

СТРУКТУРА АВРОРАЛЬНЫХ ВЫСЫПАНИЙ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ ПГИ

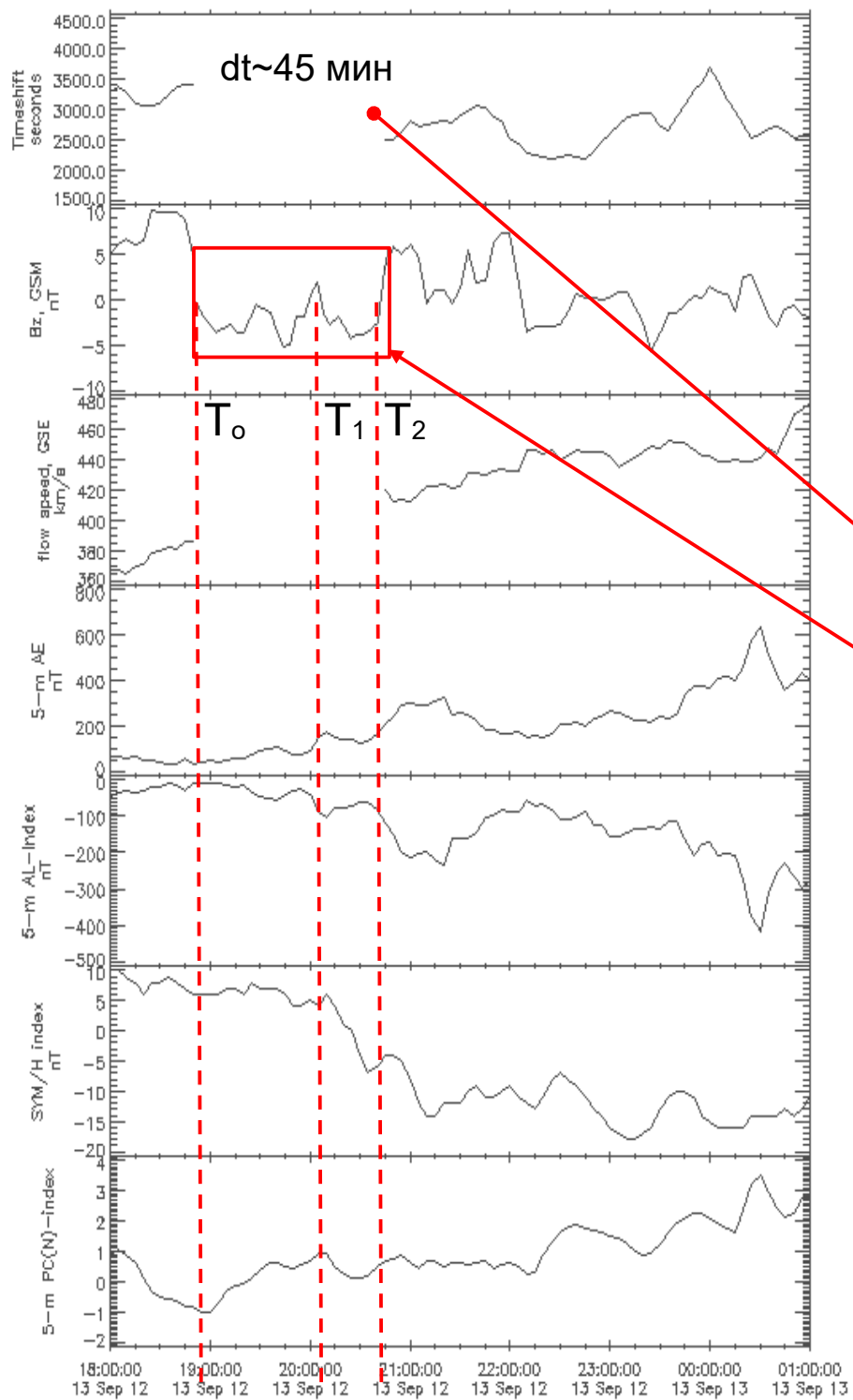
Козелов Б.В., Воробьев В.Г., Титова Е.Е., Попова Т.А.

Полярный геофизический институт
Апатиты, Мурманская область, Россия

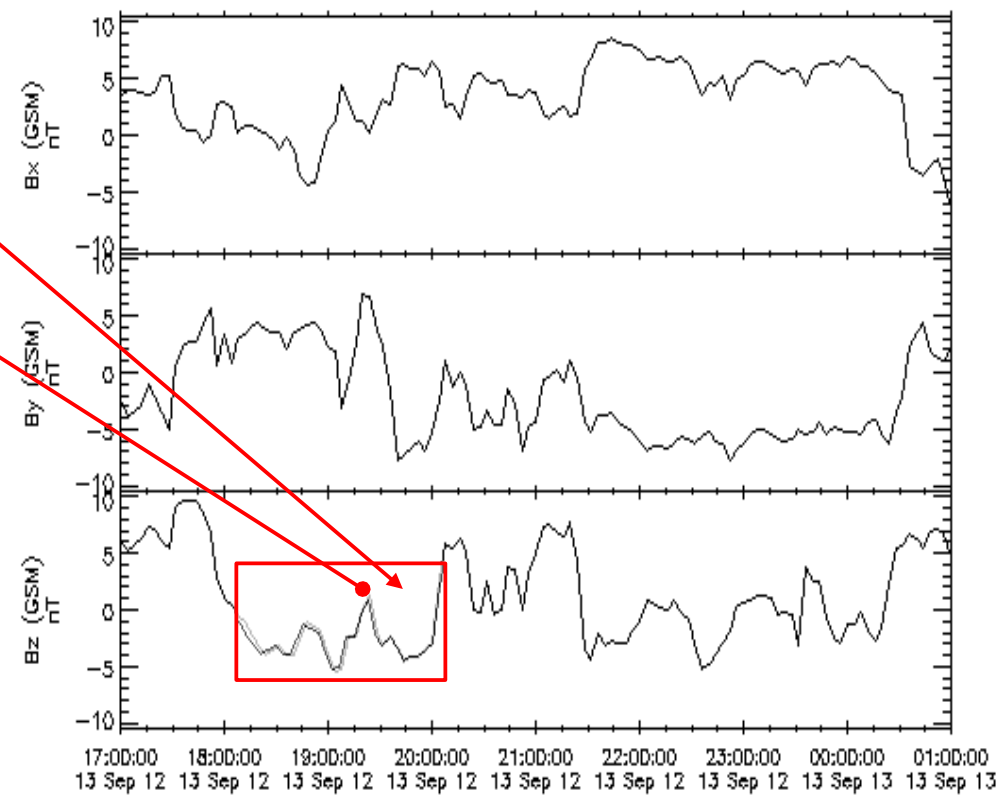
E-mail: boris.kozelov@gmail.com

Аннотация

- В докладе по данным высокоширотных наблюдений Полярного геофизического института проанализирован несколько типичных авроральных событий разного масштаба в различных секторах MLT. Используются данные авроральных камер в г. Апатиты, полигоне Верхнетуломский и обсерватории Ловозеро. События привязаны к параметрам солнечного ветра, физическим магнитосферным доменам и границам, фазе магнитосферного возмущения. Определены характеристики пространственной структуры полярных сияний в отобранных событиях: доминирующие масштабы, показатели скейлинга, динамическая оценка степеней свободы.
- Работа поддержана грантом РФФИ и Министерства образования и науки Мурманской области №22-12-20017 «Пространственно-временные структуры в околоземном космическом пространстве Арктики: от полярных сияний через особенности самоорганизации плазмы к прохождению радиоволн».

