

УДК 519.6

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОКЕАНА С ПОМОЩЬЮ ГИБРИДНЫХ МОДЕЛЕЙ И АВТОМАТИЧЕСКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Борисова Ю. И.

Научный руководитель – к.т.н., Никитин Н. О.

(Университет ИТМО)

### Аннотация.

В работе предлагается подход к построению гибридной модели, объединяющей предметное физическое моделирование и моделирование с помощью автоматического машинного обучения. Рассмотрены методы реализации модели, а также преимущества описанного подхода.

### Введение.

Моделирование гидродинамических процессов является неотъемлемой составляющей планирования строительства и эксплуатации промышленных объектов. В настоящее время данная задача является актуальной для территории Арктики. Физические предметные модели, основанные на системах дифференциальных уравнений, используются для решения подобных задач давно, однако их объединение с моделями, построенными на данных с помощью машинного обучения, способно давать лучшее качество прогнозирования, при этом повышая интерпретируемость гибридной модели.

### Основная часть.

Для проведения экспериментов в качестве предметной модели была выбрана модель динамики (термодинамики) океана NEMO 4.0. - Nucleus for European Modelling of the Ocean. Для построения модели с использованием машинного обучения использовались данные реанализа, охватывающие всю территорию Арктики. Тестирование подхода производилось на переменной SSH – Sea Surface Height. Построение модели на данных производилось с помощью автоматического машинного обучения. Его преимуществом является использование эволюционных методов для изменения структуры композитной модели, а также настройка параметров посредством методов оптимизации. Для построения гибридной модели использовался фреймворк FEDOT, в узлы композитной модели машинного обучения была добавлена предметная модель. Подход был применен к набору временных рядов, сформированных для регулярной сетки точек, с производением прогнозирования и валидацией в каждой из них. Временные ряды из соседних точек также использовались для увеличения обучающей выборки, что позволило увеличить стабильность моделирования для разных точек пространства.

### Выводы.

В ходе проведенных экспериментов было произведено построение гибридной модели, объединяющей как численные методы моделирования, так и методы машинного обучения. Произведена валидация результатов прогнозирования для регулярной сетки точек, выявлены преимущества предложенного подхода.

Борисова Ю. И. (автор)

\_\_\_\_\_

Никитин Н. О. (научный руководитель)

\_\_\_\_\_