

Прогнозирование категорий возмущения геомагнитного поля по индексу Kp с помощью методов классификации данных

В настоящей работе исследуется возможность прогнозирования уровня геомагнитного возмущения с помощью методов машинного обучения (МО). В качестве прогнозируемой переменной, характеризующей геомагнитное возмущение, используется планетарный индекс Kp. Диапазон изменений индекса Kp разбит на следующие уровни (категории): «невозмущенная и слабовозмущенная магнитосфера» (Kp от 0 до 2-), «слабые геомагнитные возмущения» (Kp от 2 до 3+) и «средние и сильные геомагнитные возмущения» (Kp от 4-). Модели МО выполняют задачу классификации данного уровня в будущем (с горизонтом от 3-х до 24-х часов с шагом в 3 часа).

Для классификации использовались значения Kp, данные о модуле и компонентах межпланетного магнитного поля в системе GSM, данные о параметрах солнечного ветра (скорость, плотность) и значения индекса Dst в текущий и предыдущие моменты времени.

Были протестированы модели на основе следующих методов МО: логистическая регрессия, случайный лес, градиентный бустинг, многослойные перцептроны, рекуррентные нейронные сети. По результатам работы делается вывод об оптимальной модели для классификации уровня геомагнитного возмущения.

Одной из целей работы является исследование значимости каждого из входных признаков в контексте классификации уровня возмущения. Подобный анализ был проведен для лучших моделей, после чего была исследована интерпретация значимых признаков с точки зрения физики. Построена визуальная интерпретация работы моделей.

Рассматривается два варианта использования предыдущих значений переменных – с шагом в 3 часа для всех переменных и с шагом в 1 час для всех переменных, кроме Kp-индекса. Сравниваются результаты моделей при использовании этих двух вариантов. Исследуется возможность добавления дополнительных признаков на основе подсчета различных статистик (таких как минимум, среднее, максимум). Делается вывод о целесообразности использования таких признаков в моделях классификации уровня геомагнитного возмущения.

Кроме того, были исследованы методы подбора гиперпараметров моделей и балансирования классов, и сделаны выводы об их применимости в данной задаче.

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

Секция

Космическая погода

Primary authors: Mr ГАДЖИЕВ, Исмаил (НИИЯФ МГУ); Dr МЯГКОВА, Ирина (НИИЯФ МГУ); Mr ИСАЕВ, Игорь (НИИЯФ МГУ); Dr БАРИНОВ, Олег (НИИЯФ МГУ); Dr ДОЛЕНКО, Сергей (НИИЯФ МГУ)

Presenter: Dr ДОЛЕНКО, Сергей (НИИЯФ МГУ)