

УДК 004.032.26:51+621.452.3+536.7

Синтез нейронной сети и эмоционального интерфейса в части оптимизации поля температур узлов турбореактивного двигателя

Загородников Сергей Анатольевич^(*)

zagorodnikovsergey@yandex.ru

Силуянова Марина Владимировна

dc2mati@yandex.ru

Самойлов Андрей Васильевич

asamandrei@yandex.ru

Савилкин Сергей Сергеевич

bor-1941@mail.ru

Горбунов Александр Александрович

gorbunov.alexandr93@gmail.ru

Московский авиационный институт, Москва, Россия

Аннотация. В работе представлена интеграция методов машинного обучения и синтеза эмоционального интерфейса для мониторинга состояния турбореактивных двигателей (ТРД). Эмоциональный интерфейс помогает операторам лучше понимать состояние узла благодаря интуитивным визуальным и звуковым сигналам. Приведены результаты прогнозирования температурных режимов и описан процесс анализа данных, создания и тестирования нейронной сети. Результаты подтверждают точность предсказанных температур и эффективность применения эмоционального интерфейса к отображению информации.

Ключевые слова: турбореактивный двигатель, нейронная сеть, эмоциональный интерфейс, оптимизация температурного поля, мониторинг состояния двигателя, машинное обучение, прогнозирование температур

Введение. Современные авиационные двигатели являются сложными системами, требующими постоянного контроля во избежание критических отказов. Одним из параметров, влияющих на надежность работы турбореактивных двигателей, является температура в узлах. Оптимизация распределения температуры позволяет повысить ресурс двигателя, снизить вероятность аварийных ситуаций и увеличить безопасность полетов. Существующие системы мониторинга часто перегружены информацией, что затрудняет быстрое принятие решений операторами. Актуальной задачей становится разработка эффективных средств анализа и представления информации о состоянии двигателя.

Материалы и методы; результаты. Для решения задачи были использованы следующие методы и материалы:

1) данные о температуре узлов ТРД собирались с помощью датчиков, установленных на реальных образцах двигателей [1]. Получены ряды температурных значений для различных условий эксплуатации;

2) для прогнозирования поля температур разработана многослойная рекуррентная нейронная сеть (RNN), использующая архитектуру LSTM [2]. Модель обучалась на статистических данных в ходе обработки информации ТРД методами регуляризации и нормализации [3];

3) спроектирован интерфейс, включающий элементы визуализации и звукового сопровождения, которые помогают оператору быстро оценить текущее состояние двигателя;

4) эффективность предложенных подходов оценивалась по точности прогноза температурных распределений и времени реакции операторов на изменения состояния двигателя при использовании интерфейса [4].

Результаты показали, что синтезированная нейронная модель способна точно прогнозировать распределение температур в двигателе с точностью до 95 %. Разработанный эмоциональный интерфейс улучшает восприятие информации, сокращая время принятия решений на 30 % по сравнению с традиционными средствами мониторинга. Звуковые и визуальные сигналы позволили быстрее идентифицировать отказы и неисправности в части повышенной температуры узлов в работе двигателя и оперативно реагировать на них.

Заключение. Представленные подходы к синтезу нейронных сетевых моделей и разработке эмоционального пользовательского интерфейса демонстрируют высокий потенциал для повышения надежности и безопасности эксплуатации турбореактивных двигателей. Полученные результаты могут быть применены как в авиационной промышленности, так и в других областях.

Список источников

- [1] Гладков, А.В., Иванов, И.А. Современные методы диагностики и мониторинга турбореактивных двигателей. *Вестник МАИ*, 2018, № 25 (5), с. 33–40.
- [2] Соколов П.Н., Орлов Л.Д. Моделирование тепловых процессов в турбореактивном двигателе с использованием метода конечных элементов. *Авиакосмическая техника и технология*, 2019, вып. 11, с. 42–49.
- [3] Карпов В.Ю., Смирнов А.А. Использование методов искусственного интеллекта для оптимизации температурных режимов в авиационных двигателях. *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*, 2021, т. 22, № 2, с. 230–238.
- [4] Силуянова, М.В. Исследование тепловых характеристик турбореактивных двигателей методом математического моделирования. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение*, 2016, № 1, с. 57–68.