

47-й ежегодный Апатитский семинар "Физика авроральных явлений", 11-15 марта 2024 г.

Фрактальные характеристики структуры аврорального овала на основе экспериментальных данных

Б. В. Козелов, А.В.Ролдугин

Полярный геофизический институт

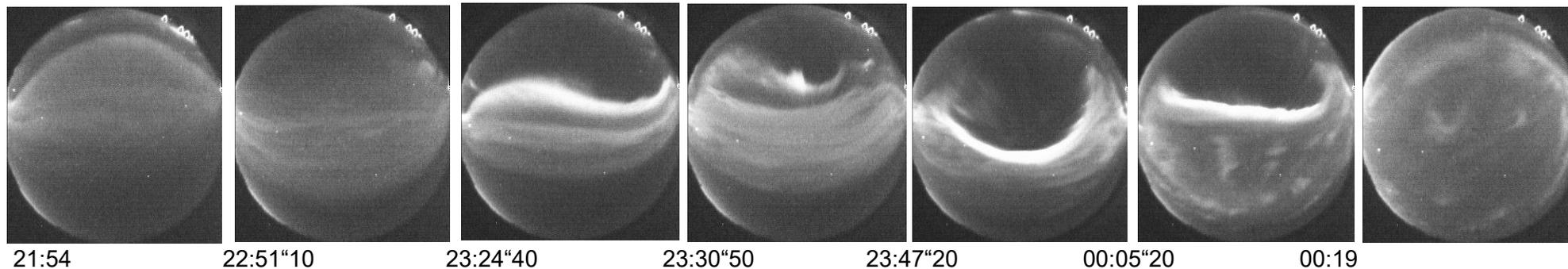
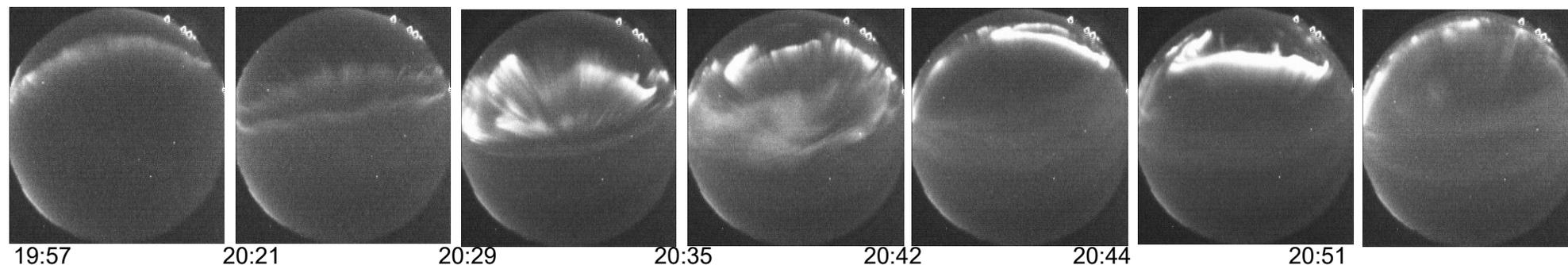
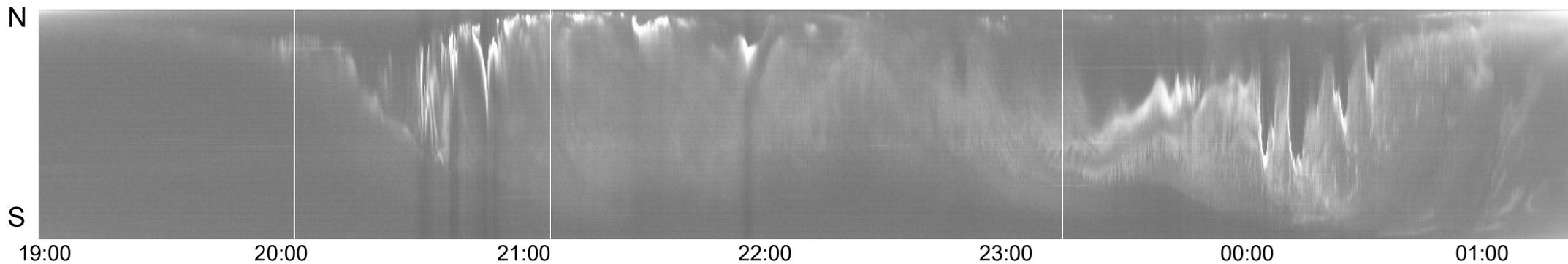
Апатиты, Мурманская область, Россия

