

Сравнение результатов отбора существенных входных признаков при прогнозировании амплитуды Dst-индекса и потоков релятивистских электронов на геостационарной орбите

Целью настоящего исследования является сравнение результатов отбора существенных входных признаков (ВП) в задачах прогнозирования амплитуды Dst-индекса и потоков релятивистских электронов (РЭ) с энергией >2 МэВ внешнего радиационного пояса Земли на геостационарной орбите с помощью итеративного алгоритма, основанного на методах машинного обучения (МО).

Прогнозируемыми значениями моделей являются часовые значения Dst-индекса и среднечасовые данные о потоках РЭ (>2 МэВ). В качестве ВП в обеих рассматриваемых моделях использовались часовые значения следующих величин: скорость и плотность солнечного ветра (СВ), модуль и компоненты межпланетного магнитного поля (ММП) в системе GSM, Dst-индекс, а в случае прогнозирования потока РЭ (>2 МэВ) – сами среднечасовые значения потока РЭ и значения Kp-индекса. Для каждого из перечисленных физических признаков использовалось его текущее значение на момент прогнозирования и 23 предыдущих часовых значения за последние сутки. Для учёта корреляций, связанных с вращением Земли вокруг своей оси и вокруг Солнца, в качестве ВП дополнительно используются значения синуса и косинуса с суточным и годовым периодами. Прогнозы осуществлялись с горизонтом от 1 до 6 часов с помощью линейной регрессии и с помощью нейронной сети типа многослойный перцептрон (МСП).

Метод-обёртка, используемый для отбора и оценки ВП, описан в [1]. Результатом его работы является список ВП, ранжированных по важности. В настоящей работе использовалась модификация метода, основанная на постепенном удалении признаков, а в качестве модели для оценки качества в ходе работы алгоритма использовалась линейная регрессия.

Далее для выбора оптимального набора ВП с учётом нелинейности обучался ряд МСП, на вход которым подавались наборы, полученные добавлением ВП по одному в порядке убывания важности из списка, полученного основным алгоритмом.

Сравнение результатов отбора признаков показало, что в случае прогнозирования потока РЭ, помимо самих потоков, существенную роль играет только скорость солнечного ветра за 10-17 часов до момента прогнозирования, тогда как для Dst-индекса, помимо самого значения индекса, существенными оказываются также Vz-компонента ММП и скорость СВ, а также модуль ММП В и плотность СВ, хотя и в меньшей степени.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-21-00237, <https://rscf.ru/project/23-21-00237/>.

Литература

1. Владимиров Р.Д. и др. Сравнение эффективности методов машинного обучения при исследовании важности входных признаков в задаче прогнозирования геомагнитного индекса Dst // Геомагн. и аэронавиг. Т. 63. № 2. С. 190-201. 2023.

Секция

Космическая погода

Primary authors: ВЛАДИМИРОВ, Роман (НИИЯФ МГУ); Др МЯГКОВА, Ирина (НИИЯФ МГУ); Мг ШИРОКИЙ, Владимир (SINP MSU); Др БАРИНОВ, Олег (НИИЯФ МГУ); ДОЛЕНКО, Сергей (SINP MSU)

Presenter: ВЛАДИМИРОВ, Роман (НИИЯФ МГУ)