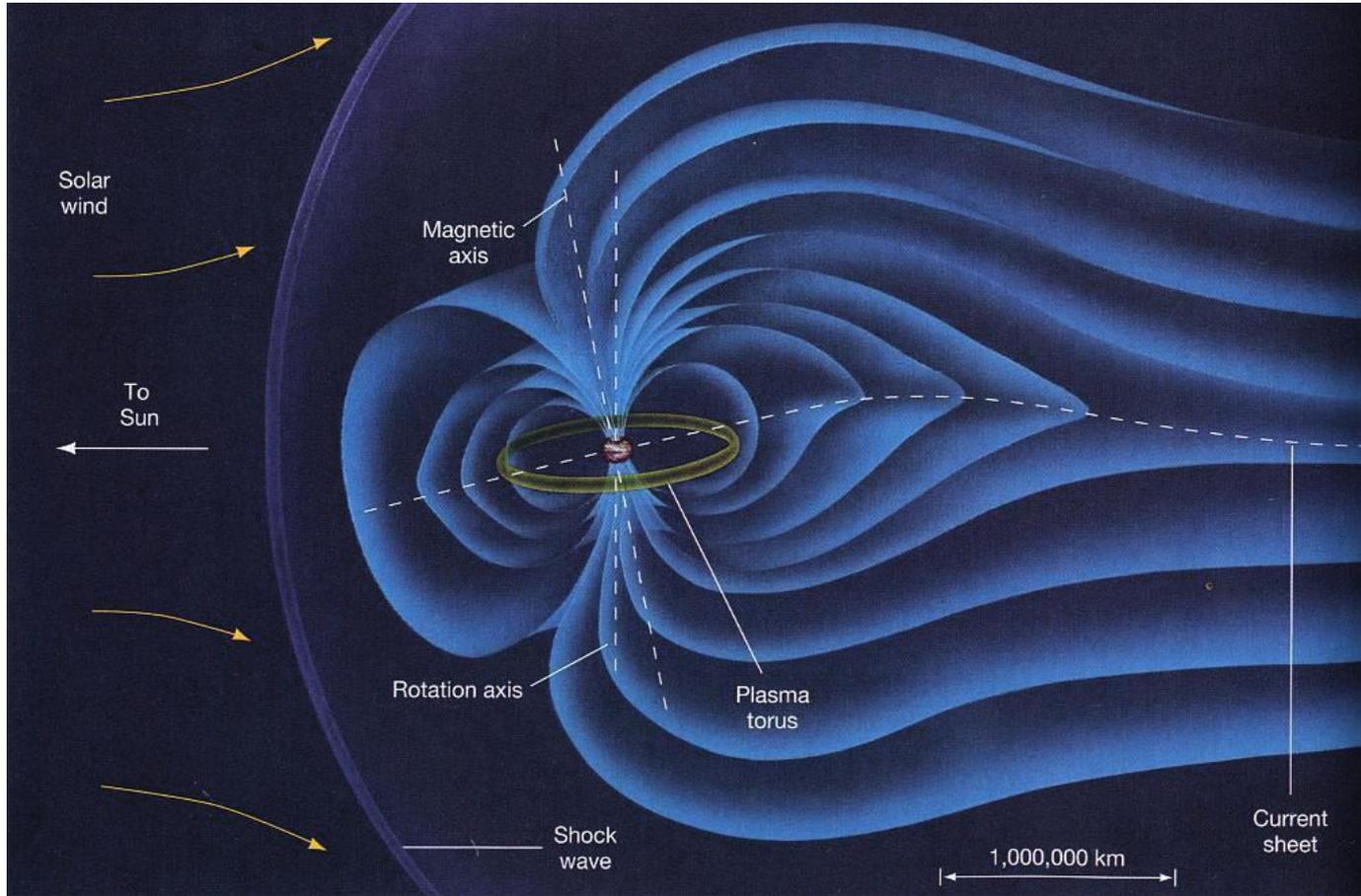


Fig. 3. Diagram summarizing major features of O^+ ion distributions as observed in the distant magnetotail.

Орбита Ио



Магнитосфера Юпитера



Стационарная модель тонкого токового слоя

- 1D3V - одномерная по пространству и в каждой точке пространства трехмерная по скоростям

$$\mathbf{B}(z) = B_x(z)\mathbf{e}_x + B_z\mathbf{e}_z, \quad \mathbf{j}(z) = j_y(z)\mathbf{e}_y, \quad \mathbf{E}(z) = E_z(z)\mathbf{e}_z = -\frac{d\varphi(z)}{dz}\mathbf{e}_z$$

- Для ионов решается система уравнений Власова методом характеристик
- Вклад электронов учитывается аналитически
- CUDA Fortran

MODEL OF A THIN CURRENT SHEET IN THE EARTH'S MAGNETOTAIL WITH A KINETIC DESCRIPTION OF MAGNETIZED ELECTRONS

MINGALEV O.V.*¹, MINGALEV I.V.*¹, MEL'NIK M.N.¹, SETSKO P.V.¹, MALOVA H.V.^{2,3},
ZELENYI L.M.³

¹ Polar Geophysical Institute, Kola Scientific Center, Apatity

² Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Moscow

³ Space Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

- $B_z = 2$ нТл
- $B_{x0} = 20$ нТл
- $\Delta v_\alpha = V_{T\alpha}/16$

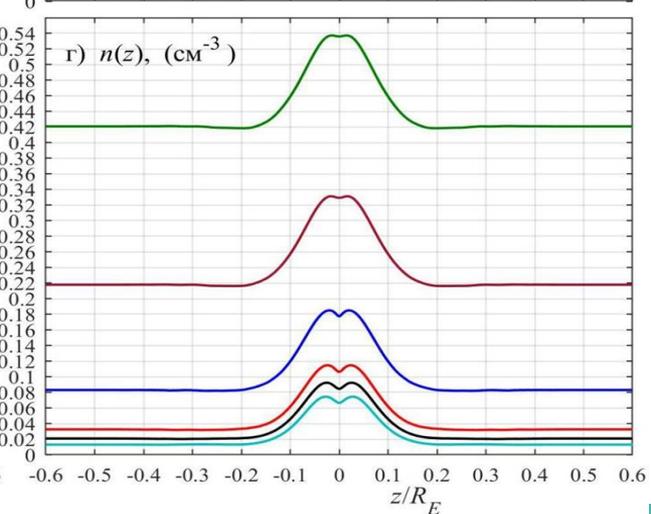
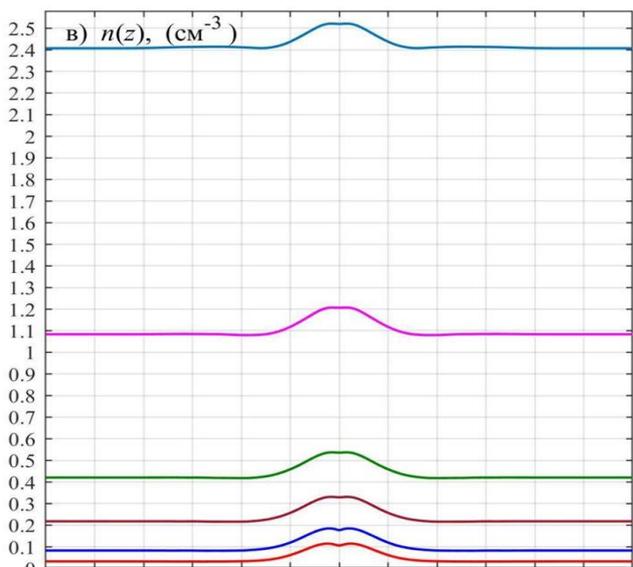
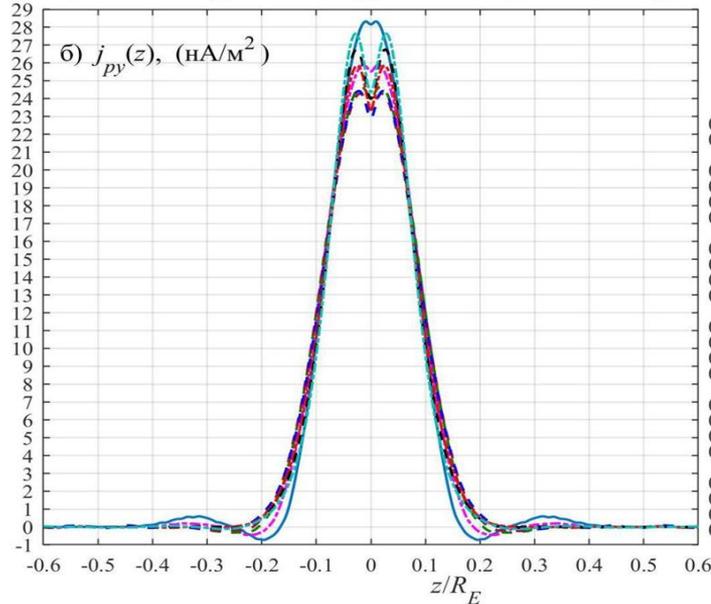
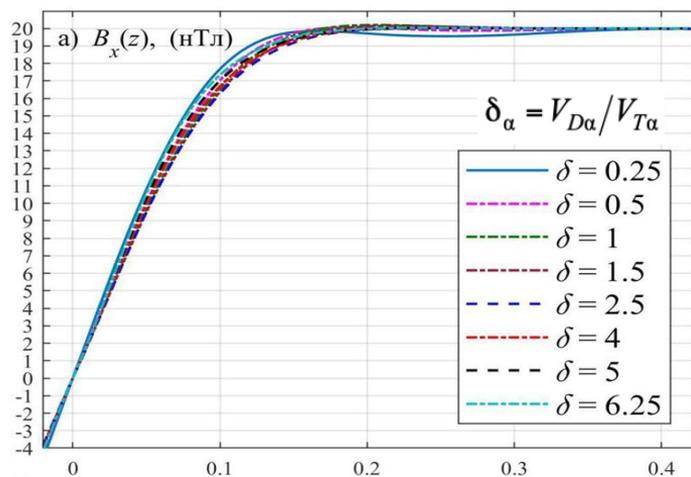
$$T_p = 4 \text{ кэВ}, T_O = 0.4 \text{ кэВ}$$

