

Секция «Искусственный интеллект и анализ данных в космических исследованиях»

Исследование точности прогнозирования сезонных значений ПЭС на основе машинного обучения и динамических предикторов

Научный руководитель – Конкин Никита Александрович

Вершинин Михаил Владимирович

Студент (магистр)

Поволжский государственный технологический университет, Радиотехнический факультет, Йошкар-Ола, Россия

E-mail: direct17x@gmail.com

Полное электронное содержание (ПЭС) является одной из основных характеристик транссионсферной радиосвязи, поскольку позволяет учитывать отклонение и искажение сигнала, проходящего через ионосферу. Прогнозируя данный параметр, можно нивелировать некоторые негативные факторы, влияющие на сигнал, и заблаговременно скорректировать каналы связи, по которым он распространяется.

Целью данной работы является исследование точности прогнозирования значений ПЭС с использованием методов машинного обучения и динамических предикторов на основе алгоритма, созданного для восстановления и прогнозирования пропущенных данных.

Сложность высокоточного прогнозирования заключается в том, что для его осуществления можно использовать только уже имеющиеся данные. Ограниченность этих данных понижает точность итогового результата, поэтому для увеличения количества признаков и увеличения на выходе в исследуемом датасете были использованы динамические предикторы, включающие в себя такие как: сдвиговые, дифференцированные сдвиговые и процентные дифференцированные сдвиговые. Данные предикторы формировались для каждой станции (всего 9 станций), поэтому общее количество столбцов, после их создания, равнялось 1315 (шаг сдвига изменялся от 1 до 48 раз). Период обучения составил 24 часа (48 отсчетов), а прогноза – 3 часа (6 отсчетов).

Исследование точности прогнозирования осуществлялось с использованием следующих метрик: MSE, RMSE, MAE, MAPE и R^2 .

Оценка показала, что среднее значение среднеквадратичной ошибки (MSE) на основе реальных данных равно 0,17 ТЕСц, на основе восстановленных – 0,49 ТЕСц. Наблюдается понижение точности на восстановленных данных в среднем на 24%, однако все значения данной метрики попадают в доверительный интервал, равный 0,51 ТЕСц. Среднее значение средней абсолютной процентной ошибки (MAPE) равно 0,09 при использовании реальных данных и 0,14 при использовании восстановленных данных. По метрике MAPE наблюдается понижение точности на восстановленных данных в среднем на 5%.

Закключение. Исследование показало, что точность прогнозирования значений ПЭС является достаточной для дальнейшего использования, поскольку СКО на рассматриваемом участке укладываются в доверительный интервал, равный 0,56 ТЕСц, а процентная ошибка меньше 15%.

Источники и литература

- 1) Рябова, Н. В. Восстановление временного хода ПЭС с использованием методов машинного обучения / Н. В. Рябова, Н. А. Конкин, М. В. Вершинин // Распространение радиоволн : сборник докладов I Всероссийской молодежной научной школы-конференции, посвященной памяти Д. С. Лукина, Йошкар-Ола, 11–14 ноября 2024 года. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2024. – С. 113-117.

- 2) Специализированная нейронная сеть для прогнозирования параметров широкополосных трансionoсферных 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).