



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе и
инновациям ФГАОУ ВО НИ ТПУ

 Степанов И. Б.

«24» 04 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Национальный
исследовательский Томский политехнический университет»

Диссертация «Алгоритмическое обеспечение нейронной сети с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в данных» выполнена в отделении автоматизации и робототехники инженерной школы информационных технологий и робототехники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

В период подготовки диссертации соискатель Нгуен Ань Ту обучался в очной аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

В 2015 г. Нгуен Ань Ту с отличием окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по направлению 27.04.04 – Управление в технических системах (магистратура).

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2019 г. федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук Корилов Анатолий Михайлович, работает в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», на кафедре

«Автоматизированные системы управления», в должности заведующего кафедрой.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность диссертационной работы.

В диссертации решается задача разработки и исследования нейронных сетей (НС) с новыми полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в наборах данных, разработки алгоритмов обучения и программных средств для создания новых нечетких НС. Нейронные сети разрабатываются для решения типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных: прогнозирования временных рядов, определения амплитуды детерминированного полезного сигнала на фоне белого шума, классификации интенсивности марковского случайного потока событий и классификации объектов и их состояний. Подобные задачи относятся к неформализуемым задачам искусственного интеллекта (ИИ) и находят широкое практическое применение при автоматизации и роботизации технологических процессов и производств, проектирования информационно-вычислительных систем, телекоммуникационных и компьютерных сетей и т.д. Решение таких задач осложняется различными видами НЕ-факторов знаний: неопределенность, нечеткость, неточность, недоопределенность и неполнота знаний эксперта о свойствах проблемной области. Преодоление трудностей решения подобных задач возможно на пути развития теории и практики искусственных нейронных сетей и технологий. Нгуен Ань Ту в своей диссертации преодолевает эти трудности и решает в диссертационной работе актуальную научно-техническую задачу алгоритмического обеспечения нейронных сетей нового типа с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в наборах данных.

Оценка выполненной соискателем работы.

В диссертации изложены новые научно обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для развития теории и практики системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и идентификации сложных систем. Основными научными достижениями являются:

Новые функции активации (ФА) нейронных сетей, основанные на функциях принадлежности LR-типа теории нечетких систем и теории надежности, и разработанные на базе этих ФА нейронные сети нового типа.

Модификация алгоритмов обучения нейронных сетей для типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных для повышения эффективности систем обработки информации и идентификации сложных систем.

Модели нейронных сетей нового типа для решения 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 и классификация объектов и их состояний.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.

Основные научные результаты, представленные в диссертации, получены лично автором. В работах соискателя, опубликованных совместно с научным руководителем, д.т.н. профессором А.М. Кориковым определены задачи и тема диссертации. Из публикаций с соавторами соискатель использовал в диссертации только результаты, полученные лично автором.

Степень достоверности результатов проведенных исследований.

Достоверность полученных результатов научного исследования обеспечивается обоснованностью принятых допущений, проверкой результатов и принятых допущений статистическими методами, опирается на результаты моделирования и на корреляцию результатов моделирования с результатами других исследователей.

Научная новизна диссертации.

Предложены новые функции активации для нейронных сетей, которые основаны на функции принадлежности теории нечетких систем и теории надежности, и на их базе разработаны новые нейронные сети.

Модифицированы алгоритмы обучения нейронных сетей для типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных, модифицированы метод Левенберга – Марквардта, алгоритм кластеризации К - 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 полезного сигнала на фоне белого шума, классификация интенсивности марковского случайного потока событий и классификация объектов и их состояний.

Практическая значимость диссертации.

Предложенные в диссертационной работе модели и алгоритмы могут быть применены для создания программного обеспечения нечеткого нейросетевого классификатора с целью повышения эффективности решения следующих прикладных задач:

Прогнозирование временных рядов со стохастическим трендом.

Определение параметров полезного сигнала на фоне помех (шумов) при диагностике технических систем.

