

Секция «Искусственный интеллект и анализ данных в космических исследованиях»

## Прогнозирование планетарного Кр-индекса методами машинного обучения с интеграцией данных солнечной активности F10.7

Научный руководитель – Конкин Никита Александрович

*Короткова Надежда Александровна*

*Студент (бакалавр)*

Поволжский государственный технологический университет, Радиотехнический факультет, Йошкар-Ола, Россия  
*E-mail: korotkovanaday.06@mail.ru*

Планетарный Кр-индекс — ключевой показатель геомагнитной активности, используемый для оценки возмущенности магнитосферы. Он важен для прогнозирования влияния солнечной активности на инфокоммуникационные системы. Традиционные методы прогнозирования имеют ограничения: сложность учета всех факторов и высокие вычислительные затраты. Методы машинного обучения (МО) становятся популярнее, так как они анализируют большие объемы данных и создают более точные прогнозы [1,2,3].

Таким образом, цель работы — разработка методики прогнозирования планетарного Кр-индекса на основе методов машинного обучения с интеграцией индекса солнечной активности F10.7.

Была использована библиотека scikit-learn с методом линейная регрессия (Linear Regression). Датасет включает данные индексов Кр, ар, D и F10.7 за 2023 год (2920 отсчетов с шагом 3 часа). Подготовлены временные (год, месяц, день, час) и сдвиговые признаки (сдвиги и разности значений Кр, ар, D и F10.7). Всего 16 признаков.

Алгоритм прогнозирования включает формирование датасета, временных и сдвиговых признаков, задание горизонта прогноза и выполнение прогноза с использованием расширяющегося тренировочного окна. Результаты оцениваются с помощью метрик: RMSE, MAE, MSE,  $R^2$  и MAPE

В среднем результаты прогнозов на периоды до 9 часов (с шагом 3 часа для зимнего сезона) по метрике RMSE составили 1,02 Кр, по MAPE 49,29%. Полученные результаты в сравнении с аналогичными лаборатории ИКИ и ИСЭФ по метрике RMSE точнее на 0,27 Кр, по метрике MAPE точнее на 18,05%.

Заключение. В результате выполненной работы была создана методика прогнозирования Кр-индекса с интеграцией индекса F10.7 на основе моделей машинного обучения: случайный лес и линейная регрессия.

### Источники и литература

- 1) Интеллектуальная система диагностики с режимом прогнозирования параметров широкополосных радиоканалов по данным пассивных радиосенсоров / А. А. Кислицын, Н. В. Рябова, М. А. Кислицына, Н. А. Конкин // Международная Байкальская молодежная научная школа по фундаментальной физике. Взаимодействие полей и излучения с веществом : Труды XVIII Конференции молодых ученых, Иркутск, 01–07 сентября 2024 года. – Иркутск: Институт солнечно-земной физики СО РАН, 2024. – С. 265-267. – DOI 10.62955/0135-3748-2024-265. – EDN GDOZIO.
- 2) Елчанинова, А. С. Применение нейросетевого подхода с целью прогнозирования полного электронного содержания трансионосферного радиоканала / А. С. Елчанинова // Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. – 2023. – № 1. – С. 453-456. – EDN GJZANF..

- 3) Специализированная нейронная сеть для прогнозирования параметров широкополосных трансионосферных радиоканалов в составе интеллектуального сенсора / Д. В. Иванов, А. А. Кислицын, Н. А. Конкин [и др.] // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2023. – № 4(60). – С. 50-63. – DOI 10.25686/2306-2819.2023.4.50. – EDN NLCNFK.