**Анализ эффективности моделей типа трансформер   
для прогнозирования состояния магнитосферы земли**

***Семенов М.В.***

*студент*

*Московский государственный университет   
имени М.В. Ломоносова, физический факультет, г. Москва, Россия*

*marksemenov979@gmail.com*

В работе проведено исследование различных методов прогнозирования временного ряда (ВР) геомагнитного индекса Dst, характеризующего состояние магнитосферы Земли.

Для обработки ВР мы используем так называемое погружение (топологическое вложение) ВР, смысл которого – включение информации о нескольких предыдущих значениях каждой компоненты ВР в каждый пример данных.

Последние статьи в области машинного обучения показали, что одним из эффективных методов прогнозирования ВР является модель с архитектурой типа трансформер [1]. Одним из преимуществ данной архитектуры над другими, например: многослойным персептроном (МСП), является возможность эффективной обработки последовательностей большой длины. Это достигается, в частности, за счет наличия блока позиционного кодирования, который позволяет вычислять расстояние между точками временного ряда. Данное преимущество дает возможность обрабатывать ВР с большей величиной погружения.

В настоящей работе проведены исследования качества прогнозирования моделей с архитектурами трансформер и МСП в зависимости от глубины погружения ВР, а также изучены реализации модели трансформер с различными блоками позиционного кодирования. Для проверки эффективности моделей используются такие показатели качества прогнозирования, как R2 и среднеквадратичная ошибка.

В результате работы было показано, что модель трансформер является более эффективной для решения рассматриваемой задачи, чем модель МСП. При этом увеличение глубины погружения ВР не приносит заметного прироста качества прогнозирования. Было также показано, какой метод позиционного кодирования наиболее эффективен для решения данной задачи.

**Литература**

1. A Vaswani, N Shazeer, N Parmar, J Uszkoreit, L Jones, AN Gomez, Ł Kaiser, I Polosukhin Attention is all you need //Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NIPS 2017)
2. Myagkova I.N., ShirokiiV R., Vladimirov R.D., Barinov O.G., Dolenko S.A. Prediction of the Dst Geomagnetic Index Using Adaptive Method // Russian Meteorology and Hydrology 46, № 3, p. 157-162 (2021)
3. Vladimirov R.D., Shirokiy V.R., Barinov O.G., Dolenko S.A., Myagkova I.N. Forecasting the State of the Earth’s Magnetosphere Using a Special Algorithm for Working with Multidimensional Time Series // Moscow University Physics Bulletin 79, № Suppl.2, p. S805-S813 (2024)