Классификация интенсивности марковского случайного потока событий как модели трафика в телекоммуникационных и компьютерных сетях.

Классификация сложных объектов и их состояний.

Публикации.

Материалы диссертации отражены в 12 печатных работах, в этом числе пять статей в журналах, входящих в перечень ВАК, и три статьи в изданиях, входящих в базы научного цитирования Scopus и WoS.

Список опубликованных работ автора.

В журналах, рекомендованных ВАК России:

Нгуен, А.Т. Компьютерное моделирование показателей нечеткой надежности / А.Т. Нгуен, А.А. Ефремов // Доклады ТУСУР. – 2016. – Т. 19, № 1. – С. 57-62. DOI: 10.21293/1818-0442-2016-19-1-57-62.

Нгуен, А.Т. Модель нейронной сети с нечеткими функциями активации для прогнозирования временного ряда / А.Т. Нгуен, А.М. Кориков // Доклады ТУСУРа. – 2016. – Т. 19, № 4. – С. 49–51. DOI: 10.21293/1818-0442-2016-19-4-49-51.

Нгуен, А.Т. Нечеткая нейросетевая классификация интенсивности марковского случайного потока событий/ А.М. Кориков, А.Т. Нгуен // Доклады ТУСУРа. – 2017. – Т. 20, № 2. – С. 79–83. DOI: 10.21293/1818-0442-2017-20-2-79-83.

Нгуен, А.Т. Нейро-нечеткая классификация объектов и их состояний / А.М. Кориков, А.Т. Нгуен // Научный вестник НГТУ. – 2018. – № 3 (72). – С. 73–86. – doi: 10.17212/1814-1196-2018-3-73-86. DOI: 10.17212/1814-1196-2018-3-73-86.

Нгуен, А.Т. Нейронные сети с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для поиска закономерностей в данных / А.Т. Нгуен, А.М. Кориков // Доклады ТУСУР. – 2019. – Т. 22, № 1.

В международных базах научного цитирования Scopus и WoS:

Nguyen, A.T. Models of neural networks with fuzzy activation functions / A.T. Nguyen, A.M. Korikov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2017. Vol. 177 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/177/1/012031>, свободный (дата обращения: 01.03.2017). DOI:10.1088/1757-899X/177/1/012031.

Nguyen, A.Tu. Application of Artificial Neural Networks to Predict Dynamic Responses of Wing Structures due to Atmospheric Turbulence / A.Tuan Nguyen, J.H. Han, A.Tu Nguyen // IJASS, Vol.18, No.3, pp.474-484, September, 2017. DOI: 10.5139/IJASS.2017.18.3.474.

Nguyen, A. Tu. Fuzzy Neural Network Technology Support Decision-Making / A.Tu Nguyen, A.M. Korikov, A.Tuan Nguyen // Advances in Computer Science Research. — 2017. — Vol. 72 : Information technologies in Science, Management, Social sphere and Medicine (ITSMSSM 2017). — P. 128-131. DOI: <https://doi.org/10.2991/itsmssm-17.2017.27>.

Публикации в других изданиях:

Нгуен, А.Т.. Методы описания блок-схем надежности систем / В.Т. Динь, А.Т. Нгуен // Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Молодёжь и современные информационные технологии». – 2013. – Томск: Издательство ТПУ. - С.56-58.

Нгуен, А.Т. Способ описания структуры резервирования технических систем / А.Т. Нгуен // Сборник трудов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Технологии Microsoft в теории и практике программирования». – 2015. – Томск: Издательство ТПУ. - С.81-85.

Нгуен, А.Т. Задачи обучения нечетких нейронных сетей / А.Т. Нгуен, А.М. Кориков // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления». – Томск: В-Спектр, 2017. – С. 65- 68.

Нгуен, А.Т. Нечеткая нейросетевая кластеризация интенсивности МС - потоков событий / А.Т. Нгуен, А.М. Кориков // Сборник материалов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». – 11.2017. – С. 53-54.