E-mail: boris.kozelov@gmail.com

Аннотация

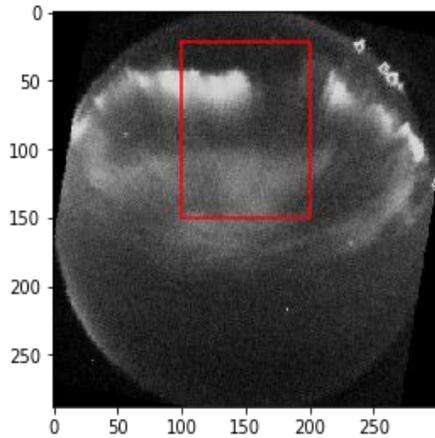
- Моделирование авроральных высыпаний является необходимым элементом глобальных моделей верхней атмосферы и ионосферы Земли, имеющей многие теоретические и практические применения. Однако существующие на данный момент модели таких высыпаний (модели

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



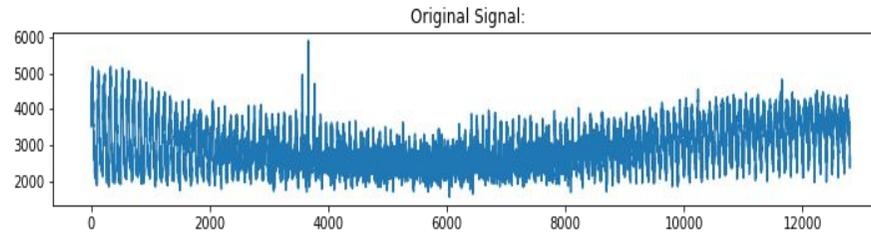
Метод анализа пространственных неоднородностей