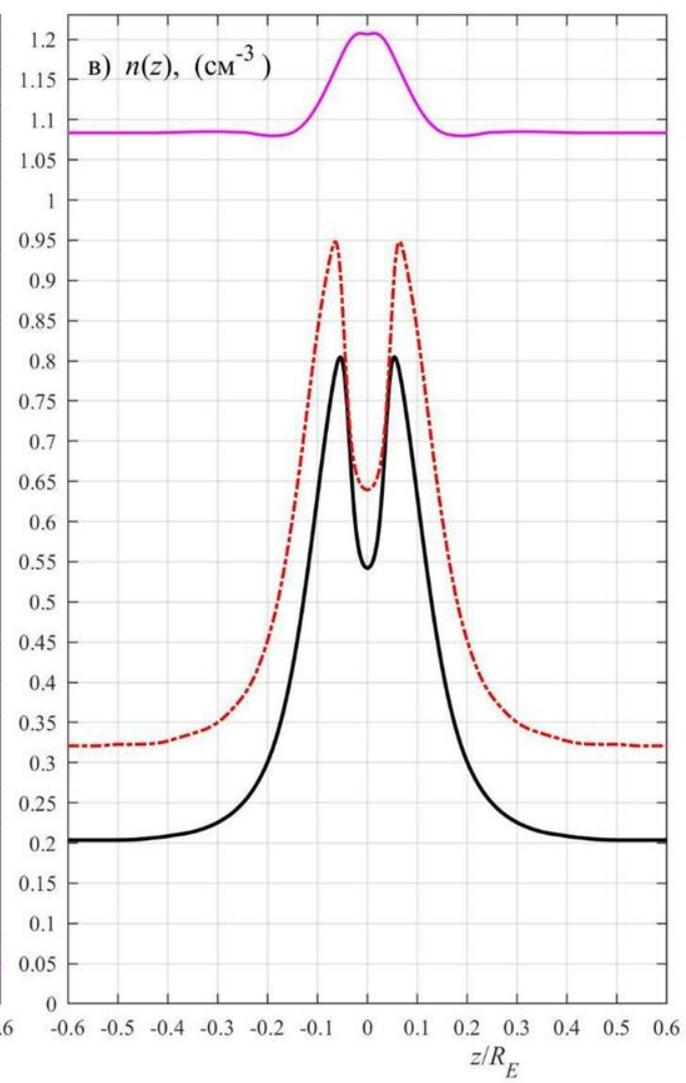
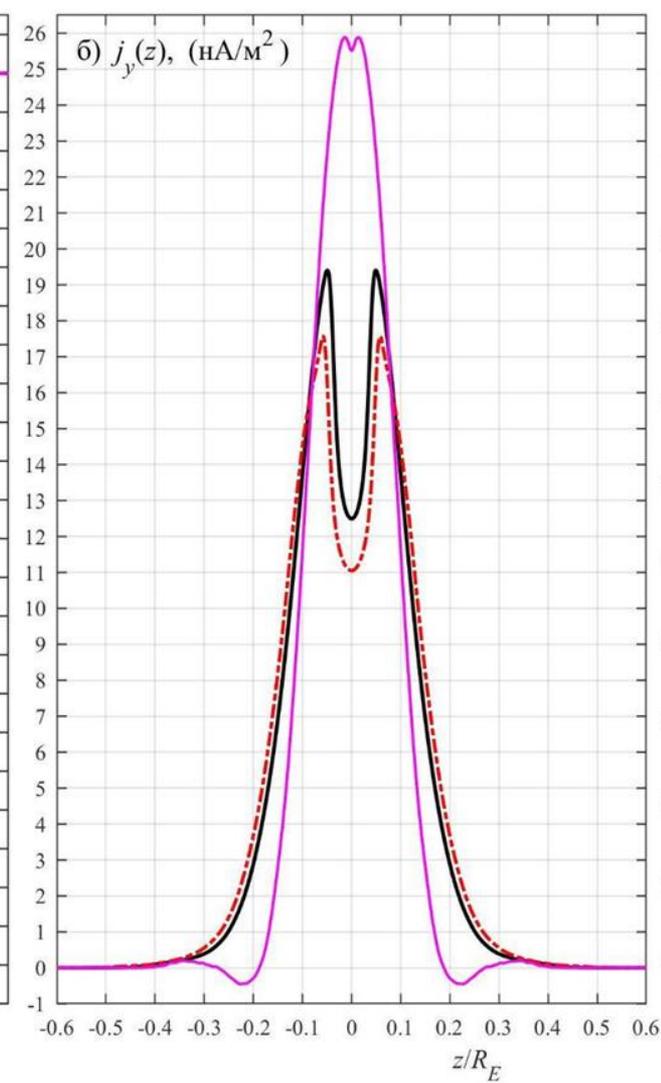
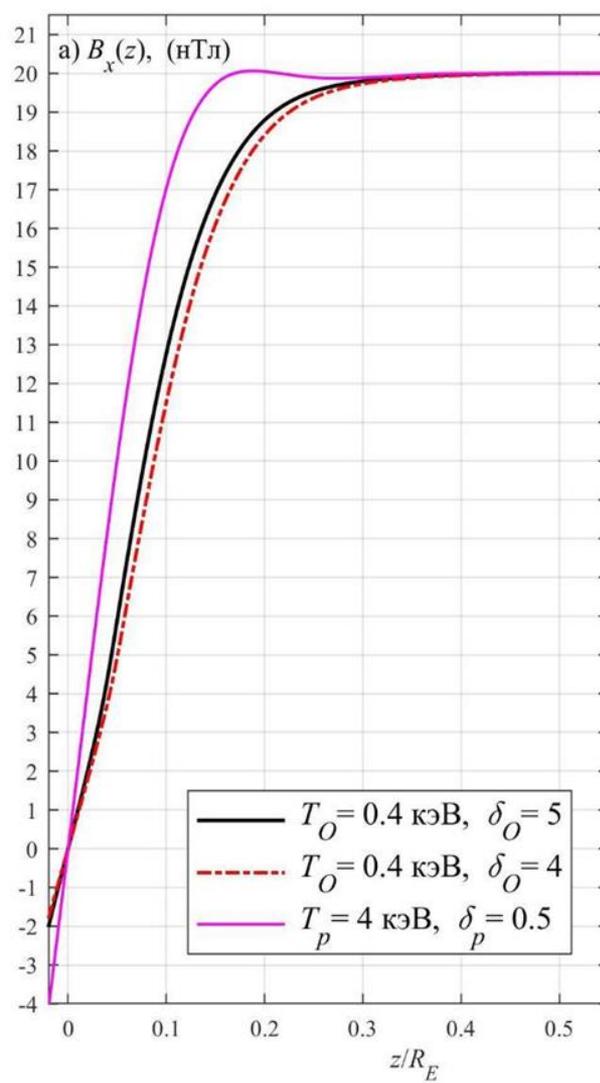
$$L = R_E = 6400 \text{ км}, \Delta z = 10 \text{ км}$$