Апробация результатов работы.

Основные положения и результаты диссертации были представлены на следующих международных конференциях и семинарах:

Международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления», г. Томск, 2016, 2017 гг.;

Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Молодёжь и современные информационные технологии», г. Томск, 2016, 2017 гг.;

Международной научной конференции «Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине», г. Томск, 2017 г.;

Научных семинарах кафедры АСУ ТУСУР в 2015 – 2019 гг.;

Научных семинарах кафедры АиКС НИ ТПУ в 2015 – 2017 гг. и отделения АиР НИ ТПУ в 2018 – 2019 гг.

Результаты диссертации использованы в учебном процессе ФГБОУ ВО ТУСУР.

Соответствие содержания диссертации научной специальности определяется её направленностью на исследование и разработку перспективных систем принятия решений, обработки информации и идентификации сложных систем – нейронных сетей с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в наборах данных. Диссертация соответствует следующим трем пунктам паспорта специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (научные исследования)»:

Пункт 1: Теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.

Пункт 7: Методы и алгоритмы структурно-параметрического синтеза и идентификации сложных систем.

Пункт 11: Методы и алгоритмы прогнозирования и оценки эффективности, качества и надежности сложных систем.

Опубликованные работы отражают основное содержание диссертации.

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

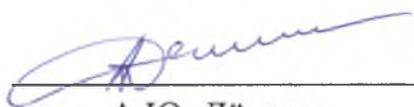
Заключение принято на заседании научно-технического семинара инженерной школы информационных технологий и робототехники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». Присутствовало на заседании 11 человек, в том числе 4 докторов наук. Результаты голосования: «ЗА» –11 «ПРОТИВ» – нет, «ВОЗДЕРЖАЛСЯ» – нет, протокол № 25 от «10» апреля 2019 г.

Председатель научно-технического
семинара д.ф-м.н., профессор



Г.Я. Мамонтов

Секретарь научно-технического
семинара к.т.н., доцент



А.Ю. Дёмин

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и
инновациям ФГБОУ ВО ТУСУР




В.М. Рулевский

«19» 04 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

Диссертация «Алгоритмическое обеспечение нейронной сети с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в данных» выполнена в отделении автоматизации и робототехники инженерной школы информационных технологий и робототехники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» и на кафедре «Автоматизированные системы управления» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники». В период подготовки диссертации с 2015 г. по 2019 г. соискатель Нгуен Ань Ту обучался в очной аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» под научным руководством заведующего кафедрой «Автоматизированные системы управления» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» д.т.н. Кориков Анатолий Михайлович.

В 2015 г. Нгуен Ань Ту с отличием окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по направлению 27.04.04 – Управление в технических системах (магистратура).

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2019 г. федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего

образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук Корилов Анатолий Михайлович, работает в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», на кафедре «Автоматизированные системы управления», в должности заведующего кафедрой.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность диссертационной работы.

В диссертационной работе рассматривается важная для науки и практики задача автоматического обнаружения скрытых закономерностей в наборах данных, необходимых для принятия решений в разнообразных сферах человеческой деятельности. Существует множество методов, в той или иной мере решающих эти задачи. Эти методы известны под общим названием Data Mining. Существует множество программных систем, поддерживающих данные методы. Однако имеющихся решений оказывается недостаточно для решения неформализуемых задач, к числу которых относятся и задачи обнаружения закономерностей в наборах данных. В диссертации подобные задачи решаются путем разработки и исследования нейронных сетей (НС) нового типа с новыми полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации, модификации алгоритмов обучения и программных средств для создания новых нечетких НС для решения 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 и классификация объектов и их состояний. Такие задачи относятся к неформализуемым задачам искусственного интеллекта (ИИ) и находят широкое практическое применение при автоматизации и роботизации технологических процессов и производств, проектирования информационно-вычислительных систем, телекоммуникационных и компьютерных сетей и т.д. Однако решение таких задач осложняется различными видами НЕ-факторов знаний: неопределенность, нечеткость, неточность, недоопределенность и неполнота знаний эксперта о свойствах проблемной области. Преодоление трудностей решения подобных задач возможно на пути развития теории и практики НС, что подтверждает актуальность темы диссертационной работы Нгуен Ань Ту.

