

Г. А. САИТОВА, А. А. ЕЛИЗАРОВА
Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ О РЕЗУЛЬТАТАХ ИСПЫТАНИЙ РАБОТЫ ТУРБОРЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Большое количество параметров работы турбореактивных двигателей не поддается ручной переработке. В целях оптимизации процесса анализа данных с испытаний предлагается использовать интеллектуальный анализ данных блока электронной системы управления. С помощью технических средств и методов искусственного интеллекта можно проанализировать большое количество данных. Результаты интеллектуального анализа данных в дальнейшем предполагается использовать для обоснования принятия решений и автоматизации аналитической деятельности эксперта.

Введение. В отрасли авиастроения на сегодняшний день существует проблема обработки большого количества данных с приборов турбореактивного двигателя. При ознакомлении с данной темой была найдена работа: «Интеллектуальная система поддержки экипажа» [1]. Данная система не предусматривает разработку нейронной сети, также отличается объектом. Предполагаемый доклад посвящен разработке интеллектуальной системы анализа данных о результатах испытаний работы турбореактивного двигателя.

Целью работы является разработка интеллектуальной системы анализа данных о результатах испытаний работы турбореактивного двигателя.

Создаваемая система позволит выявлять отклоняющиеся параметры при определенных проблемах в двигателе. Также сократится время обработки данных и ошибки, возникающие из-за человеческого фактора.

Турбореактивный двигатель и система управления двигателем. Несмотря на простоту конструкции, турбореактивный двигатель – это сложная система, которой практически полностью управляет «умная» автоматика [2].

Общая схема ТРДД представлена рис. 1. Первый контур вмещает в себя компрессоры высокого и низкого давления, камеру сгорания, турбины высокого и низкого давления и сопло. Второй контур состоит из направляющего аппарата и сопла. Такая конструкция является базовой, но возможны и некоторые отклонения, например, потоки внутреннего и внешнего контура могут смешиваться и выходить через общее сопло, или же двигатель может оснащаться форсажной камерой [3].

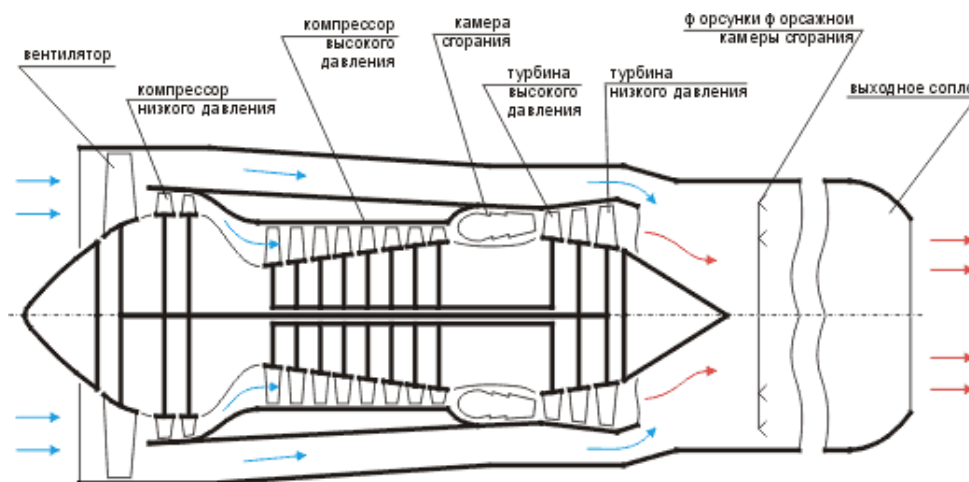


Рис. 1. Общая схема ТРДД

Электронный блок управления на протяжении всего рабочего времени принимает и обрабатывает данные, затем, исходя из этого, управляет системой. Внутренние процессы всей системы оказывают свое влияние на стабильность работы двигателя и второстепенных элементов.

Синтез нейронной сети. Для разработки нейронной сети необходимо определить не только вид нейронной сети, но также входные и выходные данные. Адекватность разработанной интеллектуальной системы напрямую зависит от представлений разработчика. Знания о примерных результатах работы сокращают ошибки моделирования и кодирования.

Выбранный режим – максимальный. Причиной выбора являются характеристики рабочего режима. На нем двигатель работает в максимальной мощности, что является интересным в качестве исследования, в отличие от прогрева и малого газа.

Обучение и тестирование нейронной сети производится на данных максимальных, средних и минимальных значениях.

В качестве предмета создания нейронной сети выбран левый двигатель. Разница в двигателях минимальна, так как они одной модели и серии.

Структурная схема нейронной сети с обратной связью представлена на рис. 2.

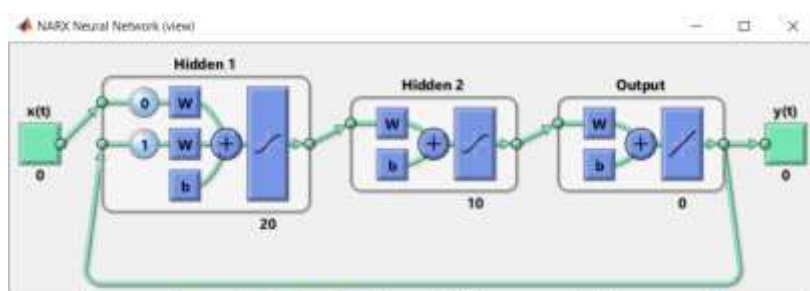


Рис. 2. Структурная схема нейронной сети

Исходя из большого количества данных, обучение прошло полный цикл, все 1000 эпох.