Условия симметрии:

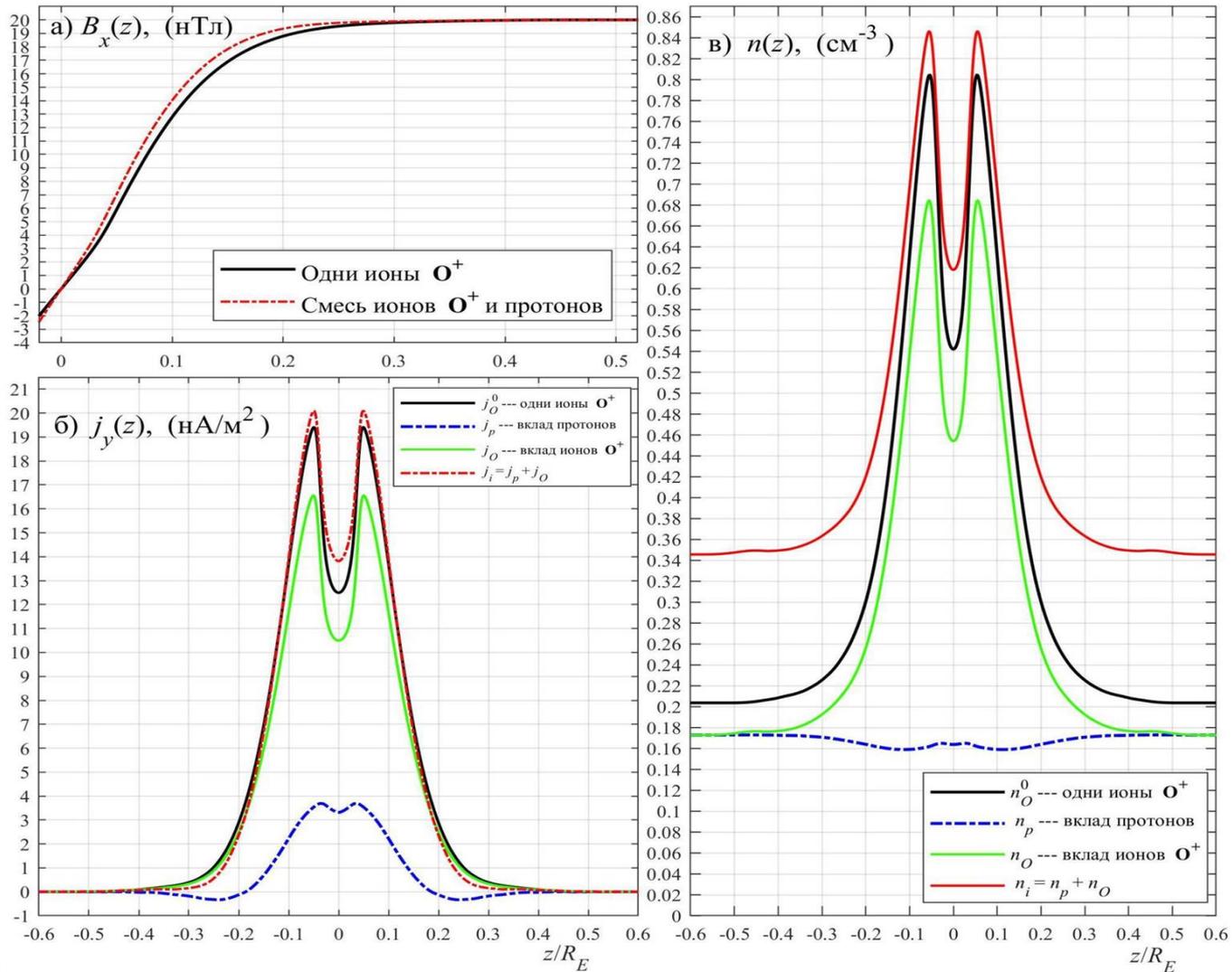
$$B_x(-z) \equiv -B_x(z), \quad E_z(-z) \equiv -E_z(z),$$

$$f_\alpha(-z, v_x, v_y, -v_z) \equiv f_\alpha(z, v_x, v_y, v_z)$$



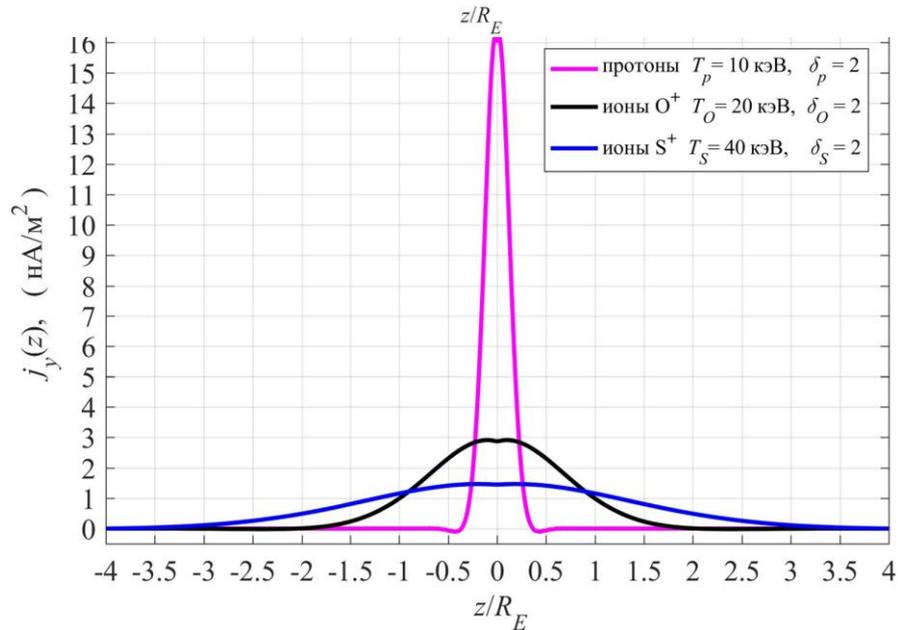
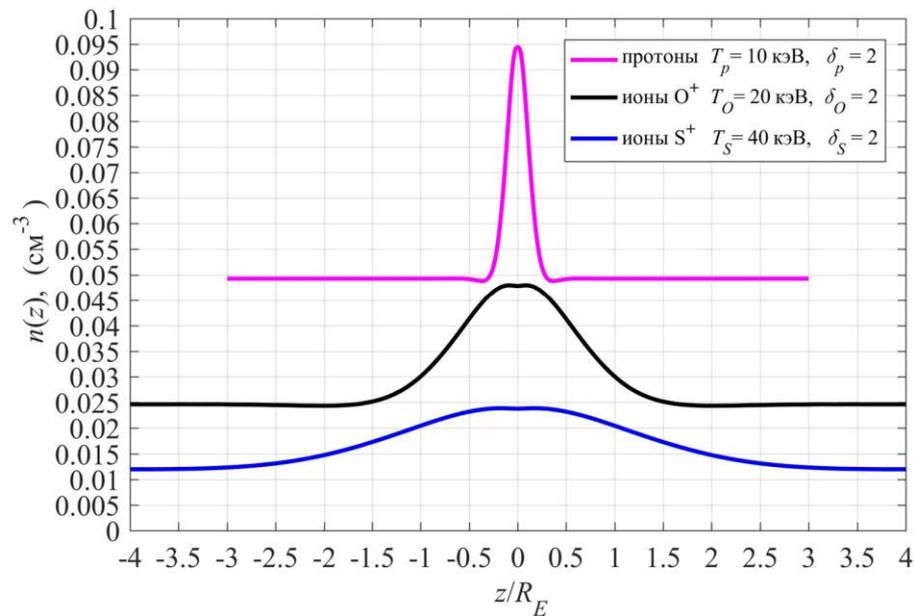
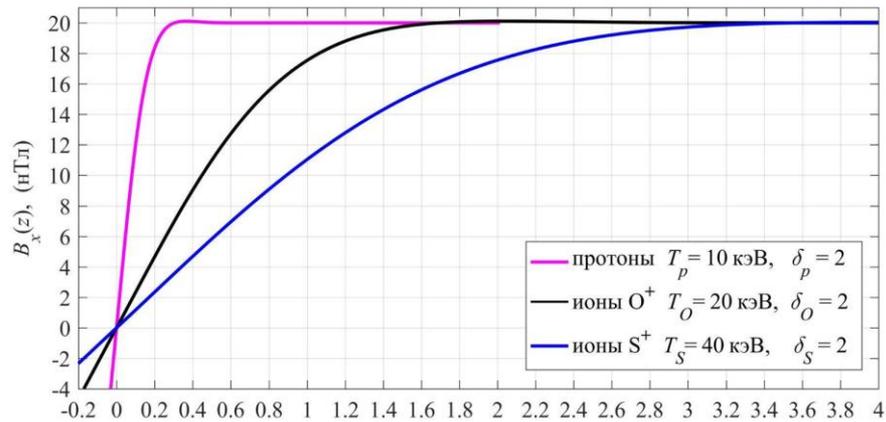