Оценка выполненной соискателем работы.

В диссертации изложены новые научно обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для теории и практики системного анализа, принятия решений и обработки информации в сложных системах. Основными научными результатами Нгуен Ань Ту являются:

1. Новые функции активации нейронных сетей, основанные на функциях принадлежности LR-типа теории нечетких систем, и разработанные на этой основе нейронные сети нового типа.
2. Модификация алгоритмов обучения нейронных сетей для типовых задач обнаружения закономерностей в наборах данных для повышения эффективности систем обработки информации в сложных системах.
3. Модели нейронных сетей нового типа для решения 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 и классификация объектов и их состояний.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.

Основные научные результаты, представленные в диссертации, получены лично автором. В работах соискателя, опубликованных совместно с научным руководителем, д.т.н. профессором А.М. Кориковым определены задачи и тема диссертации. Из публикаций с соавторами соискатель использовал в диссертации только результаты, полученные лично автором.

Степень достоверности результатов проведенных исследований.

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.

Научная новизна диссертации.

1. Предложены новые функции активации для нейронных сетей, основанные на функциях принадлежности теории нечетких систем, и на их базе разработаны новые нейронные сети.
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 и классификация объектов и их состояний.

Практическая значимость диссертации.

Предложенные в диссертационной работе модели и алгоритмы могут быть применены для создания программного обеспечения нечеткого нейросетевого классификатора для повышения эффективности решения следующих практических задач:

1. Прогнозирование временных рядов со стохастическим трендом.
2. Определение параметров полезного сигнала на фоне помех (шумов) при диагностике технических систем.
3. Классификация интенсивности марковского случайного потока событий как модели трафика в телекоммуникационных и компьютерных сетях.
4. Классификация сложных объектов и их состояний.

Результаты диссертации использованы в учебном процессе кафедры «Автоматизированные системы управления» (АСУ) в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

Публикации.

Материалы диссертации отражены в 12 печатных работах, в этом числе пять статей в журналах, входящих в перечень ВАК, и три статьи в изданиях, входящих в базы научного цитирования Scopus и WoS.

Список опубликованных работ автора.

В журналах, рекомендованных ВАК России:

1. Нгуен, А.Т. Компьютерное моделирование показателей нечеткой надежности / А.Т. Нгуен, А.А. Ефремов // Доклады ТУСУР. – 2016. – Т. 19, № 1. – С. 57-62. DOI: 10.21293/1818-0442-2016-19-1-57-62.
2. Нгуен, А.Т. Модель нейронной сети с нечеткими функциями активации для прогнозирования временного ряда / А.Т. Нгуен, А.М.

Кориков // Доклады ТУСУРа. – 2016. – Т. 19, № 4. – С. 49–51. DOI: 10.21293/1818-0442-2016-19-4-49-51.

3. Нгуен, А.Т. Нечеткая нейросетевая классификация интенсивности марковского случайного потока событий/ А.М. Кориков, А.Т. Нгуен // Доклады ТУСУРа. – 2017. – Т. 20, № 2. – С. 79–83. DOI: 10.21293/1818-0442-2017-20-2-79-83.

4. Нгуен, А.Т. Нейро-нечеткая классификация объектов и их состояний / А.М. Кориков, А.Т. Нгуен // Научный вестник НГТУ. – 2018. – № 3 (72). – С. 73–86. – doi: 10.17212/1814-1196-2018-3-73-86. DOI: 10.17212/1814-1196-2018-3-73-86.

5. Нгуен, А.Т. Нейронные сети с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для поиска закономерностей в данных / А.Т. Нгуен, А.М. Кориков // Доклады ТУСУР. – 2019. – Т. 22, № 1.

