ISARD-2025-greenhouse008

Постпроцессинг численных прогнозов концентраций приземного озона и твердых взвешенных частиц в московском регионе с применением моделей машинного обучения

Данил В. Борисов[1]

[1] Hydrometeorological Research Center of the Russian Federation

lbj23.98@mail.ru

Концентрации приземного озона (O_3) и твердых взвешенных частиц (PM_{10}) являются по данным Всемирной Организации Здравоохранения приоритетными показателями при оценке качества воздуха [1]. Современное прогнозирование качества воздуха основано на расчетах концентраций химическими транспортными моделями (ХТМ). Верификация прогнозов ХТМ проводится с использованием данных измерений автоматических станций контроля загрязнения атмосферы (АСКЗА). Для повышения качества прогнозов корректируются параметризации ХТМ, исходные данные (препроцессинг), применяются методы статистического постпроцессинга [2]. Особую актуальность представляют прогнозы концентраций в периоды неблагоприятных для рассеивания загрязнения метеоусловий (НМУ) [3].

Разработан новый инструмент для постпроцессинга прогнозов ХТМ на основе искусственных нейронных сетей (ИНС). Обучение ИНС направлено на минимизацию отклонений прогнозов концентраций от измерений – в обучающей выборке используются часовые прогнозы концентраций и метеопараметров, данные землепользования, в качестве целевой переменной заданы часовые измерения концентраций в соответствующих прогнозам ячейках сетки. В обучающей выборке используются измерения на всех АСКЗА в регионе. Разработаны модели машинного обучения для постпроцессинга численных прогнозов O_3 (ММО-O_3) и PM_{10} (ММО-PM_{10}).

Результаты верификации на независимых выборках продемонстрировали успешность применения разработанных ММО – существенно уменьшены отклонения прогнозов от измерений концентраций O_3 (на 12-43%) и PM_{10} (на 25-62%). Улучшено прогнозирование суточного хода концентраций – коэффициенты корреляции между часовыми прогнозами и измерениями O_3 увеличены с 0.5 (ХТМ) до 0.7–0.9, PM_{10} с 0.1–0.2 (ХТМ) до 0.4–0.6. Разработанные ММО-O_3 и ММО-PM_{10} применимы для улучшения прогнозов ХТМ в периоды повышенных концентраций при НМУ. Показана эффективность ММО-постпроцессинга прогнозов O_3 и PM_{10} в ячейках сетки, на территориях которых не проводятся измерения концентраций. Приводятся результаты применения разработанных ММО к прогностическим полям концентраций O_3 и PM_{10}, рассчитанных ХТМ для территории московского региона.

Исследования проведены в рамках выполнения НИТР 4.9 Плана НИОКР Росгидромета.

[1] WHO global air quality guidelines. Particulate matter ($PM_{2.5}$ and PM_{10}), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide [Электронный ресурс] // World Health Organization: [сайт]. – 2021. – Режим доступа: https://www.who.int/publications/i/item/ 9789240034228 (дата обращения: 22.02.2025).

[2] Тестирование и перспективы технологии прогнозирования загрязнения воздуха с применением химических транспортных моделей CHIMERE и COSMO-Ru2ART / И.Н. Кузнецова, М.И. Нахаев, А.А. Кирсанов [и др.] // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2022. – № 4 (386). – С. 147–170.

[3] Кузнецова, И.Н. Методы прогнозирования метеорологических условий, влияющих на загрязнение приземного воздуха / И.Н. Кузнецова, Ю.В. Ткачева, Д.В. Борисов // Метеорология и гидрология. – 2024. – № 8. – С. 87–103.

This research has been supported by:

1. "Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации", grant 4.9