Маска для выделения области на изображении

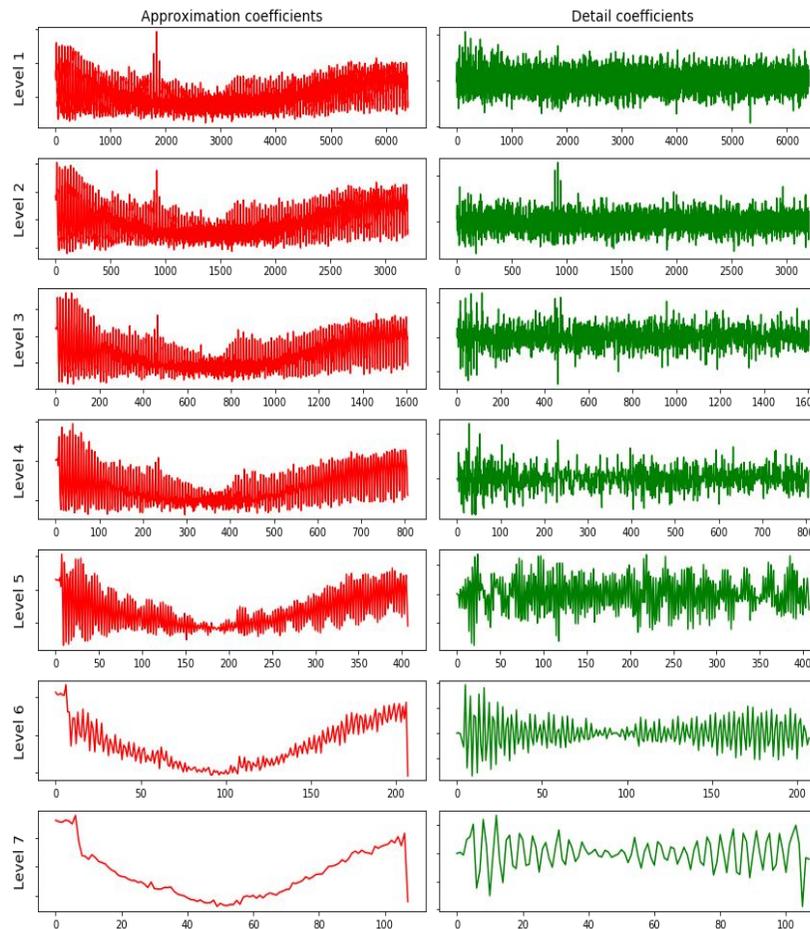


[Abry P., Flandrin P., Taqqu M.S. et al. Wavelets for the analysis, estimation and synthesis of scaling data // in Self-Similar Network Traffic and Performance Evaluation, edited by Park K. and Willinger W. 2000. Wiley-Interscience. Hoboken N.J. P. 39–88.]

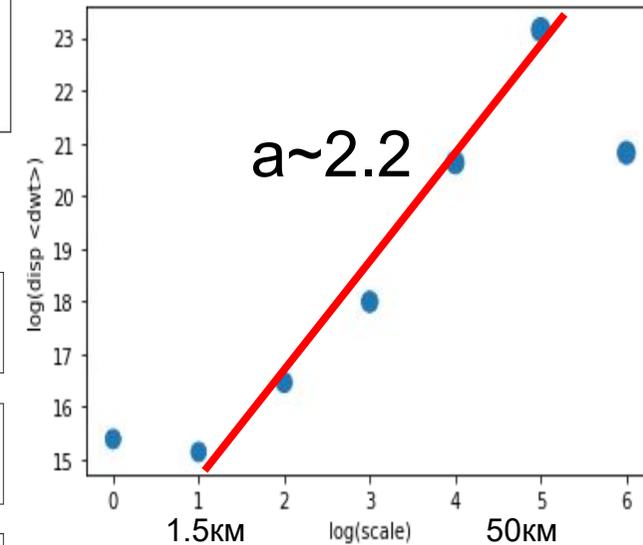
[Головчанская И. В., Б. В. Козелов. Диапазон масштабов альфвеновской турбулентности в верхней ионосфере авроральной зоны // Космические исследования. 2016 г., 54, № 1, с. 52–57. DOI: 10.7868/S002342061601009X]



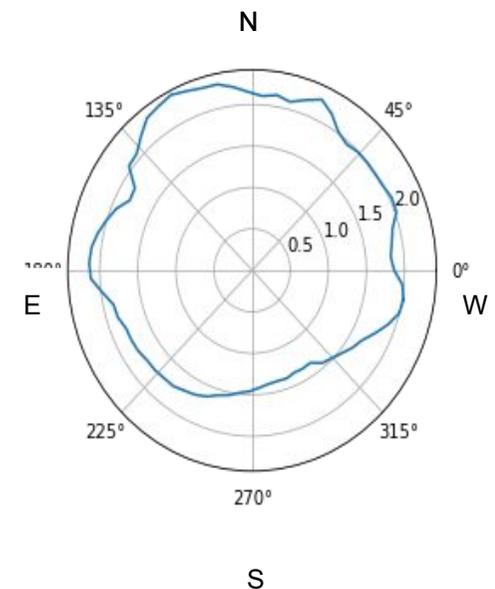
Дискретное вейвлет разложение, вейвлеты Добеши db5