В международных базах научного цитирования Scopus и WoS:

6. Nguyen, A.T. Models of neural networks with fuzzy activation functions / A.T. Nguyen, A.M. Korikov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2017. Vol. 177 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/177/1/012031>, свободный (дата обращения: 01.03.2017). DOI:10.1088/1757-899X/177/1/012031.

7. Nguyen, A.Tu. Application of Artificial Neural Networks to Predict Dynamic Responses of Wing Structures due to Atmospheric Turbulence / A.Tuan Nguyen, J.H. Han, A.Tu Nguyen // IJASS, Vol.18, No.3, pp.474-484, September, 2017. DOI: 10.5139/IJASS.2017.18.3.474.

8. Nguyen, A. Tu. Fuzzy Neural Network Technology Support Decision-Making / A.Tu Nguyen, A.M. Korikov, A.Tuan Nguyen // Advances in Computer Science Research. — 2017. — Vol. 72 : Information technologies in Science, Management, Social sphere and Medicine (ITSMSSM 2017). — P. 128-131. DOI: <https://doi.org/10.2991/itsmssm-17.2017.27>.

Публикации в других изданиях:

9. Нгуен, А.Т.. Методы описания блок-схем надежности систем / В.Т. Динь, А.Т. Нгуен // Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Молодёжь и современные информационные технологии». – 2013. – Томск: Издательство ТПУ. - С.56-58.

10. Нгуен, А.Т. Способ описания структуры резервирования технических систем / А.Т. Нгуен // Сборник трудов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых

ученых «Технологии Microsoft в теории и практике программирования». – 2015. – Томск: Издательство ТПУ. - С.81-85.

11. Нгуен, А.Т. Задачи обучения нечетких нейронных сетей / А.Т. Нгуен, А.М. Кориков // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления». – Томск: В-Спектр, 2017. – С. 65- 68.

12. Нгуен, А.Т. Нечеткая нейросетевая кластеризация интенсивности МС - потоков событий / А.Т. Нгуен, А.М. Кориков // Сборник материалов международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». – 11.2017. – С. 53-54.

Апробация результатов работы.

Основные положения и результаты диссертации были представлены на следующих международных конференциях и семинарах:

1. Международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления», г. Томск, 2016, 2017 гг.;
2. Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Молодёжь и современные информационные технологии», г. Томск, 2016, 2017 гг.;
3. Международной научной конференции «Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине», г. Томск, 2017 г.;
4. Научных семинарах кафедры АСУ ТУСУР в 2015 – 2019 гг.;

Соответствие содержания диссертации научной специальности определяется её направленностью на исследование и разработку перспективных систем принятия решений, обработки информации и идентификации сложных систем – нейронных сетей с полиномиальными кусочно-непрерывными функциями активации для обнаружения закономерностей в наборах данных. Диссертация соответствует следующим трем пунктам паспорта специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (научные исследования)»:

Пункт 1: Теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.

Пункт 7: Методы и алгоритмы структурно-параметрического синтеза и идентификации сложных систем.

Пункт 11: Методы и алгоритмы прогнозирования и оценки эффективности, качества и надежности сложных систем.

Опубликованные работы отражают основное содержание диссертации.

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

Заключение принято на заседании кафедры «Автоматизированные системы управления» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники». Присутствовало на заседании 19 человек, в том числе 5 докторов наук и 9 кандидатов наук. Результаты голосования: «ЗА» – 19 «ПРОТИВ» – нет, «ВОЗДЕРЖАЛСЯ» – нет, протокол заседания кафедры «Автоматизированные системы управления» № 5 от «4» апреля 2019 г.

Председатель заседания кафедры АСУ,
д.т.н., профессор, профессор каф. АСУ



Мицель А.А.

Секретарь заседания кафедры АСУ,
к.т.н., доцент кафедры АСУ



Алферов С.М.