Смесь ионов кислорода и протонов с равными концентрациями на краю слоя



- $B_z = 1$ нТл
- $B_{x0} = 20$ нТл
- $\Delta v_\alpha = V_{T\alpha}/16$, где $V_T = \sqrt{eT/m}$

- 1) $T_p = 10$ кэВ, $L_p = 2R_E = 12800$ км, $\Delta z_p = 20$ км
- 2) $T_O = 20$ кэВ, $L_O = 4.5R_E = 28800$ км, $\Delta z_O = 50$ км
- 3) $T_S = 40$ кэВ, $L_S = 6.5R_E = 41600$ км, $\Delta z_S = 100$ км



Выводы

- Показана возможность образования ТС в хвосте магнитосферы Земли лишь одними ионами кислорода в возмущенных условиях
- Показано что в случае смеси ионы кислорода вносят основной вклад в ток при меньшей температуре и скоростях
- Показаны параметры ТС в ближнем хвосте магнитосферы Юпитера в случаях отсутствия или присутствия вулканической деятельности на спутнике Ио
- Подтверждены теоретические оценки зависимости полуширины ТС от гирорадиуса сорта частиц на краю слоя
- Результаты моделирования помогут лучше интерпретировать данные КА в хвосте магнитосферы Земли и Юпитера



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”
7 сентября 2022 г, Иркутск, Россия

Геоиндуцированные токи во время суперсуббурь в сентябре 2017 года

Сецко П.В.¹, Дэспирак И.В.¹, Сахаров Я.А.¹, Билин В.А.¹, Селиванов В.Н.²

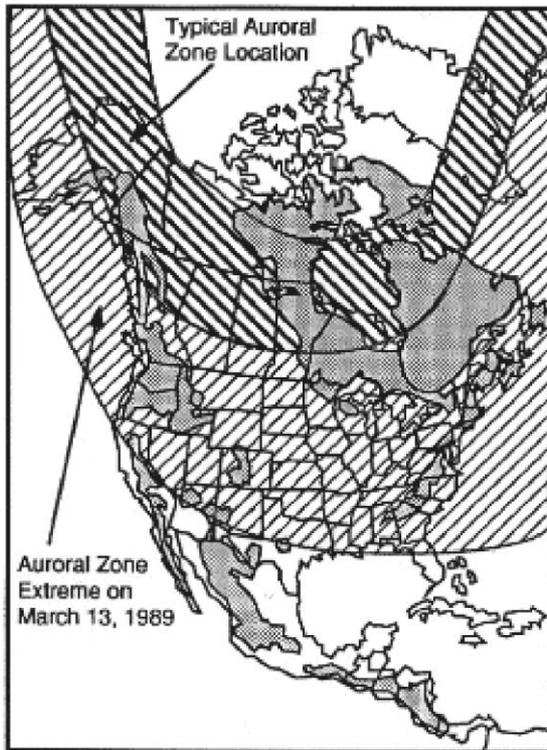
¹ Полярный Геофизический Институт, Апатиты, Россия

² Центр физико-технических проблем энергетики Севера, ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты, Россия



Геоиндуцированные токи (ГИТ)

- низкочастотные токи, текущие в наземных проводящих системах из-за быстрого изменения геомагнитного поля
- земное проявление сложной цепочки событий космической погоды
- могут вызывать блэкауты

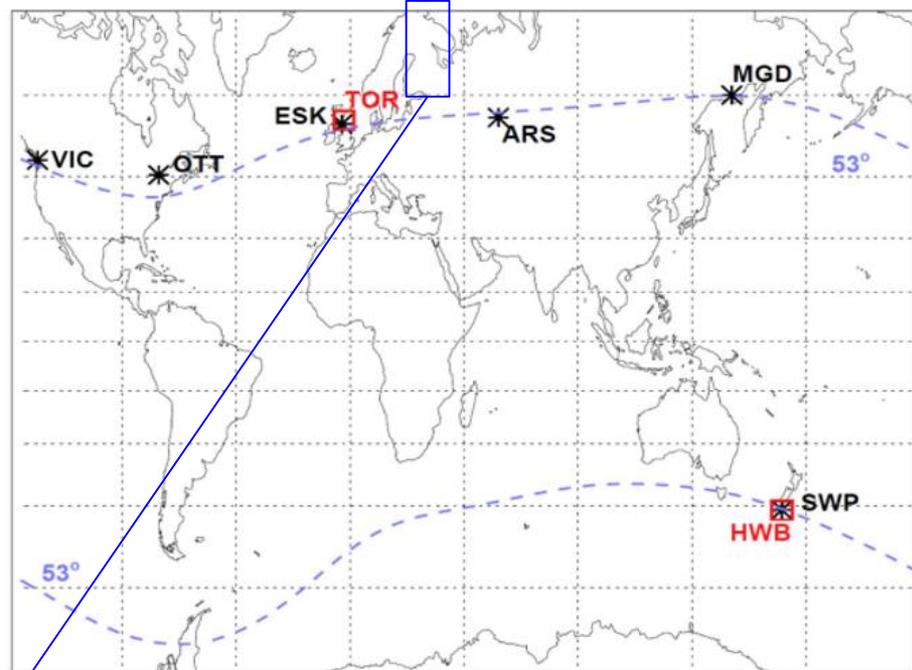
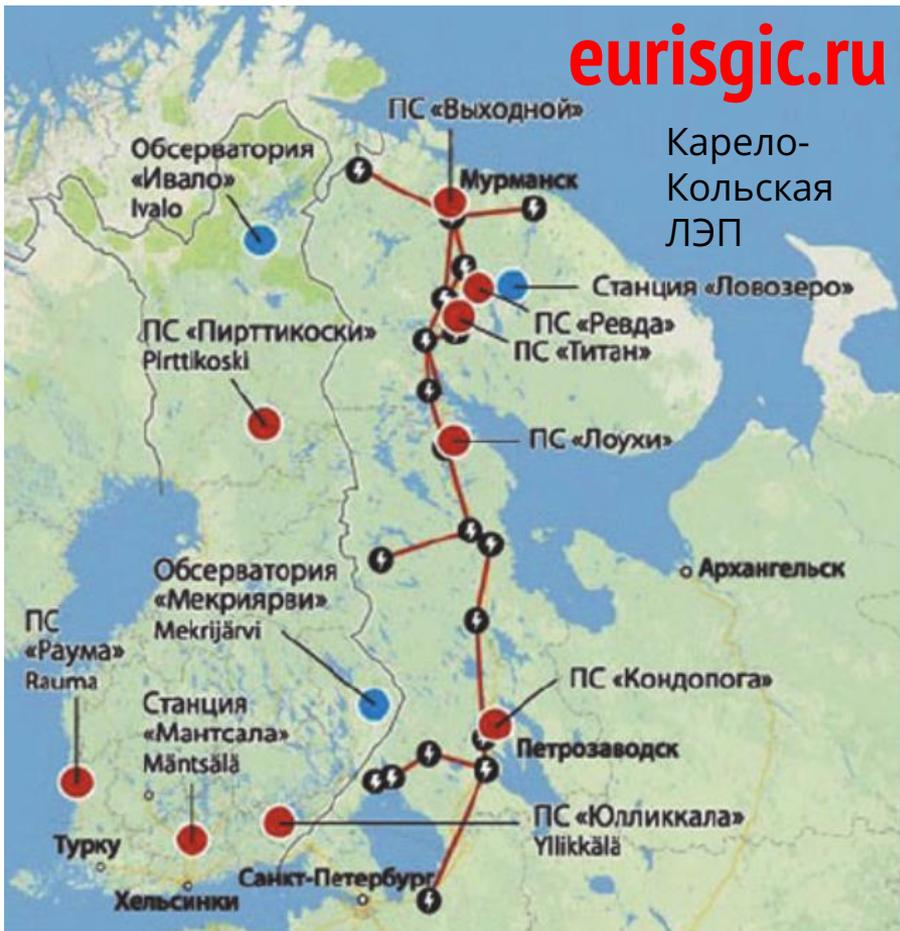