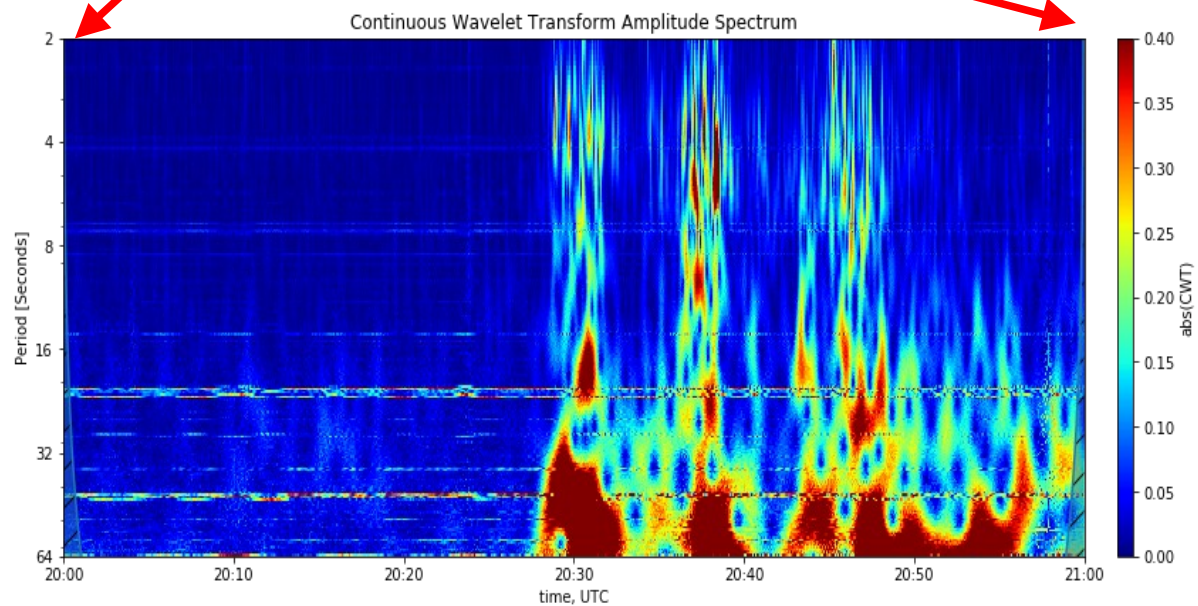
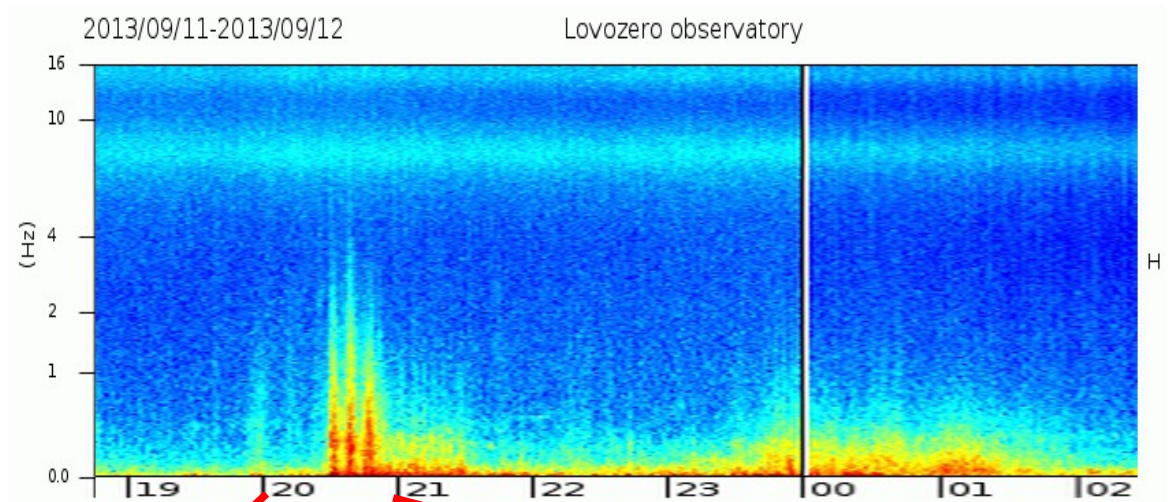
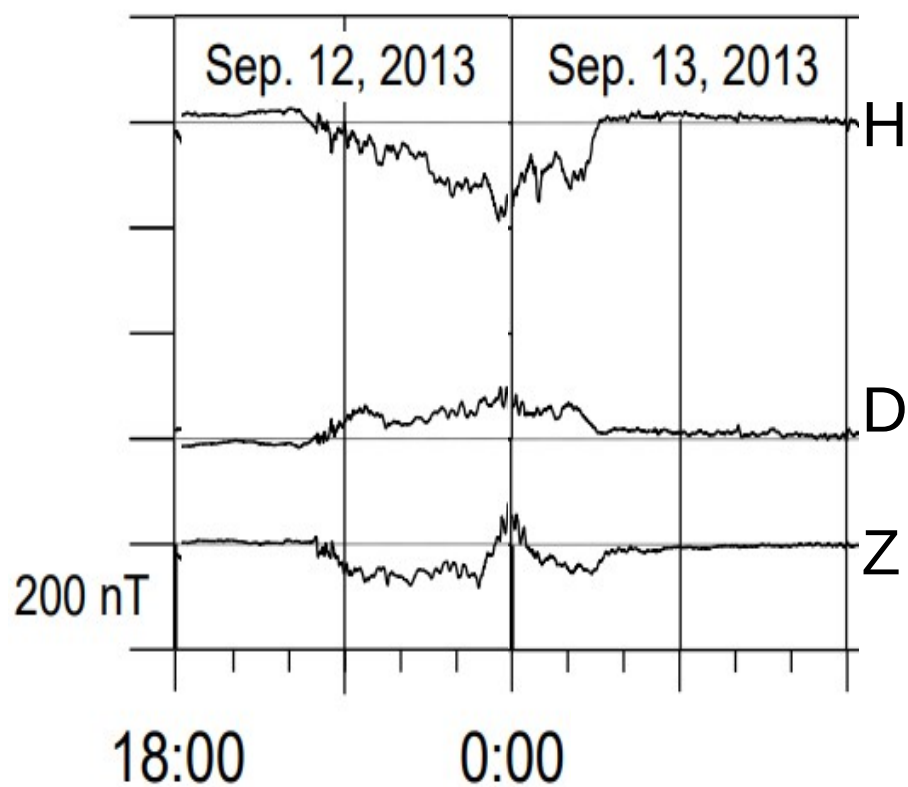


Случай 12-13 сентября 2013 г.



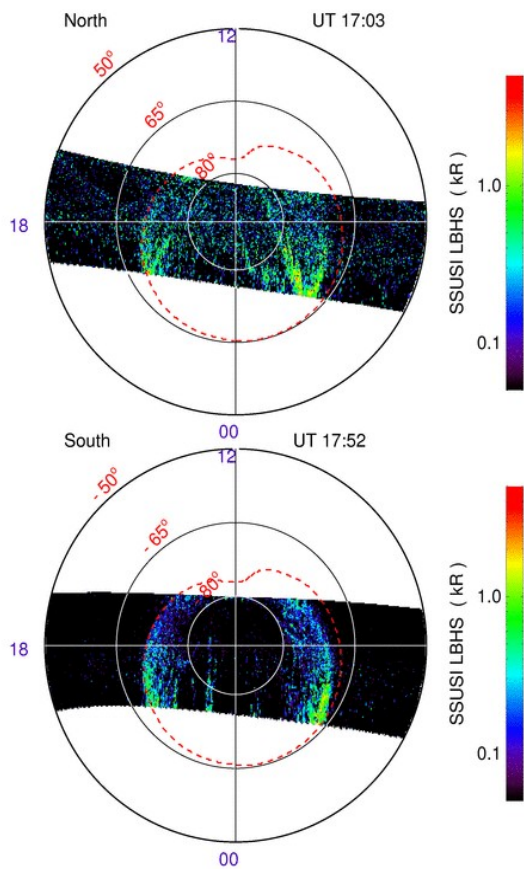
Заполнение пробела в данных OMNI.
 Определение характерных моментов.

Магнитные измерения в Ловозеро



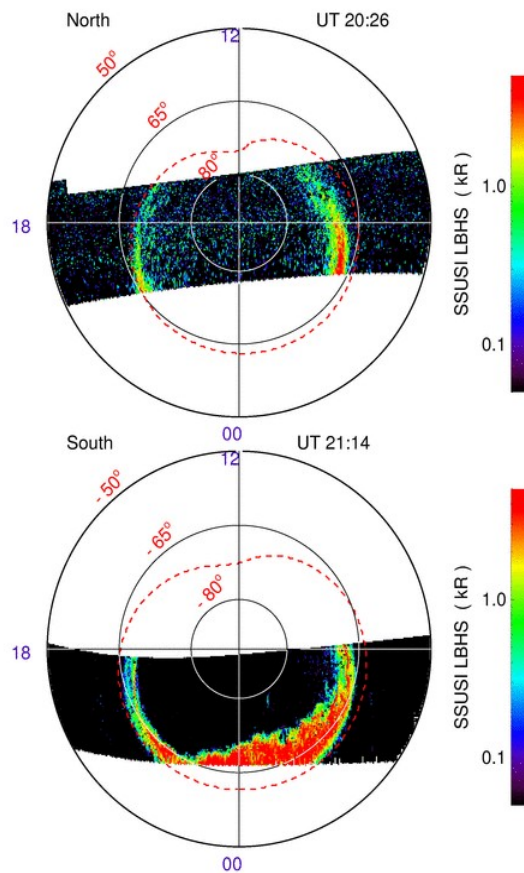
Овал со спутников DMSP

September 12, 2013 DOY:255 Orbit: 35373(DMSPF17)



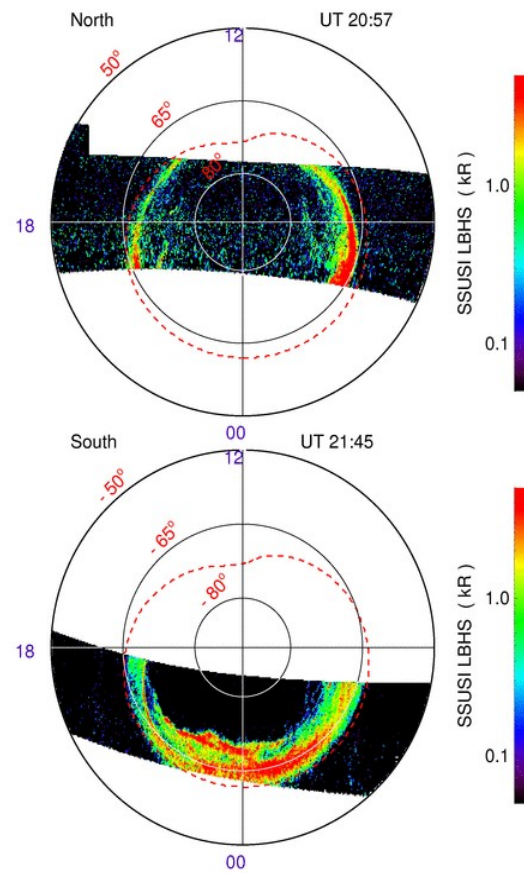
Транспольярные дуги при $B_z > 0$

September 12, 2013 DOY:255 Orbit: 35375(DMSPF17)



