

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Нгуен Ань Ту

«Алгоритмическое обеспечение нейронной сети с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в данных», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (научные исследования)»

**Актуальность темы диссертации.** Задачи автоматического обнаружения скрытых закономерностей в наборах данных актуальны для многих направлений научной деятельности. Решение этих задач возможно на основе различных методов. В диссертационной работе Нгуен Ань Ту для этой цели используются методы теории искусственных нейронных сетей и теории нечеткой логики. На основе комбинации этих методов автор диссертации создает новый тип искусственных нейронных сетей (ИНС), использующих в качестве функций активации (ФА) полиномиальные кусочно-непрерывные функции принадлежности (ФП) теории нечетких систем. Исследование возможностей данного нового типа ИНС для обнаружения закономерностей в наборах данных несомненно является актуальной и перспективной диссертационной темой.

**Оценка выполненной соискателем работы.** При выполнении диссертационной работы Нгуен Ань Ту решил следующие задачи:

- 1) выполнил анализ существующих полиномиальных кусочно-непрерывных ФП в теории нечетких систем с целью их использования в качестве ФА нечетких нейронных сетей.
- 2) разработал тестовые наборы данных для типовых задач обнаружения закономерностей в данных;
- 3) построил модели нечетких нейронных сетей для тестовых задач обнаружения закономерностей в данных:
  - ✓ прогнозирование временных рядов со стохастическим трендом;

- ✓ определение параметров детерминированного полезного сигнала на фоне белого шума;
  - ✓ классификация интенсивности марковского случайного потока событий;
  - ✓ классификация объектов и их состояний;
- 4) разработал алгоритмы обучения нечетких ИНС для перечисленных выше тестовых задач обнаружения закономерностей в данных;
  - 5) выполнил математическое моделирование ИНС для тестовых задач обнаружения закономерностей в данных.

**Структура диссертации.** Диссертация содержит решение перечисленных выше задач и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, списка сокращений и приложения.

**Основные результаты диссертации** Нгуен Ань Ту состоят в следующем:

- 1) разработаны новые функции активации нейронных сетей, основанные на функциях принадлежности LR-типа теории нечетких систем и теории надежности, и на их основе предложены новые нейронные сети;
- 2) модифицированы алгоритмы обучения нейронных сетей для типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных для повышения эффективности систем обработки информации;
- 3) выполнено моделирование новых нейронных сетей для типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных: прогнозирование временных рядов, определение амплитуды детерминированного полезного сигнала на фоне белого шума, классификация интенсивности марковского случайного потока событий, классификации объектов и их состояний.

Перечисленные выше основные результаты обладают **научной новизной**:

1. Разработаны новые функции активации для нейронных сетей, которые основаны на функции принадлежности теории нечетких систем и теории надежности, что обеспечило разработку новых ИНС.
2. Модифицированы алгоритмы обучения нейронных сетей для типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных, модифицированы

метод Левенберга – Марквардта, алгоритм кластеризации K – средних, вычисление весов выходного слоя нечетких нейронных сетей с использованием псевдообратного метода, алгоритм масштабированного сопряженного градиента.

3. Созданы модели новых нейронных сетей для типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных: прогнозирование временных рядов, определение амплитуды детерминированного полезного сигнала на фоне белого шума, классификация интенсивности марковского случайного потока событий, классификация объектов и их состояний.

Итак, в диссертации Нгуен Ань Ту представлено оригинальное решение актуальной научно-технической задачи алгоритмического обеспечения нейронной сети нового типа с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в наборах данных.

**Полнота и достоверность решения поставленных задач.** Результаты научного исследования Нгуен Ань Ту являются полными и достоверными. Достоверность полученных результатов обеспечивается обоснованностью принятых допущений, проверкой статистическими методами, опирается на результаты исследований, полученных в лабораторных условиях, корреляции теоретических результатов и результатов моделирования, а также коррелируется с результатами других исследователей.

**Апробация результатов работы.** Основные положения диссертационной работы Нгуен Ань Ту докладывались на пяти международных научных конференциях, а также на научных семинарах НИ ТПУ и ТУСУР.

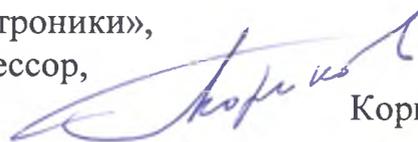
**Публикации.** Все основные результаты диссертации, составляющую научную новизну, полностью отражены в публикациях автора. Из них пять работ соответствуют списку журналов, рекомендуемых ВАК, а три работы индексируются в международных базах цитирования WoS и Scopus.

За период обучения в аспирантуре и работы по теме диссертации (2015 – 2019 гг.) Нгуен Ань Ту сформировался как ученый, способный самостоятельно выполнять постановку задач исследования, осуществлять выбор методов

исследования, выполнять исследование и интерпретировать результаты исследования. В данной диссертационной работе изложены результаты, полученные её автором Нгуен Ань Ту лично и самостоятельно. Диссертация подтверждает его сформированность как самостоятельного научного сотрудника.

Считаю, что диссертация Нгуен Ань Ту «Алгоритмическое обеспечение нейронной сети с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в данных» соответствует паспорту научной специальности 05.13.01 и требованиям Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, а автор диссертации Нгуен Ань Ту заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (научные исследования)».

Научный руководитель, заведующий кафедрой  
Автоматизированные системы управления  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники»,  
доктор технических наук, профессор,  
заслуженный деятель науки РФ



Кориков Анатолий Михайлович

12.04.2019г.

Подпись Корикова Анатолия Михайловича заверяю:

Ученый секретарь ТУСУР



Е.В. Прокопчук

