

## ОТЗЫВ

дополнительного члена совета ДС.ТПУ.15 на диссертационную работу 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 исследования** определяется тем, что в настоящее время системы с нейронными сетями активно развиваются и применяются для решения современных задач цифровизации: автоматизации и роботизации технологий и производств, автоматизации проектирования интеллектуальных систем анализа и баз данных. Особенно интересно с помощью нейросетевых технологий решение неформализуемых задач обнаружения скрытых закономерностей в наборах данных. Решение этой проблемы важно, как для науки, так и для практических приложений.

**Диссертация состоит** из введения, 4 глав, заключения, списка литературы. Объем диссертации составляет 112 страниц, включая 39 рисунков, 5 таблиц и список литературы из 118 наименований.

В диссертации автором приведено решение научной задачи по разработке и исследованию нейронных сетей с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в наборах данных. В работе рассмотрены алгоритмы обучения и программные реализации нечетких нейронных сетей.

Диссертационная работа изложена логически последовательно и технически грамотно. Оформлена в соответствии с требованиями Положения, выдержана в научном стиле и содержит достаточное количество информации для освещения исследуемой темы.

**Обоснованность положений и выводов**, представленных в диссертации подтверждается в первую очередь результатами успешных экспериментов по решению задач классификации с помощью разработанных нечетких

нейронных сетей. Кроме того, тем, что использованы известные и проверенные методики исследования, основанные на теории нечетких множеств и искусственных нейронных сетей, надежные методы обучения нейронных сетей и цифровой обработки сигналов.

**Научная новизна полученных результатов** заключается в том, что разработанные новые функции активации, основанные на функциях принадлежности теории нечетких систем и теории надежности, позволили разработать новые нейронные сети. Модифицированы алгоритмы обучения нейронных сетей для типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных. Усовершенствованы метод Левенберга – Марквардта, алгоритм кластеризации K – средних, вычисление весов выходного слоя нечетких нейронных сетей с использованием псевдообратного метода, алгоритм масштабированного сопряженного градиента. Созданы модели новых нейронных сетей для типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных: прогнозирование временных рядов, определение амплитуды детерминированного сигнала на фоне белого шума, классификация интенсивности марковского случайного потока событий и классификация объектов и их состояний.

**Практическая значимость работы** заключается в использовании результатов в учебном процессе кафедры «Автоматизированные системы управления» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

Предложенные в диссертации модели и алгоритмы могут быть применены для создания программного обеспечения нечеткого нейросетевого классификатора повышающего эффективность решения целого ряда задач по классификации сложных объектов и определению их состояний.

### **Замечания по диссертации**

1) В диссертации недостаточно уделено внимания методике оценки эффективности новых нейросетевых методов классификации в зависимости от изменения характеристик и методов обучения нейросетей.

2) В тексте диссертации и автореферата очень мало внимания уделено практическому использованию, а фактически - внедрению результатов работы.

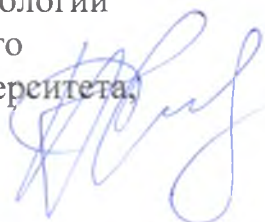
Указанные замечания не уменьшают общей значимости результатов и положительного впечатления от работы в целом.

### **Заключение**

Представленная диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научно-техническом уровне. В работе решен комплекс задач, имеющих существенное значение для развития теоретических и практических применений нейросетевых технологий. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Публикации в достаточной мере отражают основные положения работы.

В целом, диссертационная работа Нгуен Ань Ту на тему «Алгоритмическое обеспечение нейронной сети с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в данных» отвечает требованиям п.п. 8-12 «Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете», утвержденного приказом ФГАОУ ВО НИ ТПУ от 6 декабря 2018 г. № 93/од, а её автор достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (научные исследования)».

Заведующий научно-образовательной лабораторией  
«Электроника и автоматика физических установок»  
Инженерной школы ядерных технологий  
Национального исследовательского  
Томского политехнического университета,  
д-р техн. наук, профессор



С.Н. Ливенцов

Ливенцов Сергей Николаевич, доктор технических наук, профессор, телефон и адрес: рабочий телефон +7 (3822) 60-63-43, факс +7 (3822) 42-39-34, 634049, г. Томск, проспект Ленина, дом 2, к.131, e-mail: [liventsov@tpu.ru](mailto:liventsov@tpu.ru)

Защитил докторскую диссертацию по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (атомная промышленность)» в 2005 г.

Научная специализация: 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)», 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (технические науки), 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации», 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»  
Россия, 634050, г. Томск, Тел. +7 (3822) 60-63-33, Факс. +7 (3822) 56-38-65.

Подпись Ливенцова С.Н. удостоверяю

Ученый секретарь ТПУ



О.А. Ананьева

5.12.1977