

**УДК 519.6**

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ  
ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ**

**Сарафанов М.И. (Университет ИТМО), Никитин Н.О. (Университет ИТМО)**

**Научный руководитель – к.т.н., доцент Калюжная А.В.**

**(Университет ИТМО)**

Представлены результаты применения композитных моделей машинного обучения для задачи прогнозирования временных рядов с разной заблаговременностью. Производится сравнение точности прогнозирования на основе моделей, построенных при помощи фреймворка FEDOT (<https://github.com/nccr-itmo/FEDOT>), с существующими state-of-the-art решениями.

Задача прогнозирования временных рядов широко изучена как зарубежными, так и отечественными учеными. Для научных исследований и решения инженерных задач десятилетиями применяются такие статистические модели, как AR, ARIMA, SARIMA и другие их модификации. Тем не менее, инструментарий в области обработки временных рядов продолжает расширяться и в настоящее время. Немалую роль в этом играет внедрение методов машинного обучения (МО).

Наиболее многообещающим подходом в области повышения эффективности применения методов МО для прогнозирования временных рядов является составление композитных моделей, которые состоят из нескольких одиночных моделей. Такая структура из нескольких моделей способна улавливать более сложные закономерности в данных, чем может одиночная (например, явления разных масштабов). Предсказания моделей одного уровня графа структуры будут являться предикторами для моделей следующего уровня, и так далее, пока не будет представлен финальный прогноз. Однако, и классическим прогнозным моделям, и моделям МО свойственен недостаток – для их эффективной работы требуется настройка. При построении композитной модели важнейшим аспектом является выбор ее оптимальной структуры. В рамках данной работы для идентификации структур используется эволюционный алгоритм GPComp, который является частью фреймворка автоматического машинного обучения FEDOT. Для определения возможности применения алгоритма автоматического построения композитных моделей для повышения эффективности прогнозирования временных рядов был выполнен набор вычислительных экспериментов. Используемый фреймворк FEDOT сравнивался с библиотеками-конкурентами: AutoTS, Auto Timeseries, AutoKeras, H2O.

В результате проведенной работы были исследованы возможности алгоритма автоматической идентификации композитных моделей для прогнозирования временных рядов в прогнозах различной заблаговременности, а именно от 10 до 1000 элементов. Была произведена валидация на 12 разных временных рядах, продолжительностью от 468 до 17520 элементов. В качестве конкурирующих решений использовались алгоритмы настройки как классических статистических моделей, таких как ARIMA, так и рекуррентных нейронных сетей.

В ходе работы в фреймворк были внедрены и опробованы специфические методы предобработки для временных рядов, что позволит более гибко настраивать композитные модели в дальнейшем.