credits: AGU, www.nasa.gov



Серая область представляет собой магматическую породу. Энергосистемы в этих районах наиболее уязвимы к воздействию интенсивной геомагнитной активности, так как высокое сопротивление изверженных пород способствует протеканию ГИТов в ЛЭП, расположенных над горными породами.

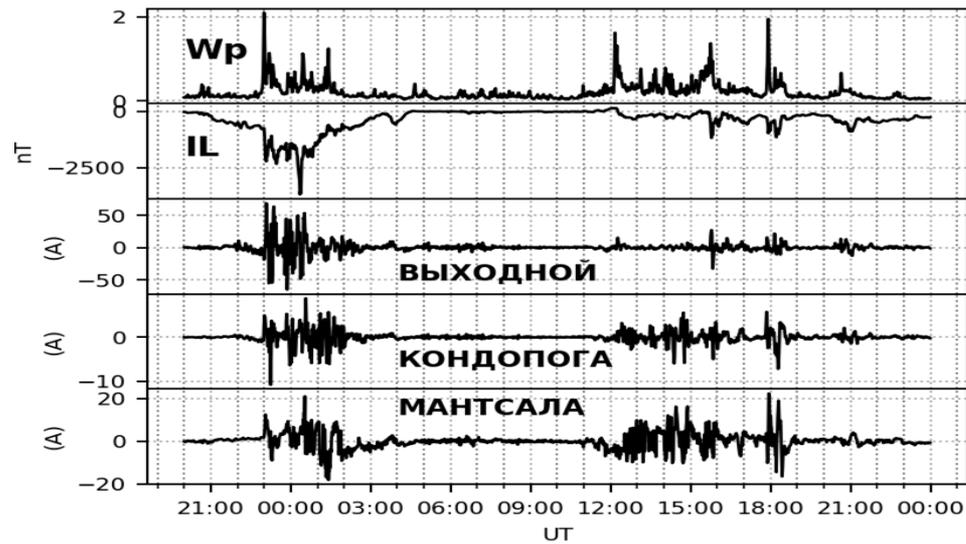
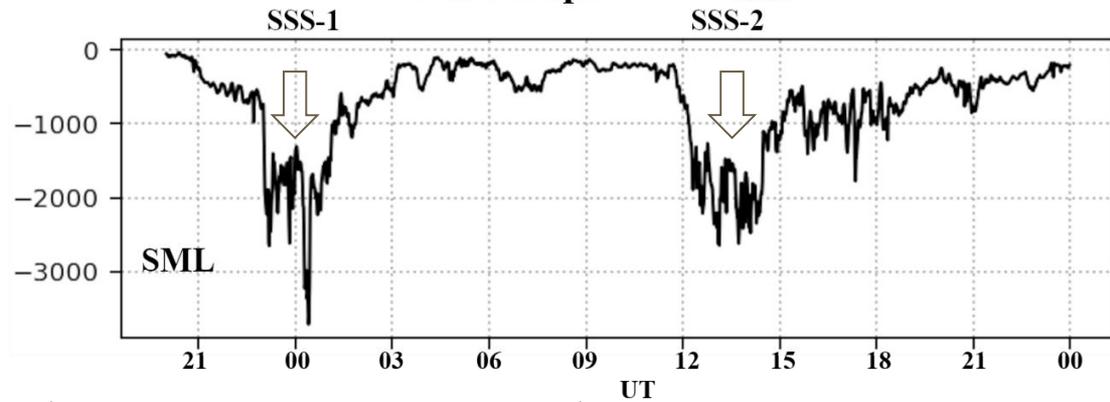
Карело-
Кольская
ЛЭП



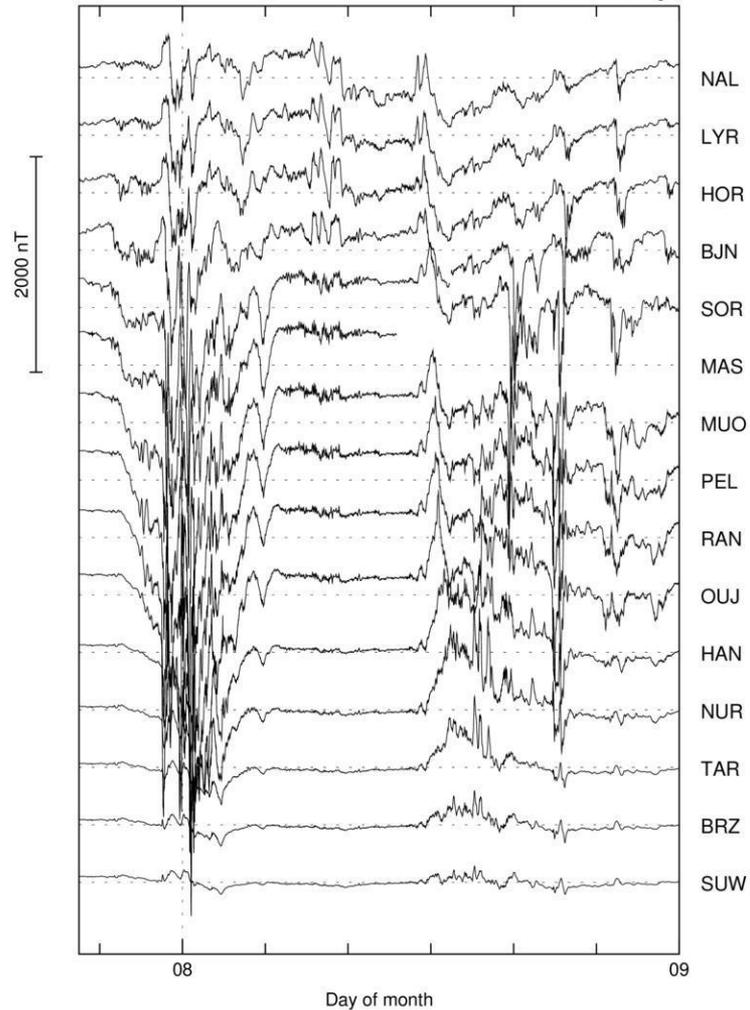
Этот рисунок и профили ГИТ на станциях HWB и TOR взяты из [Clilverd et al. 2021]

Подробнее в [Sakharov et al. 2016]