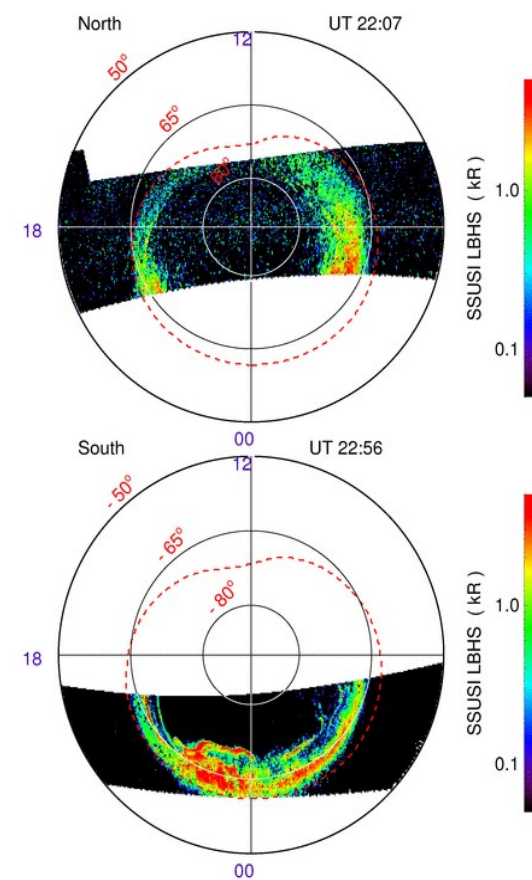
Фаза расширения

September 12, 2013 DOY:255 Orbit: 51096(DMSPF16)



«Двойной овал»

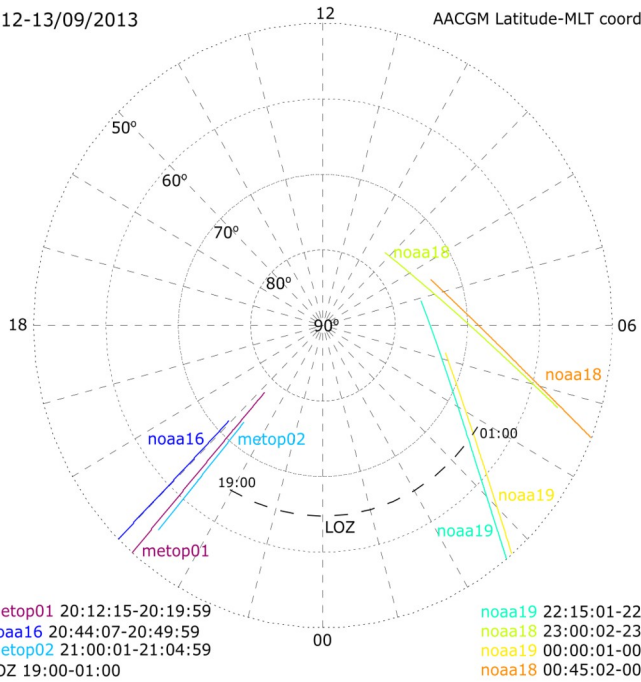
September 12, 2013 DOY:255 Orbit: 35376(DMSPF17)



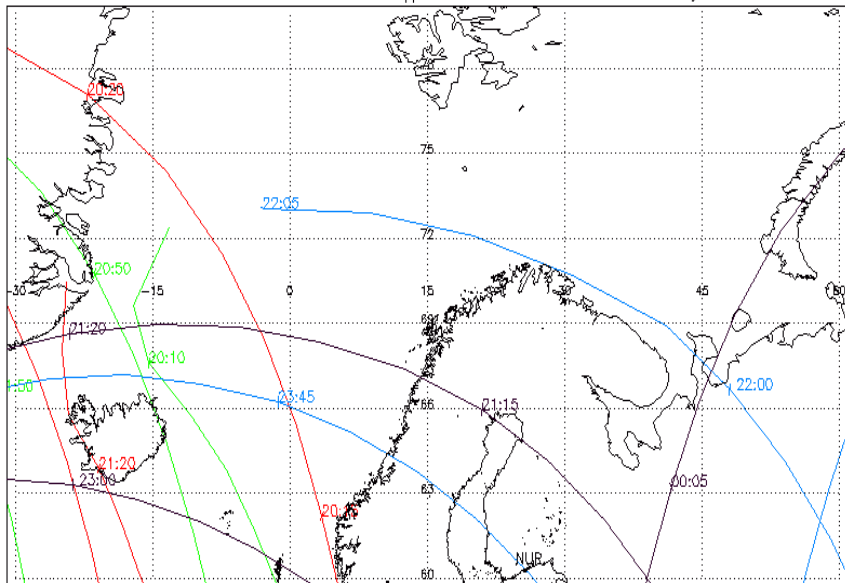
Пульсирующие пятна

Границы овала по данным NOAA и МЕТОР

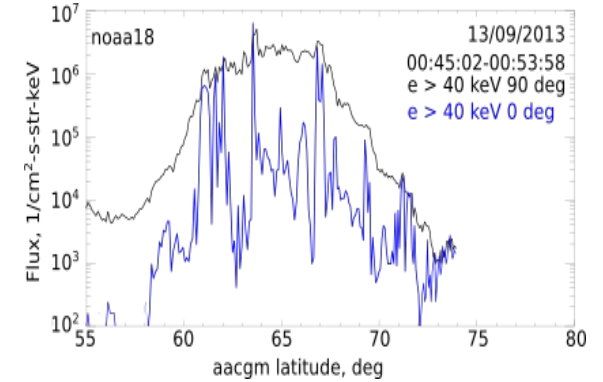
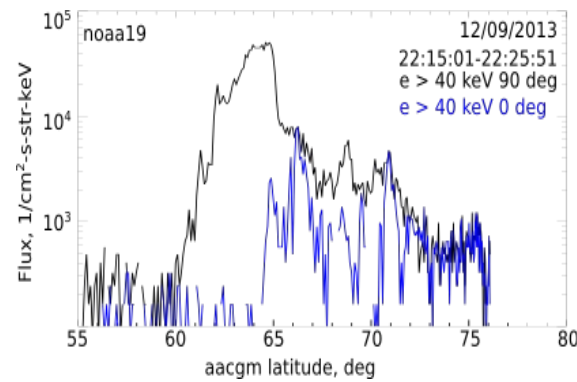
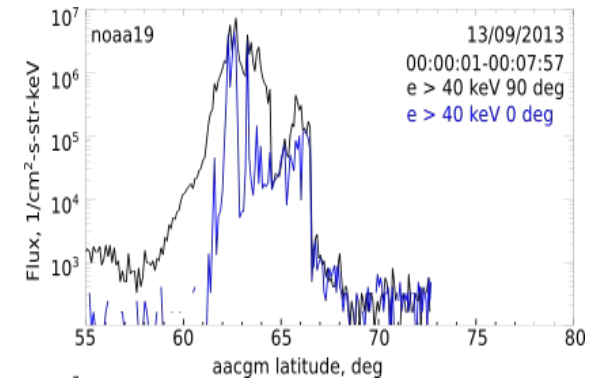
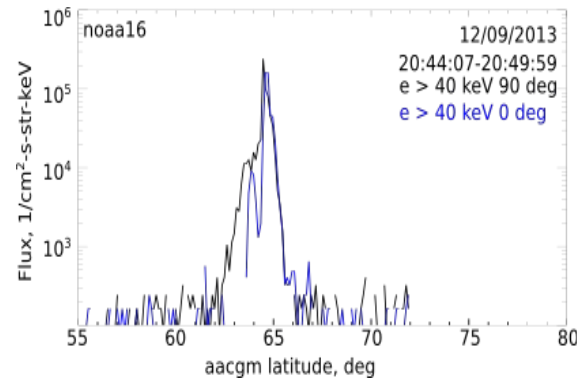
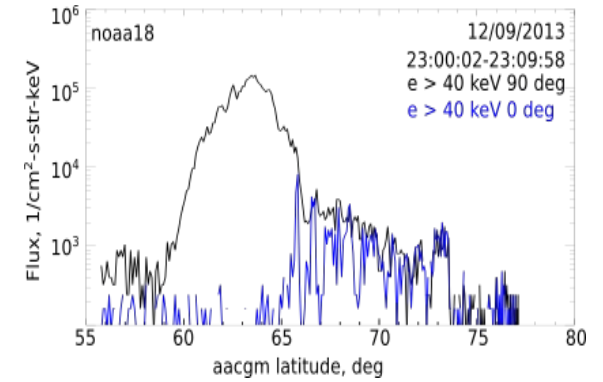
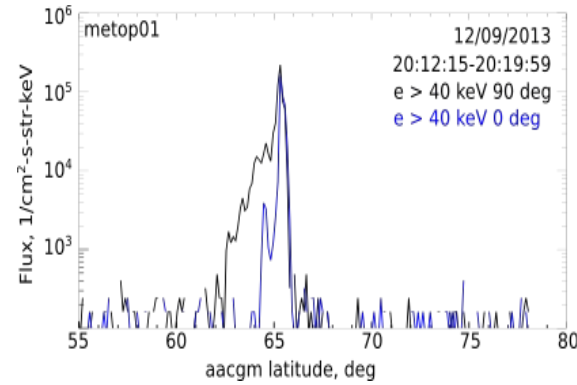
12-13/09/2013 AACGM Latitude-MLT coordinates



