

О совместном применении модели Recharge Oscillator и методов машинного обучения для прогнозирования Эль-Ниньо

Научный руководитель – Гущина Дарья Юрьевна

Бекряев Иван Романович

Студент (бакалавр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Географический факультет, Москва, Россия
E-mail: ibekryaev@mail.ru

Явление Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК) является важнейшей составляющей глобальной климатической системы. Это сложное комплексное явление, включающее в себя как атмосферную, так и океаническую динамику [1].

Традиционными типами моделей ЭНЮК являются гидродинамические и статистические. К последним относится Recharge Oscillator (RO). Данная модель представляет собой систему двух дифференциальных уравнений с аддитивным и мультипликативным стохастическим форсингом [3]. Переменными модели являются индекс Nino 3 и интегральное теплосодержание в восточной и центральной частях Тихого океана. RO воспроизводит основные статистические характеристики явления и является физически обоснованной моделью [2]. В наше время активно развиваются модели, основанные на машинном обучении (ML). К их достоинствам относится возможность выполнять прогнозы без больших вычислительных затрат. Методы ML требуют длинных рядов данных для обучения, однако ряды наблюдений имеются лишь с середины 19 века. Важно отметить, что для получения интерпретируемых результатов необходим выбор физически обоснованных предикторов.

В работе была произведена попытка прогнозирования Эль-Ниньо с помощью метода машинного обучения «случайный лес», который может воспроизводить нелинейные связи. В качестве обучающей выборки использовались ряды, сгенерированные моделью RO. Эти ряды по основным статистическим характеристикам близки к рядам натуральных наблюдений, но обладают большей длиной (500 лет). Использовались различные комбинации предикторов (индекс Nino3 и теплосодержание или только индекс Nino3). Производились расчёты на основе рядов, сгенерированных как в линейной, так и в нелинейной версиях модели RO при различных лагах по времени.

Проверка на натуральных данных показала, что данная ML модель даёт удовлетворительный прогноз на 3-5 месяцев. (При такой заблаговременности сохраняется достаточно высокая корреляция, а также воспроизводятся основные статистические характеристики). Заблаговременность успешных прогнозов сравнительно невелика, однако сама возможность использования данных, сгенерированных статистической моделью, для обучения ML модели подтверждается. Умеренный успех в прогнозировании может объясняться использованием при обучении ML модели достаточно длинных рядов физически обоснованных предикторов.

Источники и литература

- 1) Гущина Д. Ю. Модификация Эль-Ниньо в условиях меняющегося климата: мониторинг, причины, удаленный отклик : дис. – Моск. гос. ун-т им. МВ Ломоносова, 2014.
- 2) Fedorov A. V. Ocean response to wind variations, warm water volume, and simple models of ENSO in the low-frequency approximation //Journal of climate. – 2010. – Т. 23. – №. 14. – С. 3855-3873.

- 3) 3. Vialard J. et al. The El Niño Southern Oscillation (ENSO) recharge oscillator conceptual model: Achievements and future prospects //Reviews of Geophysics. – 2025. – Т. 63. – №. 1. – С. e2024RG000843.