

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЯДОВ СОЛНЕЧНОЙ И ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ НА ОСНОВЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

**Б. В. Козелов**

*Полярный геофизический институт, Апатиты, Мурманская область, Россия,  
boris.kozelov@gmail.com*

В моделях ионосферы и верхней атмосферы, важных для многих прикладных вопросов, обычно используются индексы солнечной и геомагнитной активности, которые получают 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 решению следующих задач:

1. Заполнение отсутствующих значений в рядах данных межпланетного поля (ММП)  $V_{tot}$ ,  $V_z$ ,  $V$ ,  $N_p$  по информации об этих величинах за несколько дней и текущих 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, проект № 22-12-20017. Автор благодарит GSFC/SPDF OMNIWeb за подготовку использованных данных.

## 2D-МОДЕЛИРОВАНИЕ КРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ МАССЫ

**Вахрушева А.А.<sup>1,2</sup>, Шугай Ю.С.<sup>1</sup>, Капорцева К.Б.<sup>1,2</sup>, Еремеев В.Е.<sup>1</sup>, Калегаяев В.В.<sup>1,2</sup>**

*<sup>1</sup> НИИЯФ МГУ, г. Москва, Россия, <sup>2</sup> Физический факультет МГУ, г. Москва, Россия,  
vakh.anna@gmail.com*

Одной из часто используемых в прогнозировании распространения корональных выбросов массы (КВМ) моделей является DBM-модель [1]. Модель основывается на предположении о том, что, начиная с некоторого расстояния от Солнца, можно пренебречь силой Лоренца и гравитационной силой, то есть на распространение КВМ влияет только сила вязкого трения, определяемая взаимодействием КВМ с фоновым ветром. Базовый одномерный вариант DBM-модели, описывающий распространение одной точки на фронте КВМ, может быть доработан до двумерного варианта введением геометрии КВМ, например, с использованием модели конуса. Введение формы КВМ позволит уточнить время прибытия МКВМ на околоземную орбиту и его скорость, а также узнать, достигнет ли рассматриваемый МКВМ заданной мишени, в отличие от использования одномерной DBM для всех точек фронта без учета его угловой ширины и направления распространения.

В данной работе проведены расчеты времени прибытия на околоземную орбиту и скорости МКВМ с использованием трех вариантов геометрии КВМ: концентрической модели, модели самоподобного расширения и модели с выравниванием фронта [2]. Прогноз был рассчитан для некоторых событий 24-го солнечного цикла. В качестве координат источника КВМ на диске Солнца использовались координаты соответствующего димминга из базы данных Solar Demon (<https://www.sidc.be/solardemon/>) [3]. Параметры КВМ получены из системы автоматического детектирования CACTus (<https://www.sidc.be/cactus/>) [4] по данным коронографа SOHO/LASCO.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-62-00048, <https://rscf.ru/project/22-62-00048/>.

1. Vršnak B., Žic T., Vrbanec D. et al. // Solar Phys. 2013. V. **285**. P. 295.
2. Dumbovic M., Calogovic J., Martinic K. et al. // Front. Astron. Space Sci. 2021. V. **8**. P. 639986.
3. Kraaikamp E., Verbeeck C. // Space Weather Space Clim, 2015. V. **5**. A18
4. Robbrecht E., Berghmans D. // A&A. 2004. V. **425**. P. 1097.