Mapped Plot Cylindrical



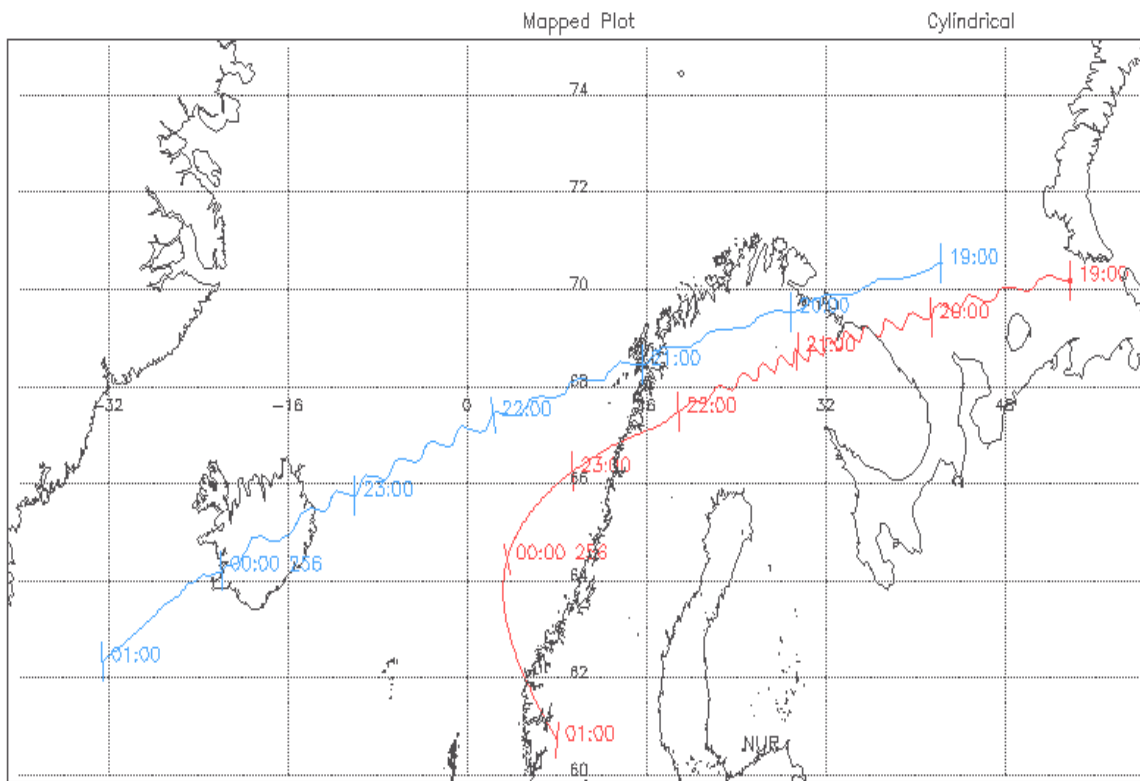
METOP1B North B Trace in Geographic Coord.: Time Range 9/12/2013 (255) 20:0 9/13/2013 (256) 1:0
 NOAA16 North B Trace in Geographic Coord.: Time Range 9/12/2013 (255) 20:0 9/13/2013 (256) 1:0
 NOAA18 North B Trace in Geographic Coord.: Time Range 9/12/2013 (255) 20:0 9/13/2013 (256) 1:0
 NOAA19 North B Trace in Geographic Coord.: Time Range 9/12/2013 (255) 20:0 9/13/2013 (256) 1:0



Граница изотропизации по низковысотным спутникам, электроны >40 кэВ

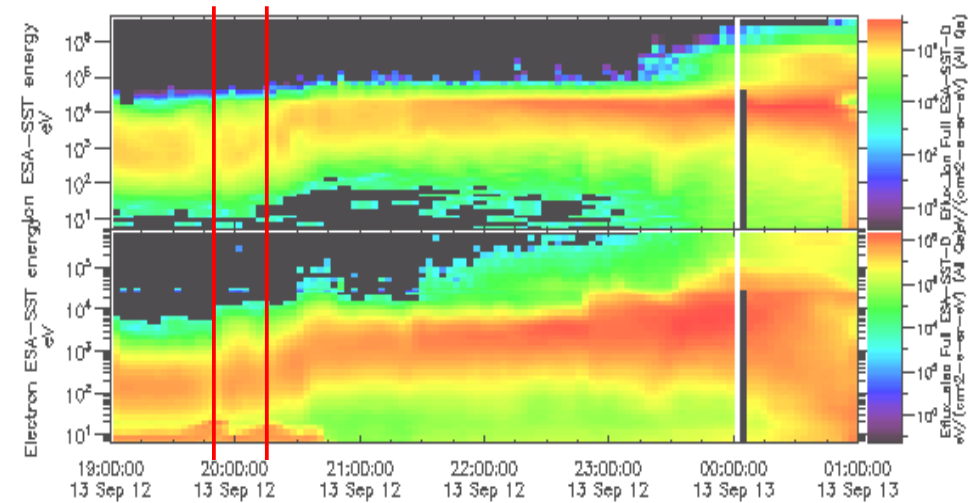
THEMIS-D и THEMIS-E

Инжекция частиц, соответствует дуге на $\sim 69.5^\circ\text{N}$.

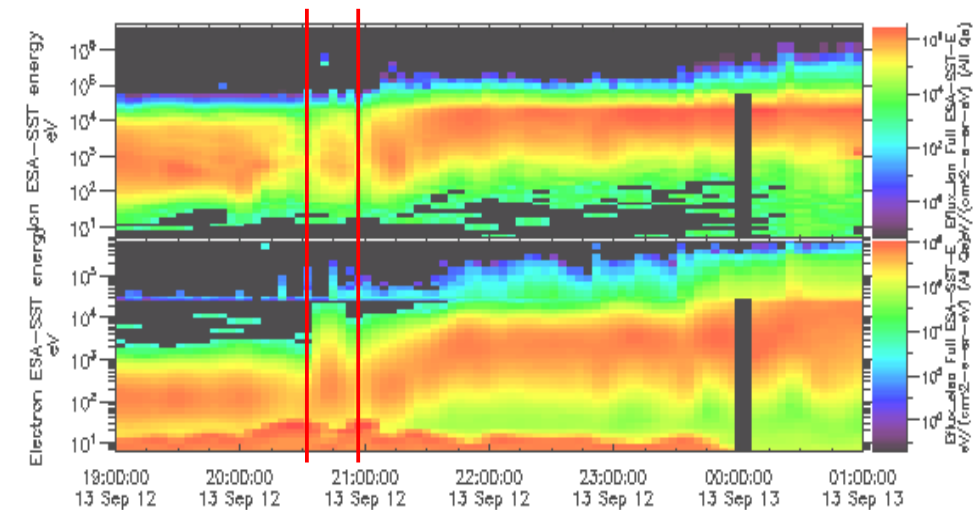


- THEMISD North B Trace in Geographic Coord.: Time Range 9/12/2013 (255) 19:0 9/13/2013 (256) 1:0
- THEMISE North B Trace in Geographic Coord.: Time Range 9/12/2013 (255) 19:0 9/13/2013 (256) 1:0

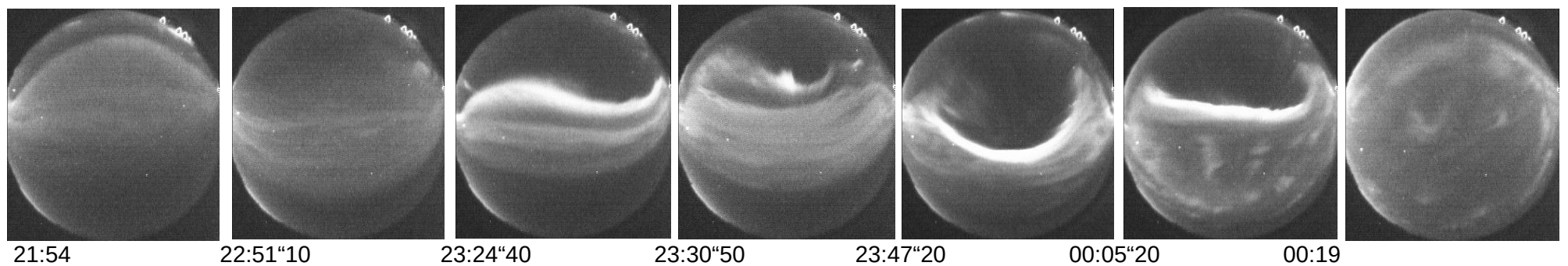
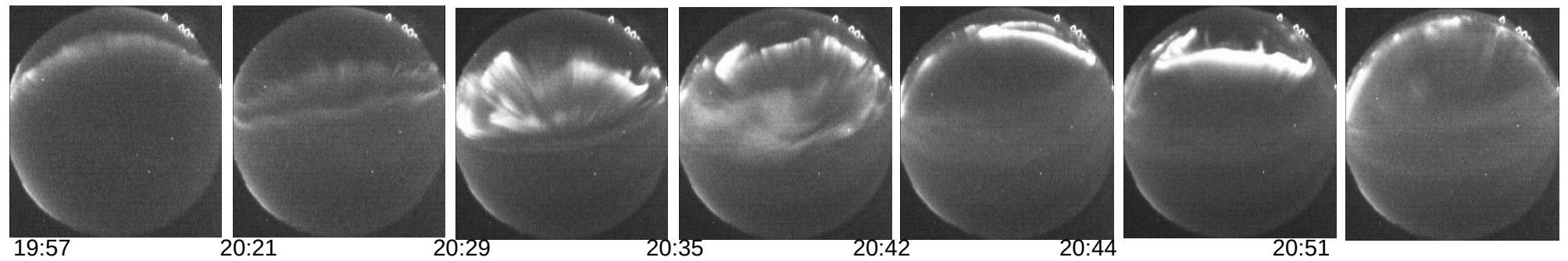
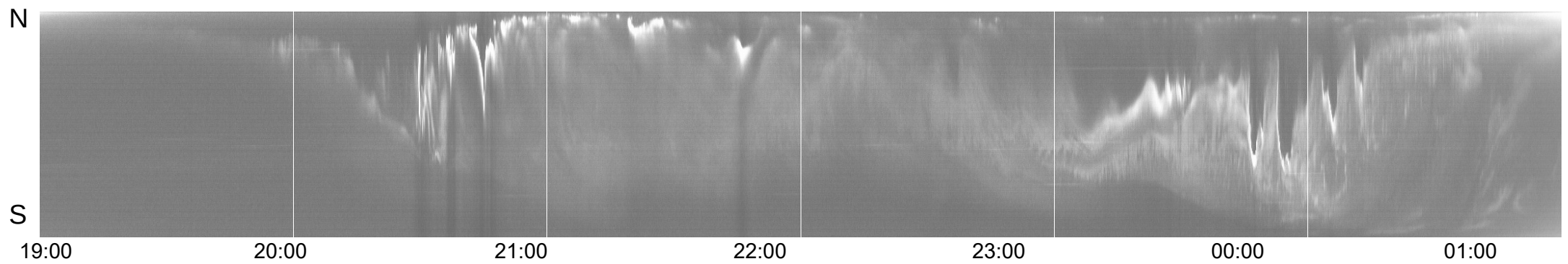
THEMIS-D