Дисперсия детализирующих коэффициентов от масштаба

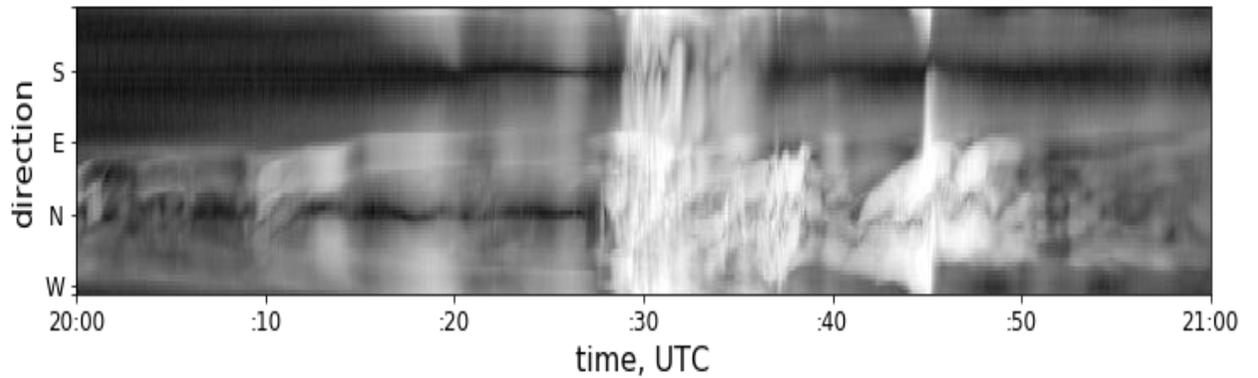


Спектральный индекс от направления

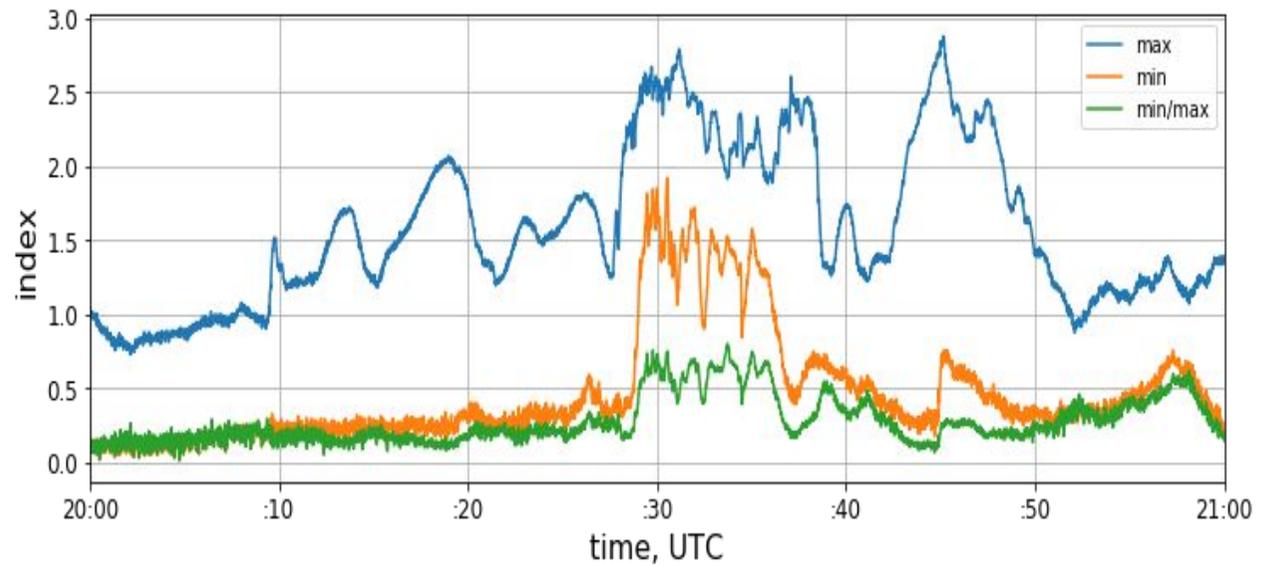


Пример результатов расчета для ASC 20:00-21:00 UT

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



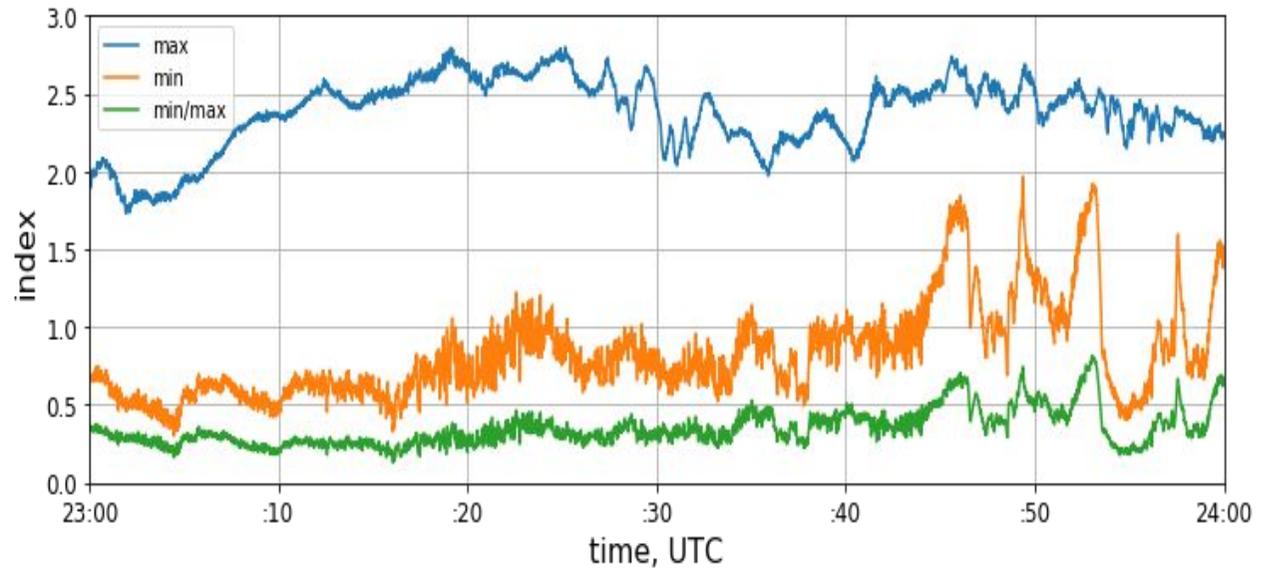
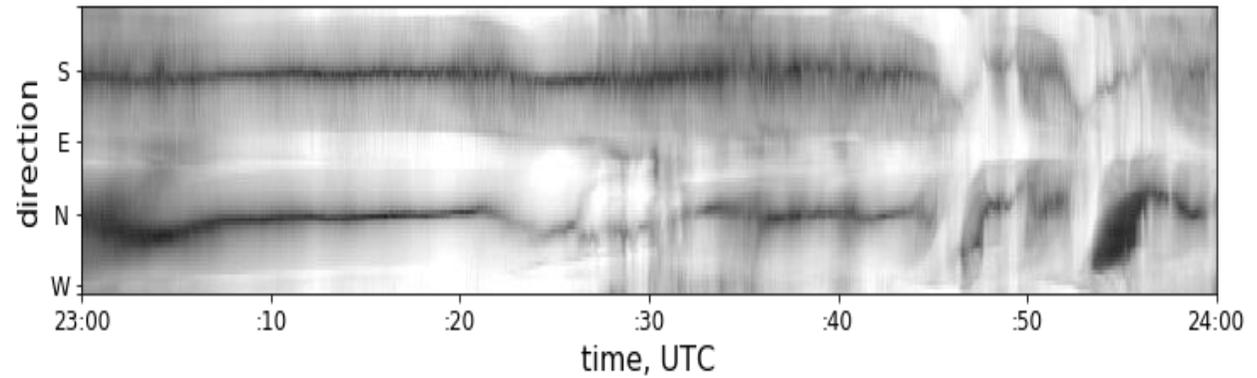
Динамика максимального (max), минимального индекса (min) и параметра изотропности (min/max).



- 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-----

Пример результатов 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---

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

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

B. V. Kozelov, Space–Time Structures in the Auroral Oval: Approaches to Modeling // Cosmic Research, 2023, Vol. 61, No. 3, pp. 185–193? Russian text published in Kosmicheskie Issledovaniya, 2023, Vol. 61, No. 3, pp. 179–188.

B. V. Kozelov, V. G. Vorobjev, E. E. Titova, and T. A. Popova, Diagnostics of the High-Latitude Ionosphere and Spatiotemporal Dynamics of Auroral Precipitations // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 2024, Vol. 88, No. 3, pp. 394–399.