7-8 сентября 2017 года

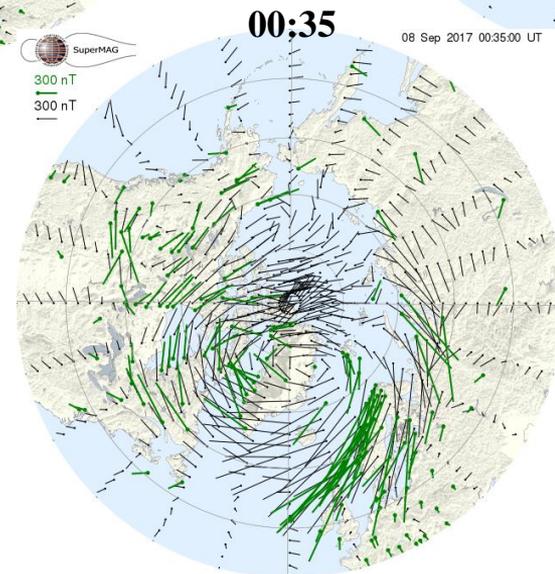
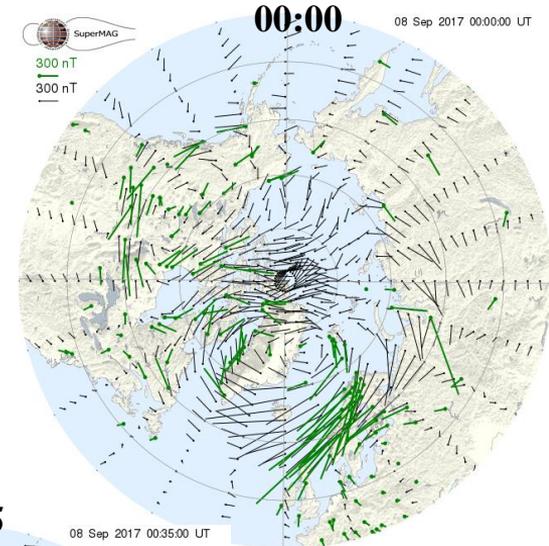
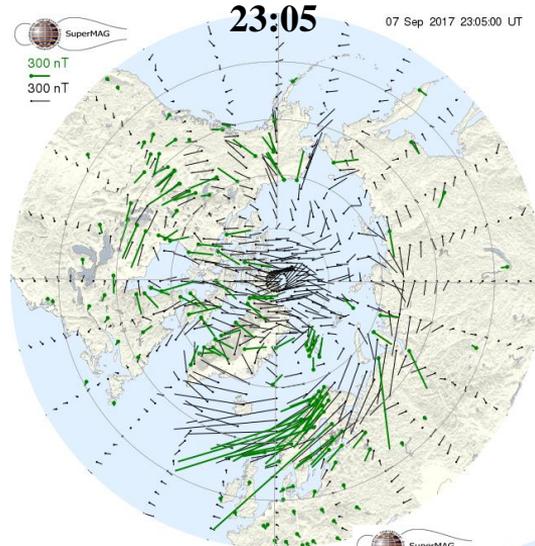
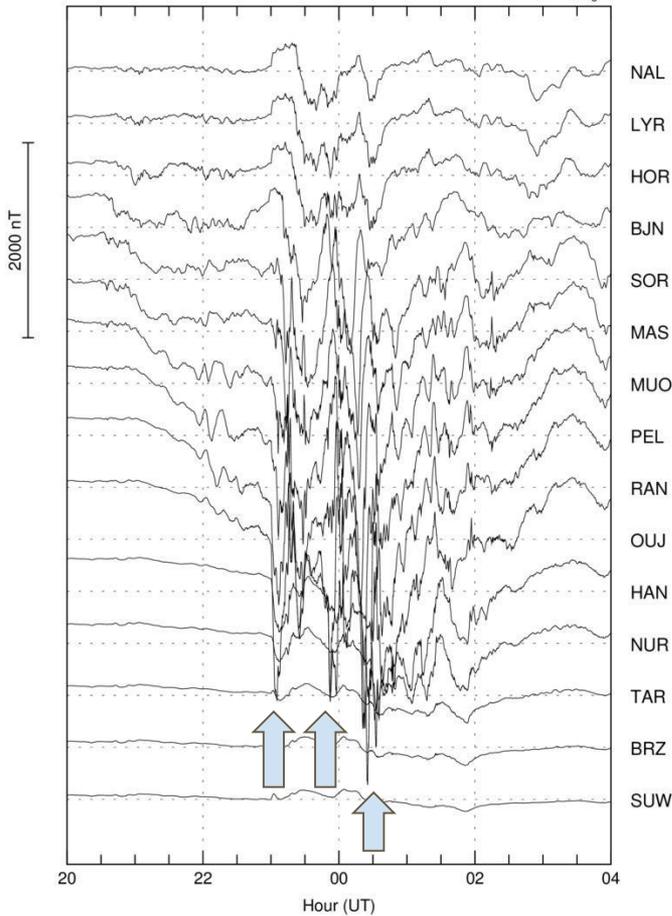


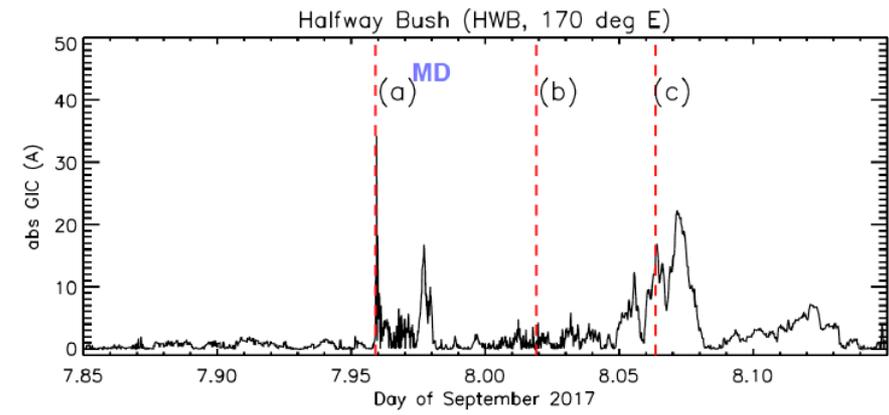
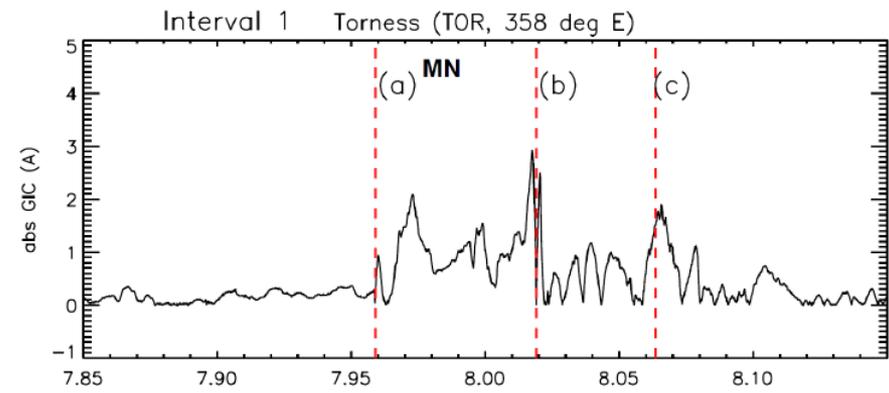
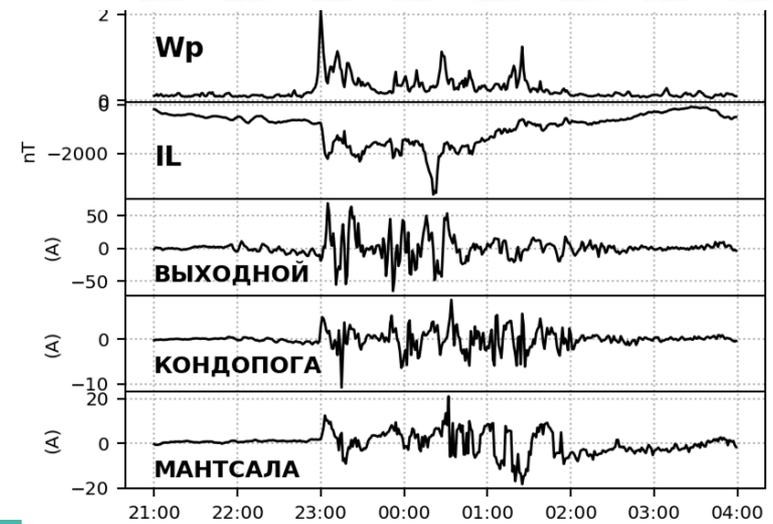
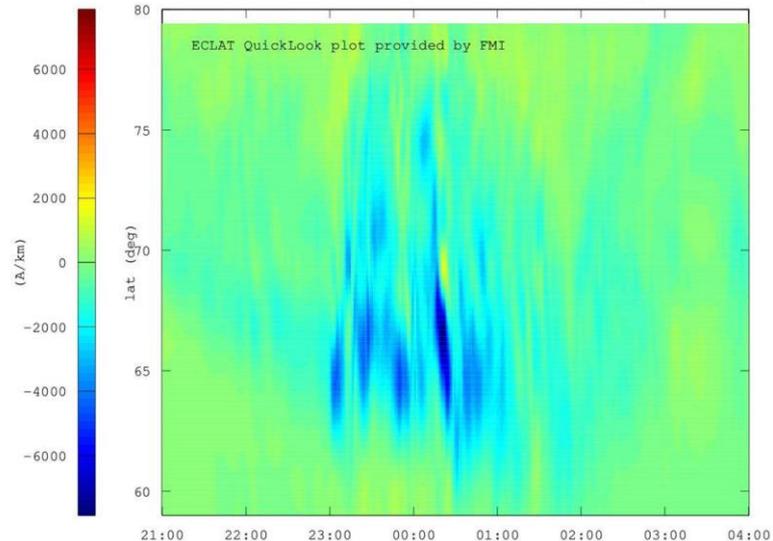
X component 2017-09-07 - 2017-09-08
10 second averages