THEMIS-E

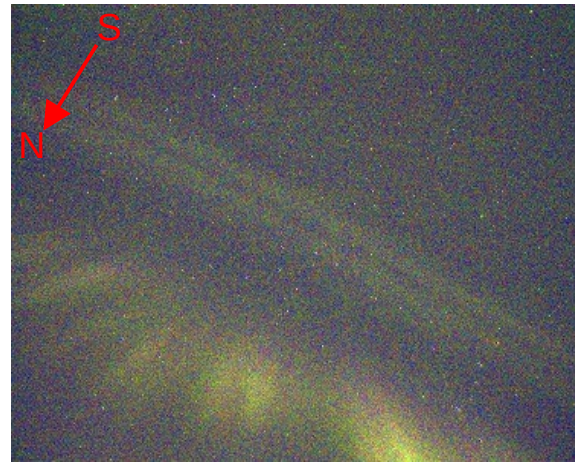


Структуры полярных сияний на камере всего неба г.Апатиты (67°34"N, 33°16"E)



Камера Guppy-S г.Апатиты

Поле зрения 78° по диагонали
вблизи магнитного зенита.
Разрешает структуры от 500 м на
высоте 100 км.



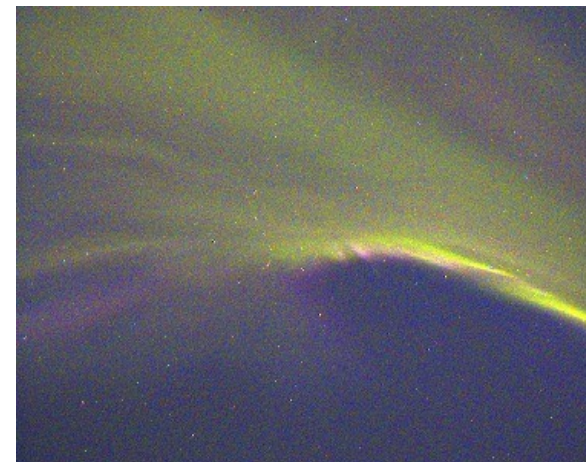
20:29"00



20:29"50



23:06"50



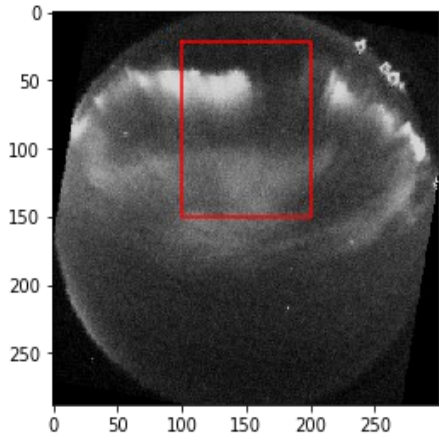
23:56"20

Описание:

[Kozelov B.V., Pilgaev S.V.,
Borovkov L.P., and Yurov V.E. Multi-
scale auroral observations in Apatity:
winter 2010–2011 // Geosci. Instrum.
Method. Data Syst. –2012. -1, -1-6,
doi:10.5194/gi-1-1-2012]

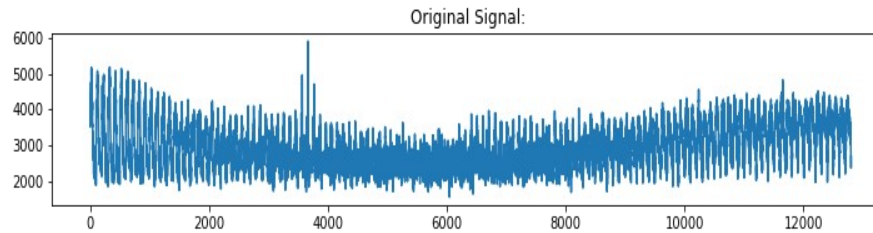
Метод анализа пространственных неоднородностей

Маска для выделения области на изображении

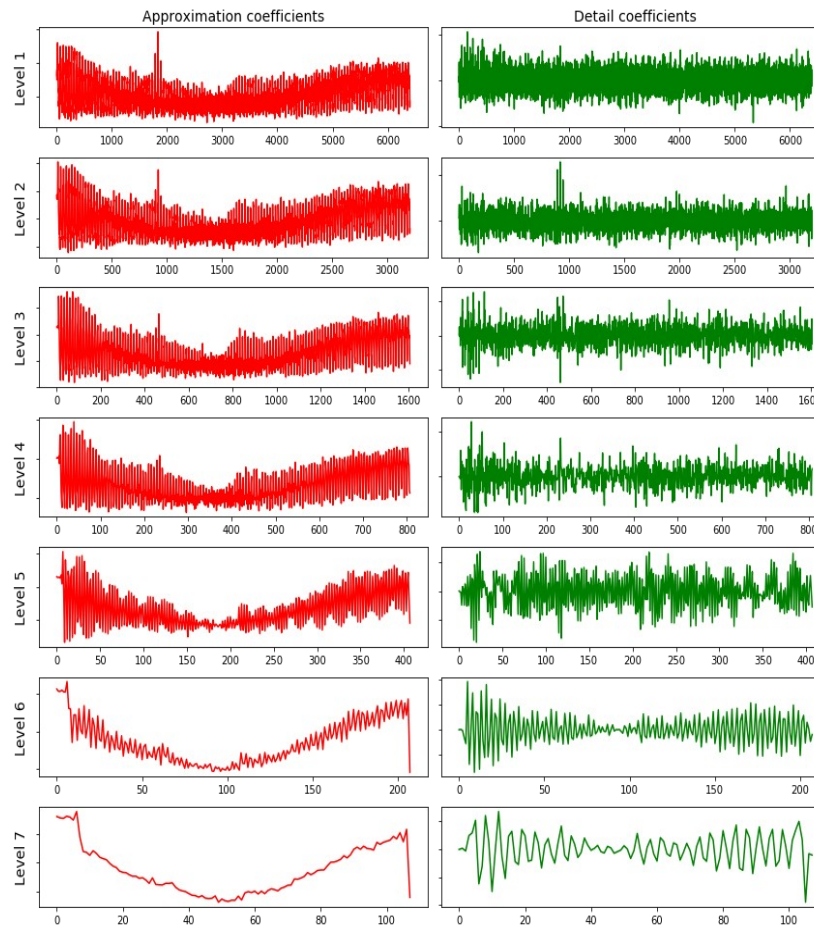


[Abry P., Flandrin P., Taqqu M.S. et al. Wavelets for the analysis, estimation and synthesis of scaling data // in Self-Similar Network Traffic and Performance Evaluation, edited by Park K. and Willinger W. 2000. Wiley-Interscience. Hoboken N.J. P. 39–88.]

