

Восстановление приповерхностной влажности атмосферы над океаном по данным сопутствующих метеорологических измерений с применением методов машинного обучения

Научный руководитель – Криницкий Михаил Алексеевич

Вострикова Станислава Андреевна

Студент (бакалавр)

Московский физико-технический институт, Москва, Россия

E-mail: vostrikova.sa@phystech.edu

Влажность воздуха в приповерхностном слое атмосферы над океаном является ключевым климатическим параметром, оказывающим значительное влияние на процессы переноса влаги и тепла между океаном и атмосферой, а также на динамику атмосферных процессов в целом. Международный массив данных о характеристиках океана и атмосферы (ICOADS) указывает на недостаточную плотность измерений в начале XX века по сравнению с более поздними периодами [1], что создает сложности для адекватного анализа климатических тенденций относительной влажности.

Представленные в литературе методы восстановления временных рядов влажности [2, 3] зачастую демонстрируют ограниченную точность, основываясь преимущественно на статистических и эвристических подходах. Исследование направлено на повышение качества решения этой задачи за счет применения методов машинного обучения.

В качестве первого, наиболее простого подхода, мы решали задачу в формулировке аппроксимации относительной влажности по данным сопутствующих метеорологических измерений. В исследовании использованы модели машинного обучения следующих типов: линейная регрессия, дерево решений, случайный лес, градиентный бустинг и полносвязная искусственная нейронная сеть. Для повышения территориальной и временной специфичности разрабатываемых моделей мы провели исследование для каждого 2-градусного квадрата и каждого сезона по отдельности. Для каждого вида модели мы оптимизировали гиперпараметры с применением библиотеки байесовской оптимизации Optuna. На основе полученных результатов были построены карты пространственного распределения ошибок моделей, которые позволили выявить регионы с высокой и низкой точностью аппроксимации влажности.

Анализ пространственных карты ошибок показал, что наибольшие ошибки аппроксимации наблюдаются в сезоны и в регионах с высокой изменчивостью влажности (рис. 1).

Анализ неопределенностей меры качества и целевой переменной, проведенный с использованием подхода бутстреп, позволил оценить надежность полученных результатов и выявить ключевые области для дальнейшего улучшения результатов.

Результаты исследования подтверждают эффективность алгоритмов машинного обучения для восстановления данных относительной влажности и позволяют повысить точность восстановления климатических рядов по сравнению с тривиальными подходами, например, усреднением величины по регионам.

Источники и литература

- 1) Александрова М. П., Гулёв С. К. Реконструкция долгопериодной изменчивости облачности и радиационных потоков над мировым океаном: Дис. на канд. физико-математических наук: 1.6.17. М.: ИО РАН, 2023.

- 2) Jiajun Guo, Liang Zhang, Ruqiang Guo Relative humidity prediction with covariates and error correction based on SARIMA-EG-ECM model // J. Springer. Modeling Earth Systems and Environment. 2023. DOI: 10.1007/s40808-023-01738-x.
- 3) Luminda Niroshana Gunawardhana, Ghazi A. Al-Rawas, So Kazama An alternative method for predicting relative humidity for climate change studies // J. Meteorological application. 2017. DOI: 10.1002/met.1641.

Иллюстрации

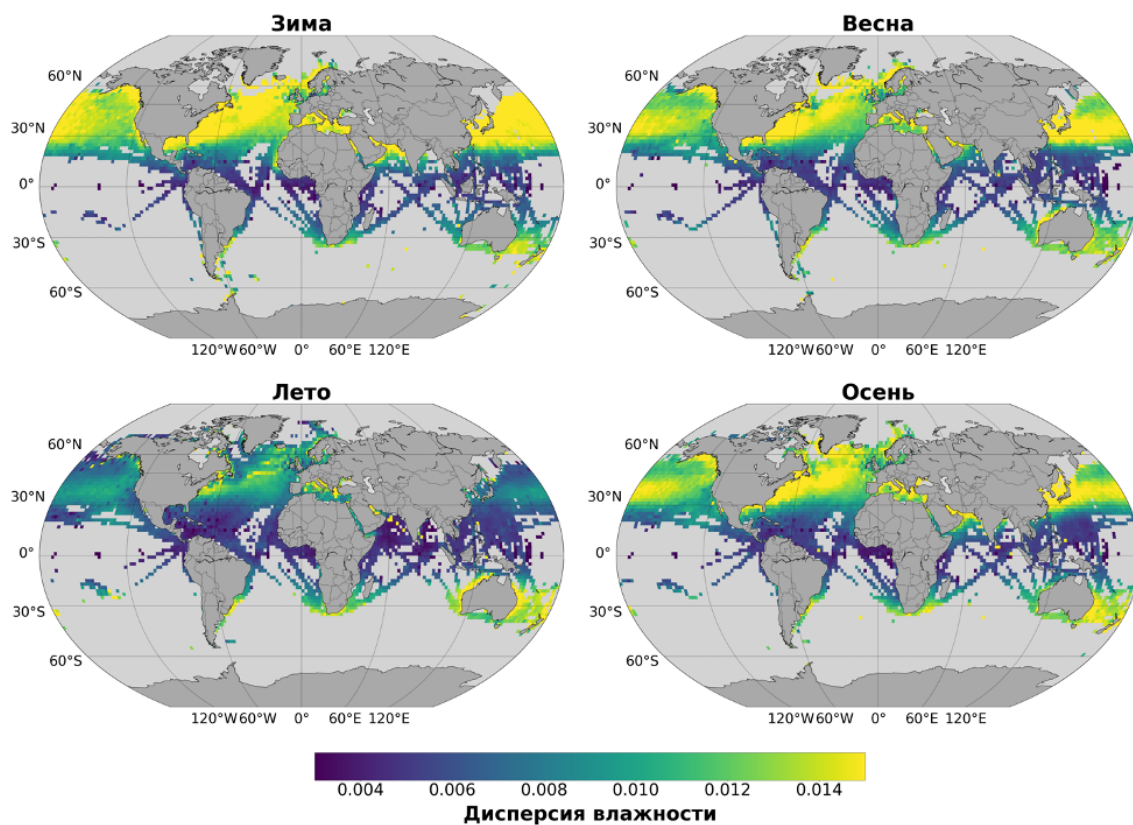


Рис. : Карты разброса значений относительной влажности по сезонам