Первый период: 21UT - 04UT

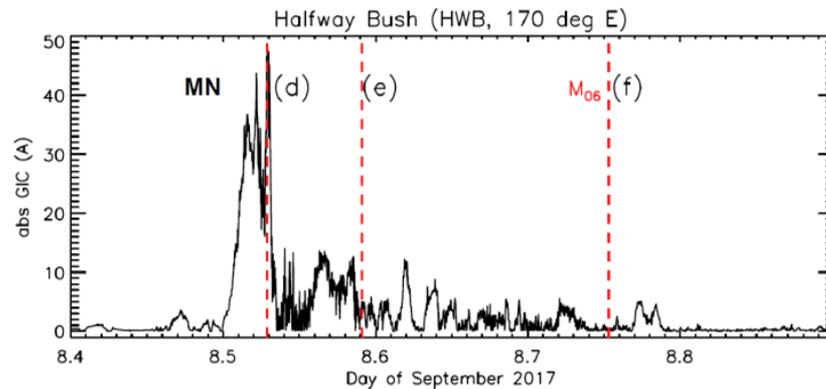
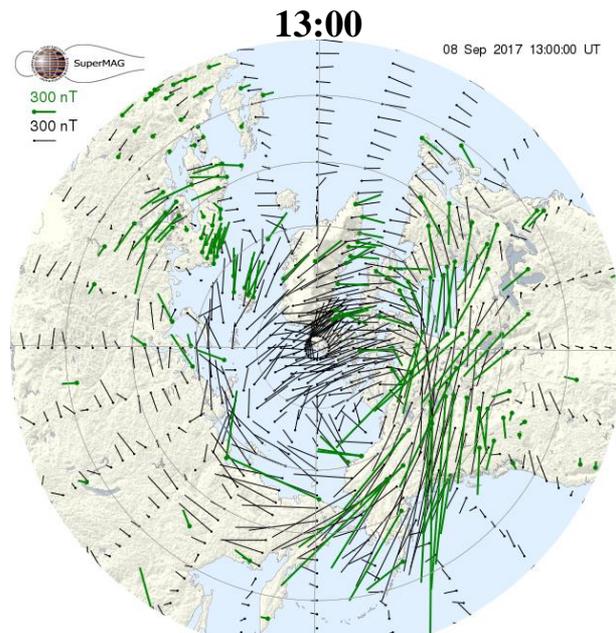
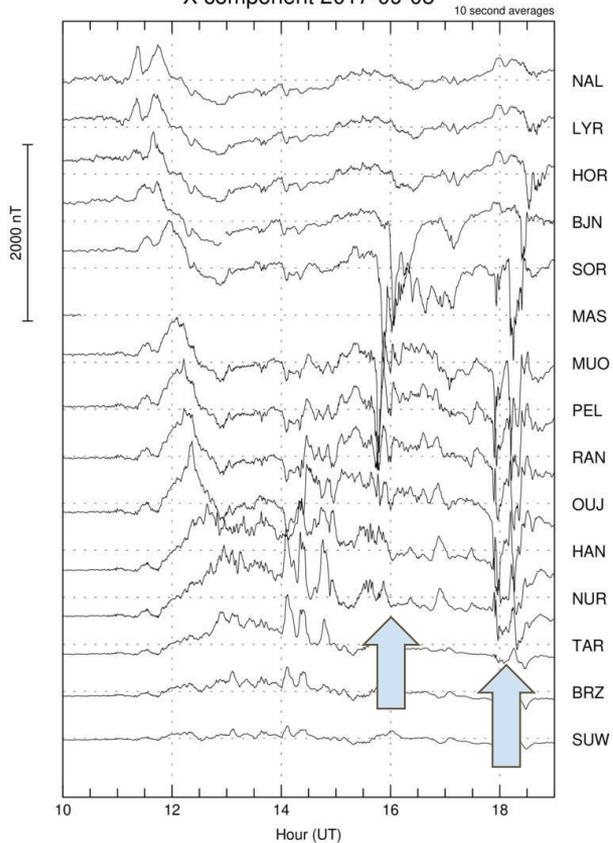
X component 2017-09-07 - 2017-09-08
10 second averages

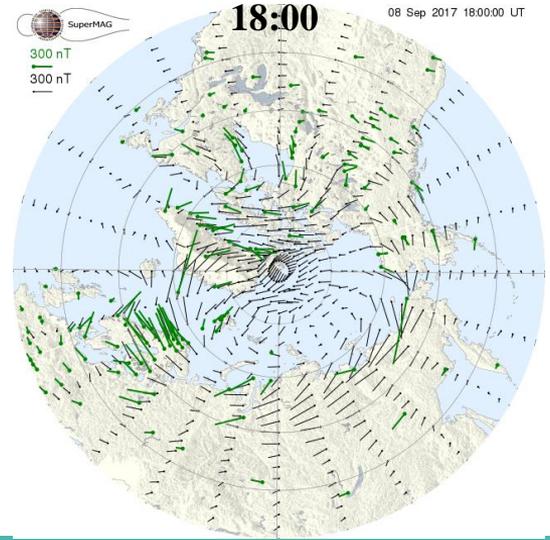
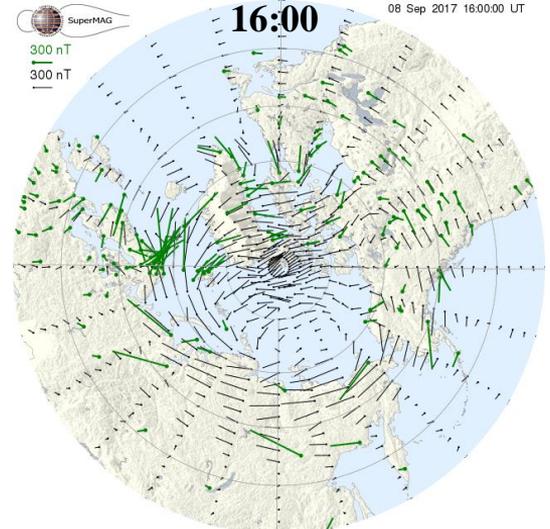
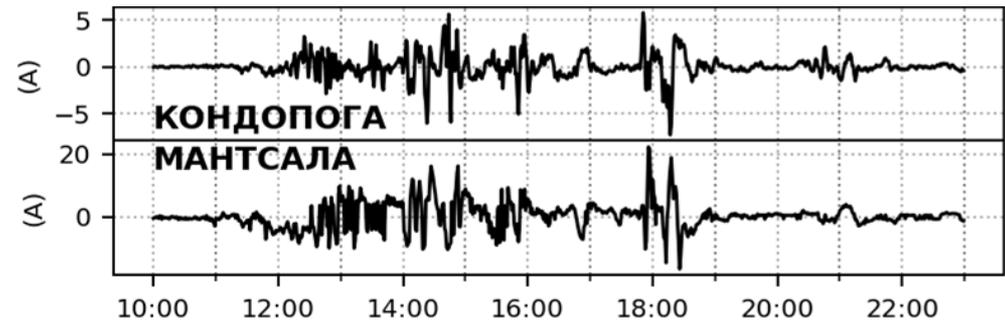
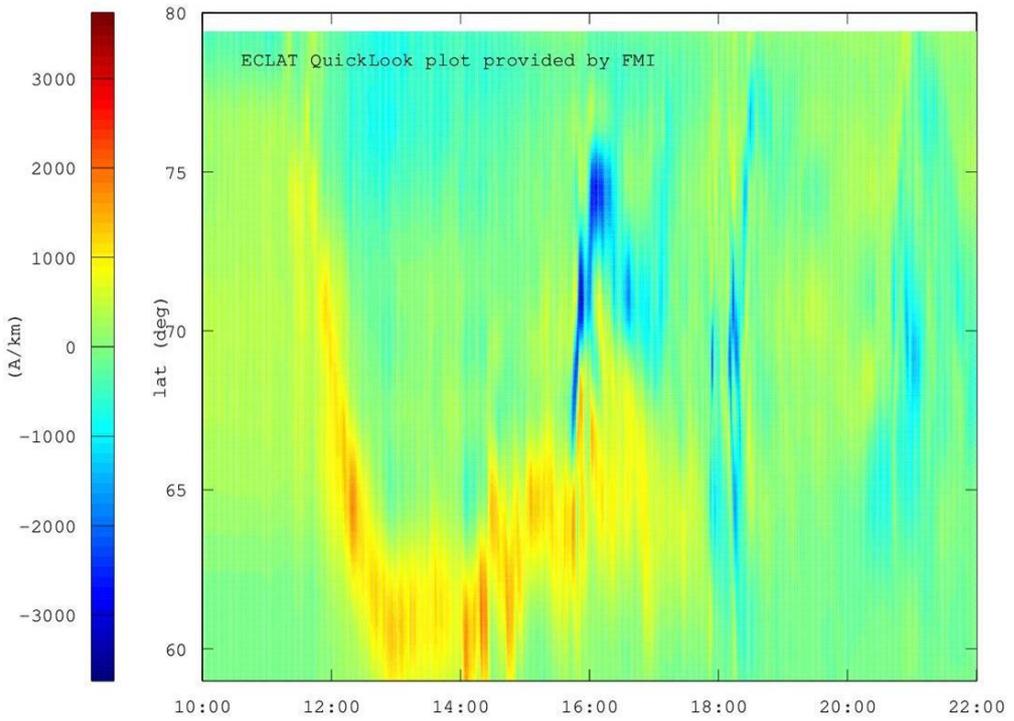