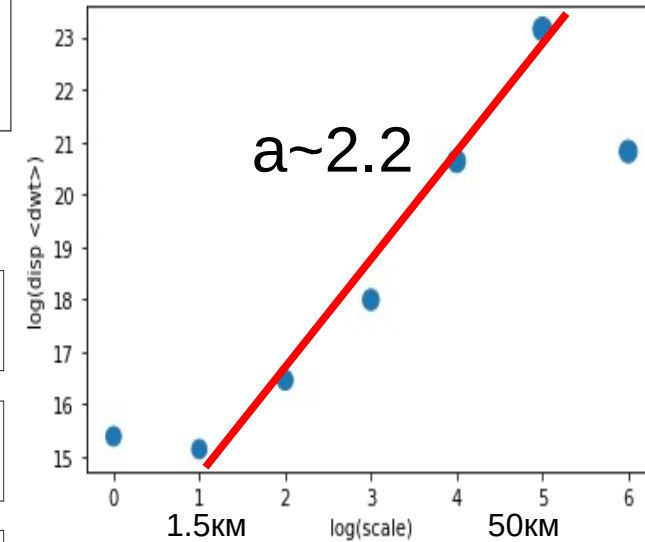
[Головчанская И. В., Б. В. Козелов. Диапазон масштабов альфвеновской турбулентности в верхней ионосфере авроральной зоны // Космические исследования. 2016 г., 54, № 1, с. 52–57. DOI: 10.7868/S002342061601009X]



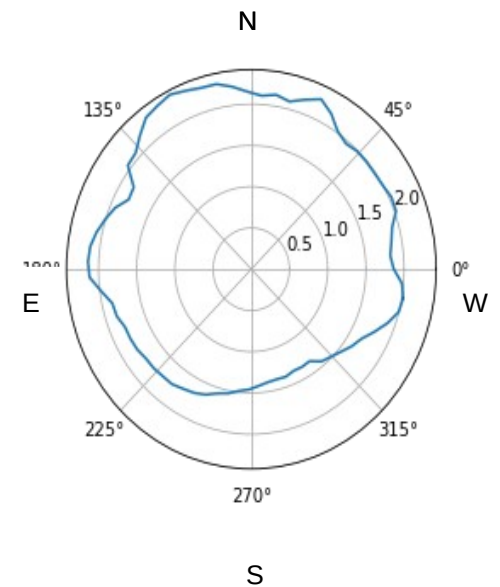
Дискретное вейвлет разложение, вейвлеты Добеши db5



Дисперсия детализирующих коэффициентов от масштаба

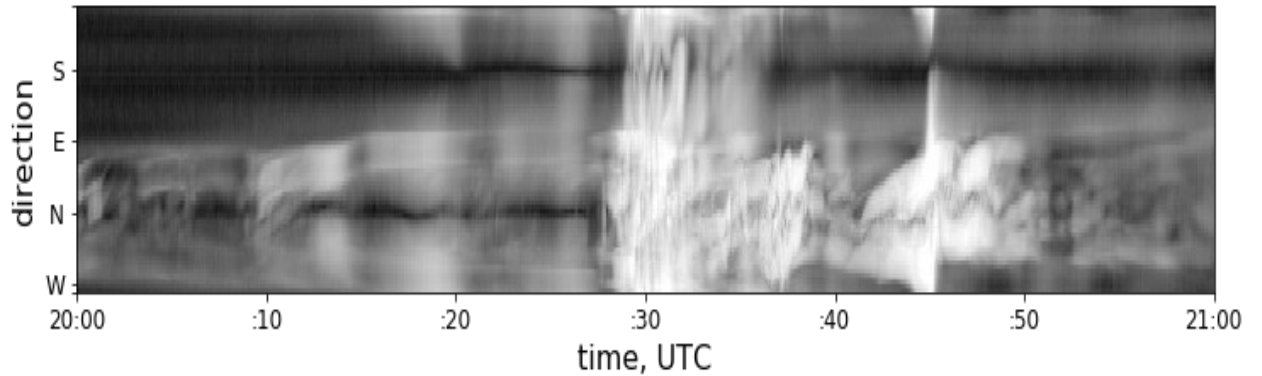


Спектральный индекс от направления

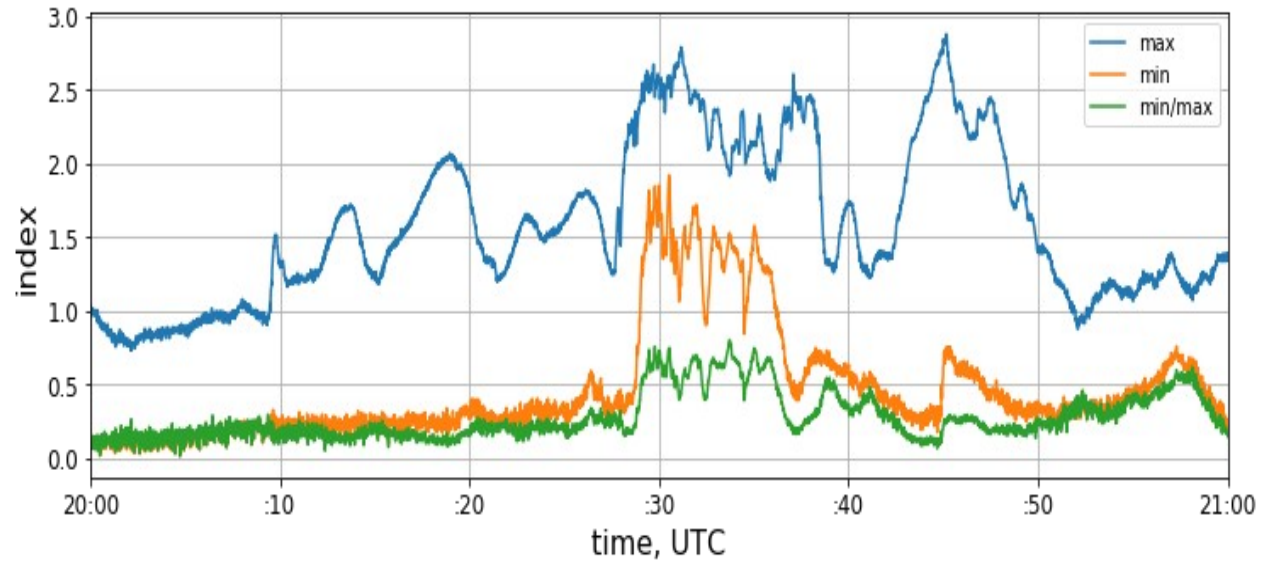


Результаты расчета для ASC 20:00-21:00 UT

Спектральный индекс от ориентации маски в течении времени.
Показывает в какой части неба наблюдаются флуктуации свечения и насколько флуктуации изотропные.



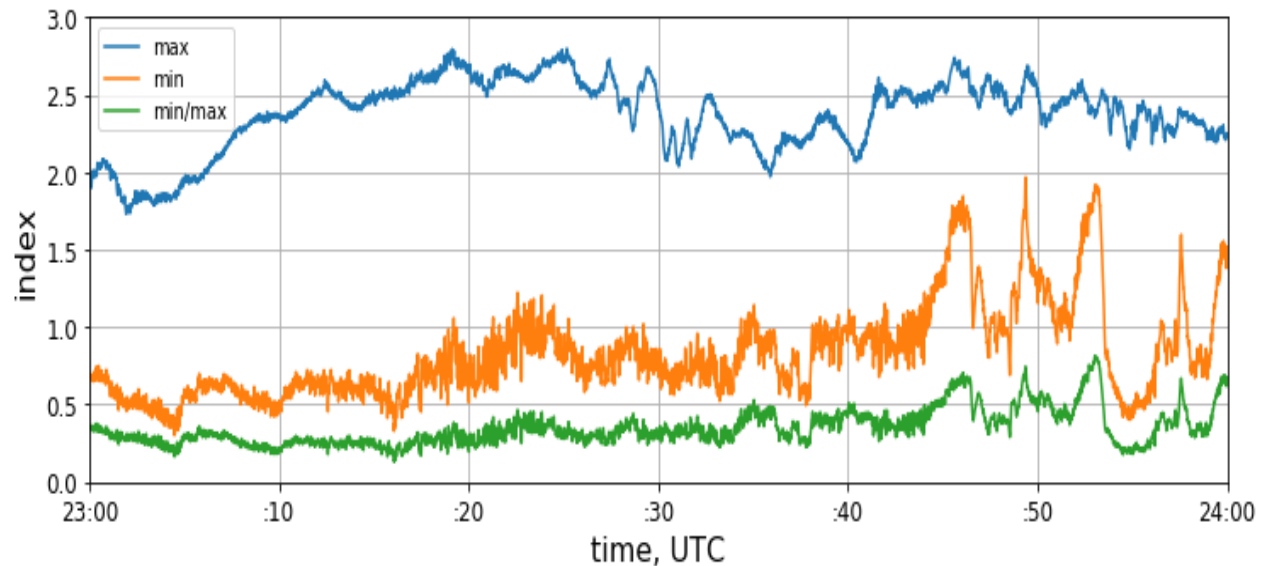
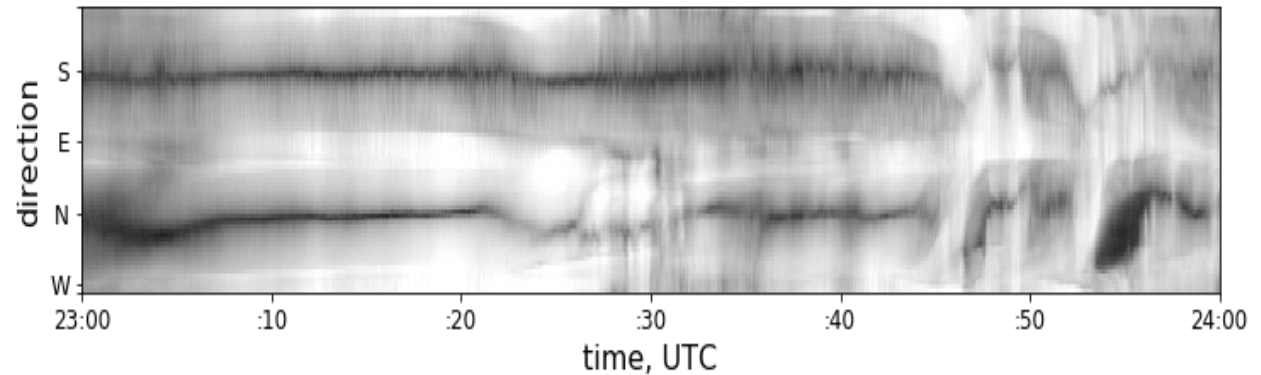
Динамика максимального (max), минимального индекса (min) и параметра изотропности (min/max).