Наглядность графика состоит в демонстрации всех влияющих параметров на одной плоскости. График переходного процесса по исходным данным представлен на рис. 3.

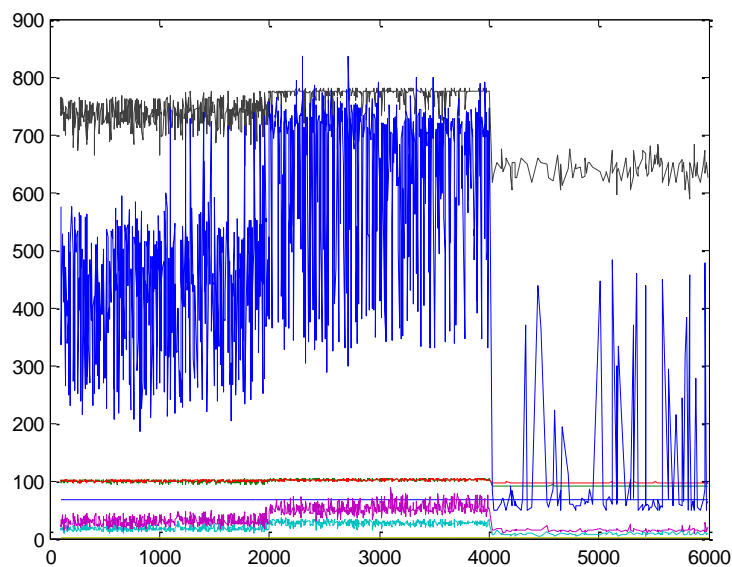


Рис. 3. График переходного процесса по исходным данным (по оси ординат расположено время, по оси абсцисс – параметры двигателя)

Как видно из графика, изначально режим работает на средней мощности, затем переходит в свою максимальную стадию, потом же в минимальную. Данные сдвиги наглядно видны.

После обработки кода на экран выводится переходный процесс уже построенный нейронной сетью. График переходного процесса, построенный нейронной сетью, представлен на рис. 4.

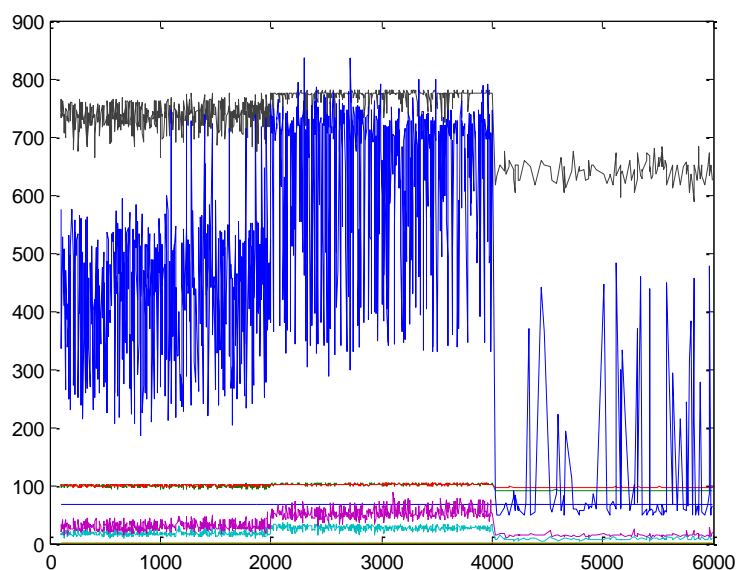


Рис. 4. График переходного процесса, построенный нейронной сетью (по оси ординат расположено время, по оси абсцисс – параметры двигателя)

Графики имеют минимальные различия, поставленная задача идентификации успешно решается с помощью рекуррентной нейронной сети, с достаточно высокой точностью имитирующих (аппроксимирующих) поведение сложной динамической системы.

Заключение. Реализована нейронная сеть в пакете *MatLab*. Созданная нейросеть является перцептроном, с обратной связью, с двумя скрытыми слоями по 20 и 10 нейронов соответственно. Переходные процессы моделирования показывают, что качество модели достаточно высокое.

Таким образом, разработанная модель обеспечивает высокую точность на интервале, присутствовавшем в обучении нейросети.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. РФ № 2541902 / А.Ф. Якушев, А.В. Ясенюк, М.И. Минеев, Ю.И. Калинин, В.П. Болин, Ю.М. Павленко, А.Ю. Дрожжина, С.А. Терновский, В.А. Якушев, О.А. Мусихина, Л.В. Фролкина. Интеллектуальная система поддержки экипажа. Опубл. 20.02.2015, Бюл. № 5.
2. **Гуревич О.С.** Системы автоматического управления авиационными газотурбинными двигателями. Москва: Торус Пресс, 2010. 264 с.
3. **Климентовский Ю.А.** Системы автоматического управления силовыми установками летательных аппаратов: Учебное пособие. Киев: Машиностроение, 2001. 400 с.

G.A.Saitova, A.A.Elizarova, (Ufa State Aviation Technical University, Ufa)

Development of an intelligent system for analysis of data on the results of tests of the operation of a turbojet engine

A large number of operating parameters of turbojet engines cannot be manually processed. In order to optimize the process of analyzing data from tests, it is proposed to use data mining of the electronic control system unit. With the help of technical means and methods of artificial intelligence, it is possible to analyze a large amount of data. The results of data mining are supposed to be used in the future to justify decision-making and automate the analytical activities of an expert.