

## **Прогнозирование рядов солнечной и геомагнитной активности рекуррентными нейросетями**

Б.В. Козелов

*Полярный геофизический институт, Апатиты, Мурманская область, Россия*

E-mail: *boris.kozelov@gmail.com*

В моделях ионосферы и верхней атмосферы, важных для многих прикладных вопросов, обычно используются индексы солнечной и геомагнитной активности, которые получаются на основе наблюдений наземными приборами и спутниками в солнечном ветре. Возникающая задача прогнозирования рядов геомагнитной активности вперед с некоторой точностью решается при наличии данных о солнечной активности и о солнечном ветре. Трудно формализуемые связи могут быть включены в модель с помощью нейросетевого подхода.

В имеющихся доступных наборах данных о солнечном ветре (например, база OMNI) имеются пропущенные значения, которые создают проблемы для использования нейросетей. К сожалению, простые стандартные методы заполнения отсутствующих значений, такие как использование медианы или среднего значения, нарушают статистические характеристики рядов и не всегда могут работать успешно.

В докладе на основе базы OMNI за 1995-2023 обсуждается нейросетевой подход к решения следующих задач:

1. Заполнение отсутствующих значений в рядах данных межпланетного поля (ММП)  $B_{tot}$ ,  $B_z$ ,  $V$ ,  $N_p$  по информации об этих величинах за несколько дней и зависящих от них рядов индексов геомагнитной активности SYM-H, AL, AU, AE, Kp.
2. Прогнозирование рядов индексов солнечной активности (число солнечных пятен и F107) с использованием слоев LSTM.
3. Прогнозирование рядов индексов геомагнитной активности SYM-H, AL, AU, AE, Kp на основе данных о предыдущей активности, рядов индексов солнечной активности и параметров солнечного ветра.

Обсуждается статистическая однородность получаемых рядов с точки зрения характеристик, характерных для турбулентных рядов (вейвлет-разложение и спектр фрактальных размерностей).

Работа поддержана РФФ и Мурманской областью, проект № 22-12-20017. Автор благодарит GSFC/SPDF OMNIWeb за подготовку использованных данных.

## **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*

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 аврорального) овала описывают только границы зоны высыпаний, в лучшем случае с разбиением на морфологические типы (диффузные, дискретные и т. п.). Структуры внутри этих границ модели не описывают.

В докладе приводится описание структур полярных сияний фрактальной размерностью и ее анизотропией. Приводится статистика этих характеристик по данным наземных камер ПГИ с привязкой по положению внутри аврорального овала и геомагнитной возмущенности.

Работа поддержана РФФ и Мурманской областью, проект № 22-12-20017.