- 1 - одиночная дуга,
- 2 - спокойная дуга и возмущенная дуга,
- 3 - брейкап - расширение к полюсу
- 4 - активизация на полюсной дуге
- 5 - пульсирующие сияния

1-----2-----3-----5----4-----5-----

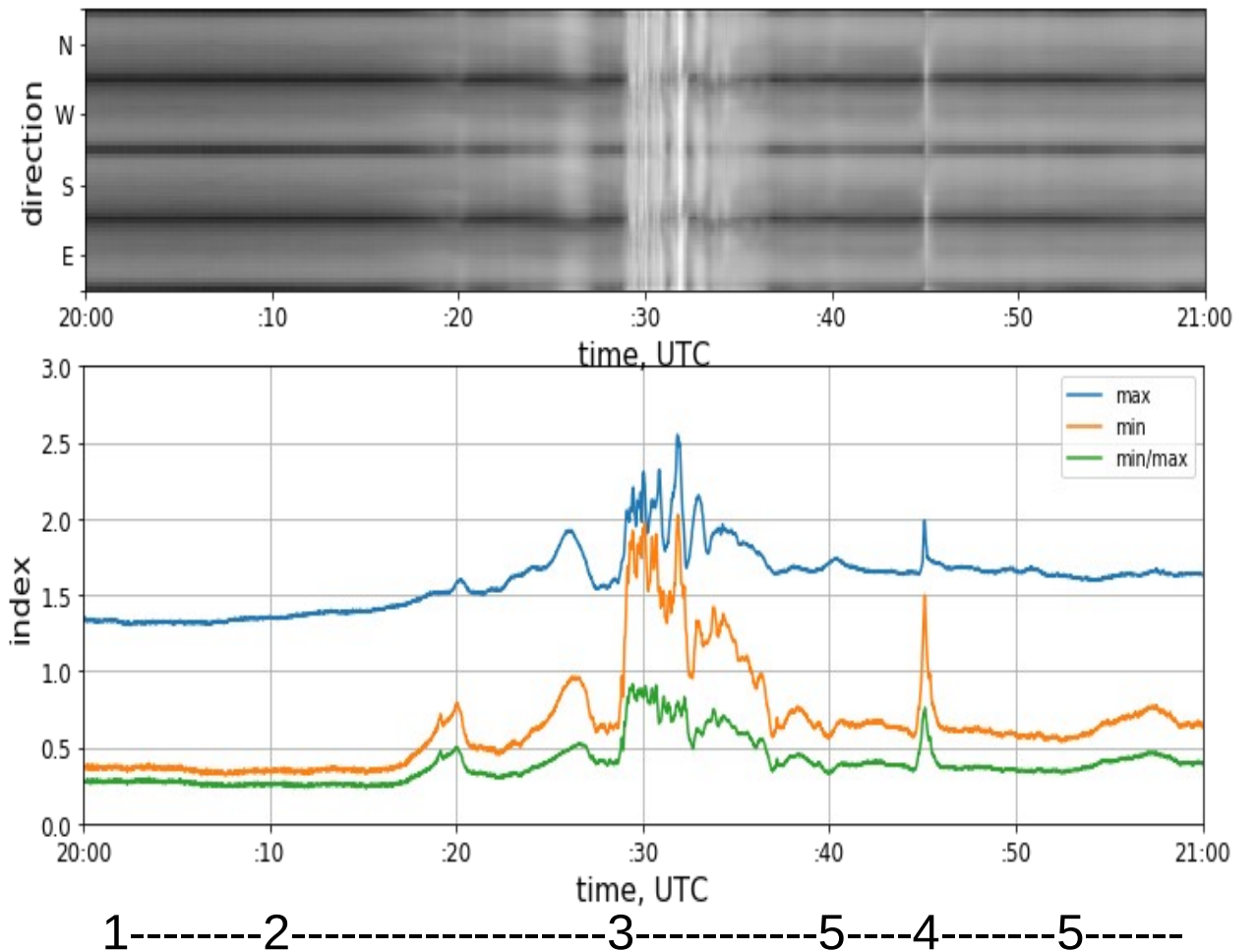
Результаты расчета для ASC 23:00-24:00 UT



- 1 - пульсирующие сияния
- 2 - активизация на полюсной дуге
- 3 - омега-структура

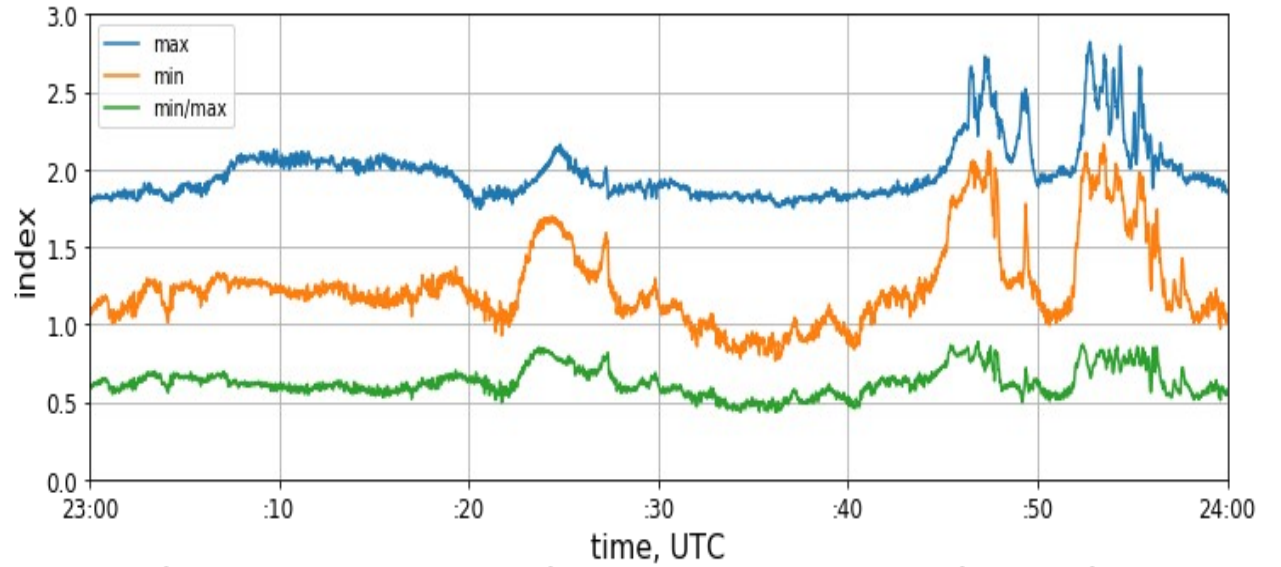
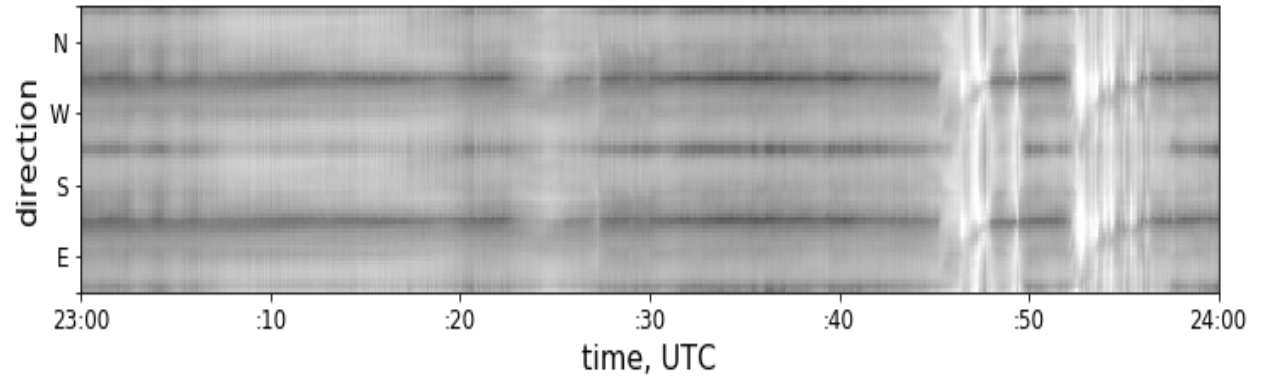
1--3-----2-----1-----3-----3--1---

Результаты расчета для камеры Gurry-C, 20:00-21:00 UT



- 1 - одиночная дуга,
- 2 - спокойная дуга и возмущенная дуга,
- 3 - брейкап - расширение к полюсу
- 4 - активизация на полюсной дуге
- 5 - пульсирующие сияния