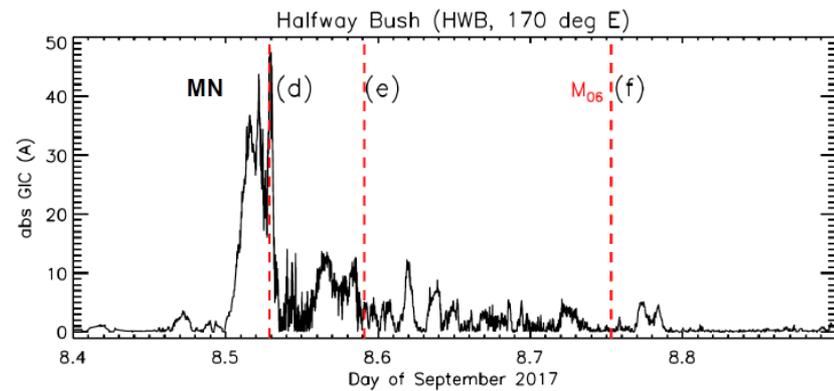
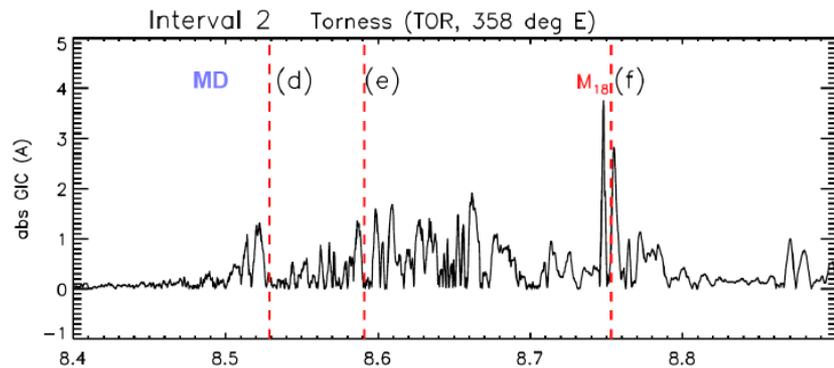
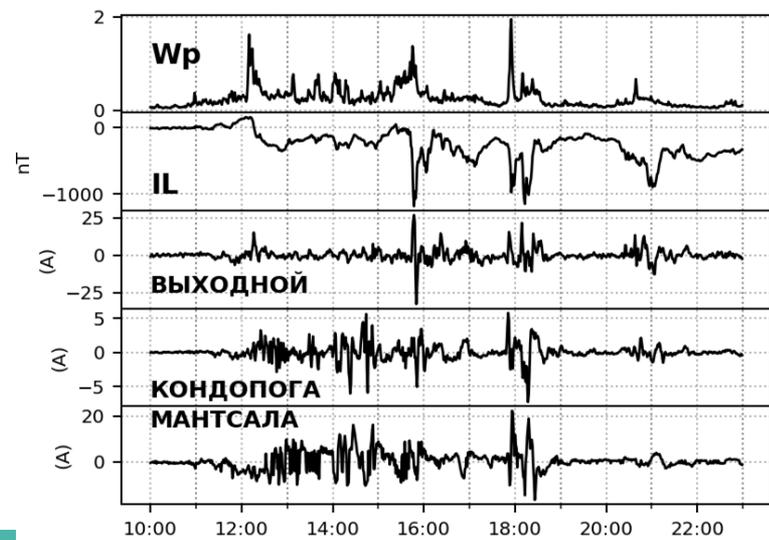
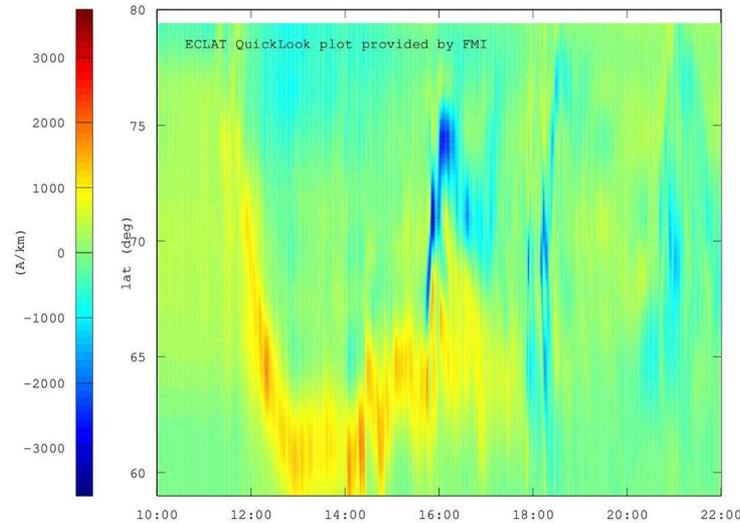


Второй период: 10UT - 22UT

X component 2017-09-08







Выводы

В рассмотренных случаях:

- продемонстрирована связь появления ГИТ на разных широтах с движением электроджета к полюсу
- показано хорошее согласие между профилями ГИТ и профилями W_p и IL индексов



**Polar
Geophysical
Institute**



**Physics
of Auroral
Phenomena** | **46 th**
Apatity
Seminar

В марте 2023 года приглашаем принять участие в 46 ежегодном Апатитском семинаре «Физика авроральных явлений»

Тематические секции семинара:

1. Геомагнитные бури и суббури
2. Поля, токи и частицы в магнитосфере
3. Волны, взаимодействие волн и частиц
4. Солнце, солнечный ветер, космические лучи
5. Ионосфера и верхняя атмосфера
6. Нижняя атмосфера, озон
7. Гелиобиосфера

Информация о точных сроках проведения семинара будет размещена по адресу:

<http://pgia.ru/seminar/>