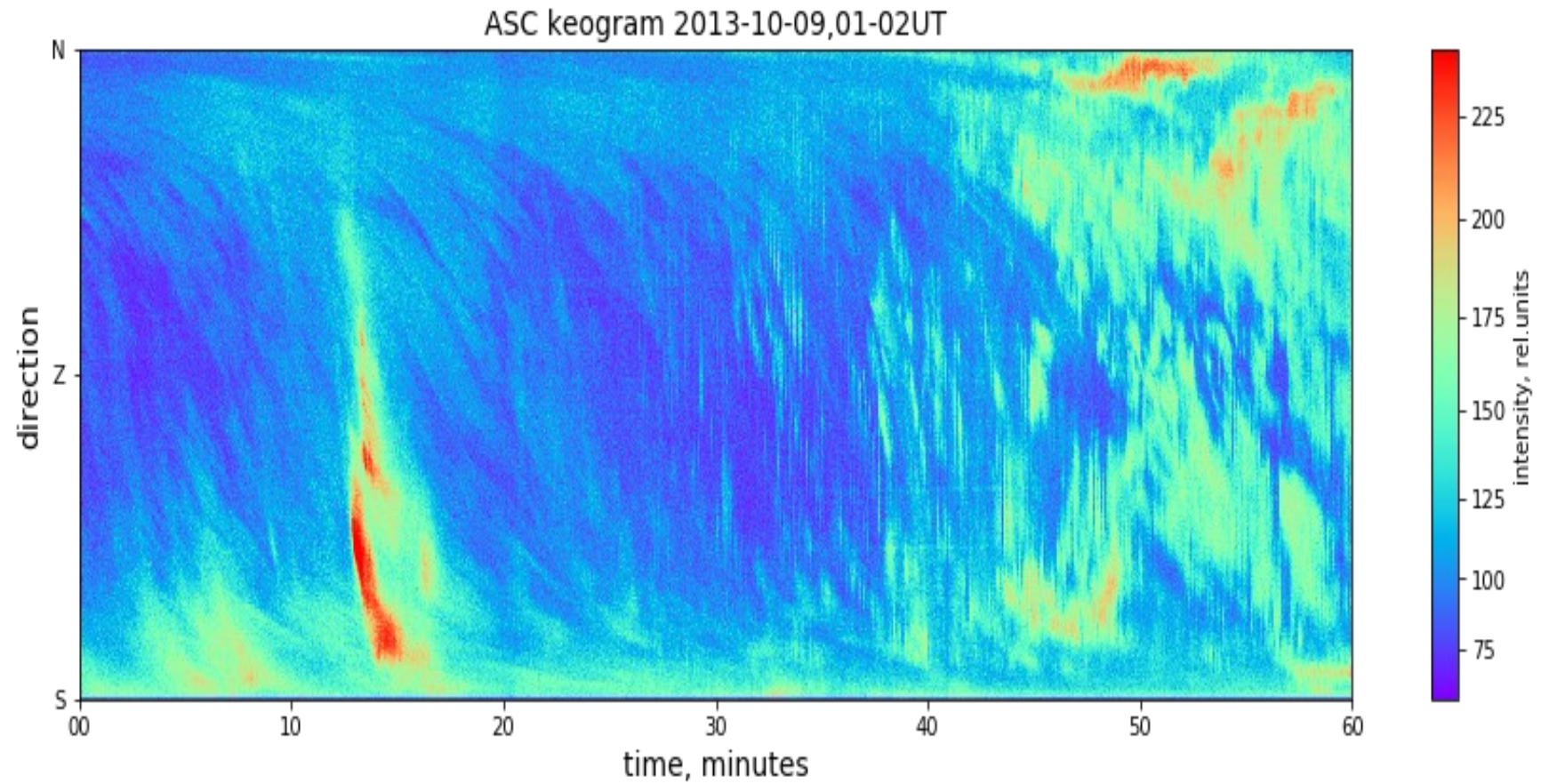
Результаты расчета для камеры Gurry-C, 23:00-24:00 UT



- 1 - пульсирующие сияния
- 2 - активизация на полюсной дуге
- 3 - омега-структура

1-3-----2-1-----3-3-1---

Апатиты, 2013-10-09, 01:00-02:00 UT



Интенсификация дуги в 01:13 UT, пульсации после 01:25 UT.
Присутствует прозрачная облачность.

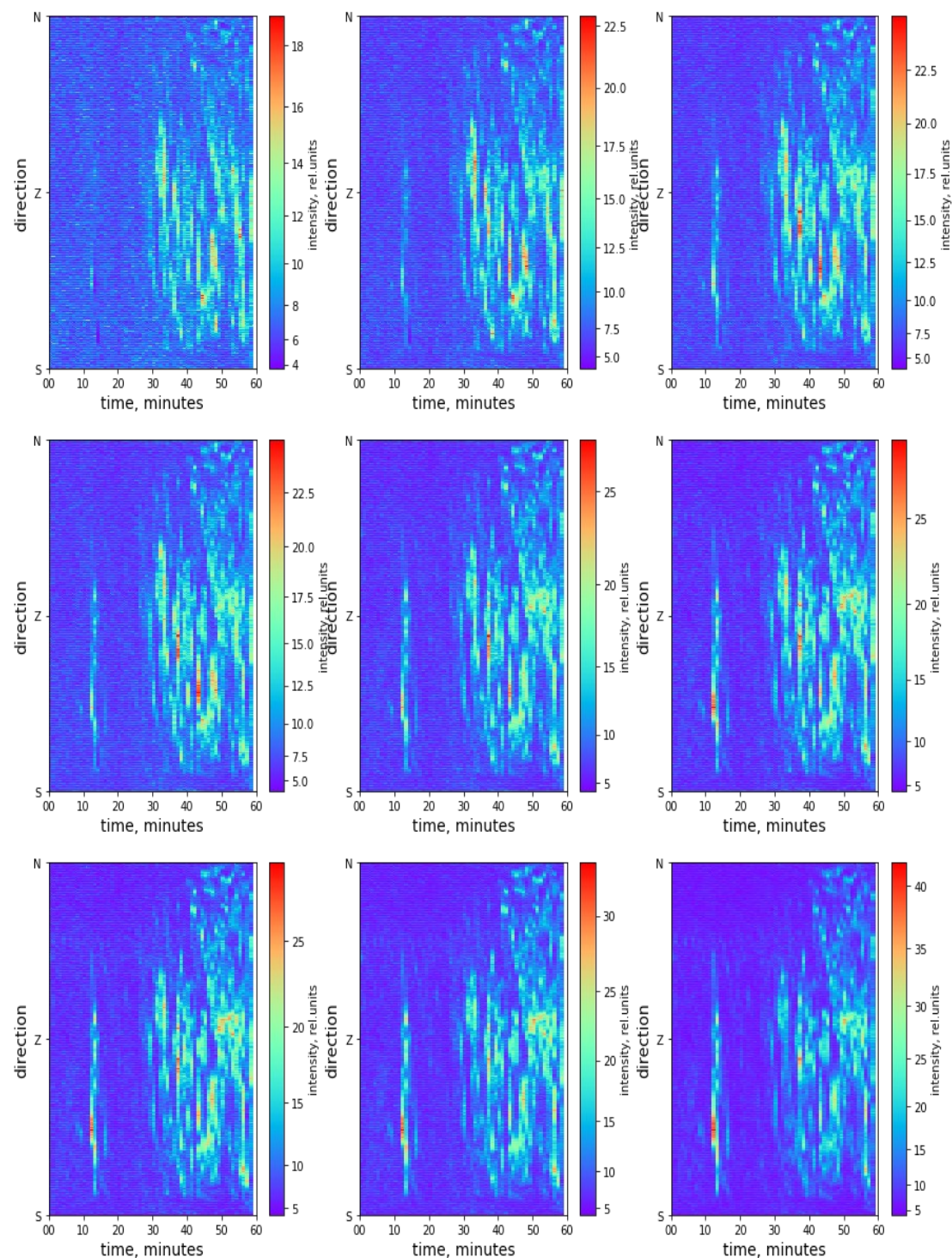
Выделение пульсаций - построение дифференциальных кеограмм с временными задержками от 1 до 32 сек.

Расположение рисунков по схеме:

2	4	6
8	10	12
16	20	32

Выводы:

1. Спектры вариаций в дуге и в полосе пульсирующих сияний разных
2. В интенсификации дуги присутствуют преимущественно масштабы >12 сек.
3. В полосе пульсирующих сияний больше вариаций <12 сек.



Выводы

1. Методом лог-скейл скалограмм по данным камеры всего неба в Апатитах получены спектральные индексы, характеризующие пространственные неоднородности аврорального свечения для типичных авроральных явлений в диапазоне масштабов 1.5-50 км:

	max	min	min/max
Спокойная дуга	1.0	<0.25	<0.25
Дуги с лучами	1.5-2.0	<0.25	<0.25
Брейкап	>2.5	>1.5	0.8
Пульсирующие полосы	1.5-2.0	0.5-1.0	0.25-0.5
Омега-структуры	2.0-2.5	1.5-2.0	0.7

2. Для флуктуаций вблизи магнитного зенита (в поле зрения $\sim 44^\circ$) в диапазоне масштабов 0.5-20 км спектральные индексы такие же, с учетом попадания структур в поле зрения.

3. Построением дифференциальных кеограмм выделена пространственная локализация пульсаций с временными задержками от 1 до 32 сек.

Литература

Головчанская И. В., Б. В. Козелов. Диапазон масштабов альфвеновской турбулентности в верхней ионосфере авроральной зоны // Космические исследования. 2016 г., 54, № 1, с. 52–57. DOI: 10.7868/S002342061601009X

В.Г. Воробьев, О.И. Ягодкина, Е.Е. Антонова, Влияние скорости и плотности плазмы солнечного ветра на интенсивность изолированных магнитосферных суббурь // Physics of Auroral Phenomena. Proc. XLI Annual Seminar, Apatity, P.30-33. 2018

Ж.В. Дашкевич, В.Е. Иванов, Т.И.Сергиенко, Б.В.Козелов, Физико-химическая модель авроральной ионосферы // Космические исследования, 2017, Vol. 55, No. 2, pp. 94–106. DOI: 10.1134/S0010952517020022

Козелов Б.В., Ролдугин А.В. Получение информации об ионосферно-магнитосферной плазме по наблюдениям полярных сияний // Известия Российской академии наук. Серия физическая. 2021. Т. 85. № 3. С.366-371. DOI: 10.31857/S0367676521030157