



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»

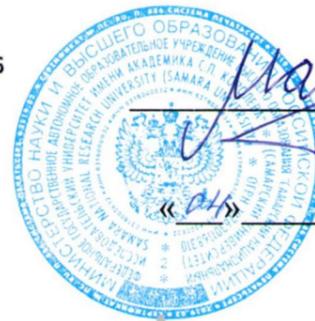
ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086
Тел.: +7 (846) 335-18-26, факс: +7 (846) 335-18-36
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru
ОКПО 02068410, ОГРН 1026301168310,
ИНН 6316000632, КПП 631601001

04.09.2019 № 104-4332

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор - проректор по научно-
исследовательской работе, д.т.н.



Прокофьев А.Б.

09. 2019 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Гирина Р.В.

**«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННО-
ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОВИЗИОННОГО
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА
ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.11.16 — Информационно-
измерительные и управляющие системы (технические системы)

Актуальность темы диссертационной работы

Сложность современных технических систем и объектов обуславливает необходимость обеспечения надежности их функционирования. К таким объектам относятся, в первую очередь, авиационные и космические системы, транспортные системы, особенно высокоскоростные поезда, а также радиоэлектронные системы управления подобными объектами. Задача мониторинга и диагностики неисправностей в реальном времени эксплуатации требует создания информационно-измерительных систем, обеспечивающих дистанционный контроль и выполняющих оперативный анализ технических состояний объектов. Использование метода сравнительной инфракрасной термографии для этих целей позволяет получить интегрированную информацию о возможных дефектах и отказах оборудования. Однако сложность обработки термографических изображений

Handwritten signature

сдерживает применение таких средств в системах реального времени. Одним из перспективных направлений преодоления этих трудностей является использование средств искусственного интеллекта, в частности, нейронных сетей.

В связи с этим разработка интеллектуальных информационно-измерительных систем, позволяющих повысить быстродействие тепловизионного диагностирования и улучшить точность классификации неработоспособных состояний, является актуальной и значимой научно-технической задачей.

Структура и содержание работы

В первой главе исследуются возможности использования информационно-измерительных систем тепловизионного диагностирования при определении технических состояний и выявления неисправностей на примере электронных приборов и элементов систем управления различного назначения

Во второй главе разрабатывается архитектура и структуры измерительных каналов интеллектуальных информационно-измерительных систем тепловизионного диагностирования для контроля электронных приборов, анализируются метрологические характеристики и исследуются свойства и характеристики нейронных сетей, входящих в состав нейросетевого программного анализатора.

В третьей главе предложена методика конструирования программной реализации нейронных сетей, использованных при интеллектуализации информационно-измерительных систем тепловизионного диагностирования. Разработана методика декомпозиции логики искусственной нейронной сети и построен шаблон «Проектировочный грид». Также предложено новое построение функции активации выходного слоя нейронной сети для классификации технических состояний

В четвертой главе описаны основные примеры применения метода интеллектуализации информационно-измерительных систем тепловизионного диагностирования.

Содержание и результаты проведенного исследования соответствуют пунктам паспорта специальности 05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие системы (технические системы): п. 5 «Методы анализа технического состояния, диагностики и идентификации информационно-измерительных и управляющих систем, п. 6 «Исследование возможностей и путей совершенствования существующих и создания новых элементов, частей, образцов информационно -

измерительных и управляющих систем, улучшение их технических, эксплуатационных, экономических и эргономических характеристик, разработка новых принципов построения и технических решений».

Научная новизна

Научную новизну диссертационной работы определяют следующие результаты исследования.

1. Предложен интеллектуальный метод тепловизионного диагностирования, отличающийся формированием множества комплексных модельных термограмм и использованием специального нейросетевого анализатора, обучающегося на этом множестве.

2. Разработана оригинальная архитектура нейросетевого анализатора в виде двухветвенной нейронной сети. Конволюционная (сверточная) сеть отвечает за обработку тепловых изображений и выделяет характерные черты, соответствующие дефектам в объекте. Вторая ветвь – полносвязная сеть обрабатывает дополнительно измеряемые сигналы. Это позволило применить регуляризацию при решении задачи классификации и повысить точность диагностирования.

3. Предложена новая функция активации выходного слоя нейросетевого программного анализатора термограмм, отличающаяся последовательным применением нормализации по диапазону и линейной нормализации, что обеспечило повышение точности и информативности классификации распознаваемых состояний контролируемого объекта.

4. Разработана формальная методика проектирования логики искусственных нейронных сетей для систем тепловизионного диагностирования, которая основана на анализе решеточной структуры взаимосвязей абстрактных доменных классов и программных интерфейсов нейронной сети.

Достоверность результатов работы

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается корректным использованием математического аппарата, имитационным моделированием и проведенными экспериментами.

По результатам выполненных исследований опубликовано 13 работ, из них: 3 публикации в журналах, рекомендованных ВАК РФ, одна работа в трудах международной конференции, индексирующейся в Scopus, 2 свидетельства о

регистрации программ для ЭВМ. Результаты исследований прошли апробацию на 7 международных конференциях.

Диссертация выполнялась в рамках НИОКР СамГТУ по Федеральной целевой программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014—2020 годы»: соглашение № 14.577.21.0187 «Разработка интеллектуального аппаратно-программного комплекса мониторинга протяжённых объектов в режиме реального времени» и соглашение № 075-02-2018-225 «Разработка роботизированной системы сельскохозяйственных автомобилей на базе семейства автомобилей КАМАЗ с автономным и дистанционным режимом управления».

Практическая ценность работы

Полученные в работе результаты в виде метода интеллектуализации ИИС, нейросетевого анализатора и методики его проектирования имеют практическую ценность. На основе этих результатов разработаны ИИС, доведенные до практического использования. Предложенный метод интеллектуализации носит общий характер и может использоваться и в других информационно-измерительных системах, например, для анализа многоспектральных изображений. Методика проектирования нейронных сетей и разработанная библиотека программ подтверждены свидетельствами государственной регистрации программ для ЭВМ.

Практическая ценность подтверждается также использованием разработанной ИИС в АО «ИНФОТРАНС (Информационные и транспортные системы)», г. Самара, для решения важнейшей задачи мониторинга состояния железнодорожного пути для высокоскоростного транспорта. Разработанные методики внедрены в учебном процессе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» при подготовке магистров по направлениям 09.04.01 - «Информатика и вычислительная техника» и 12.04.01 - «Приборостроение».

Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы

Целесообразно использовать результаты диссертации на предприятиях по разработке, производству и испытанию аэрокосмической техники со сложным радиоэлектронным оборудованием (АО «Ракетно-космический центр «Прогресс», г. Самара, ФГБУН «Институт космических исследований Российской академии наук», г. Москва), а также для диагностики в реальном времени инфраструктуры железнодорожного пути (АО «Научно-исследовательский и проектно-

конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», г. Москва, АО «ИНФОТРАНС», г. Самара).

Рекомендуется использовать научные разработки и созданные программные средства в учебном процессе по направлениям 09.04.01 - «Информатика и вычислительная техника» и 12.04.01 - «Приборостроение» в Самарском национальном исследовательском университете имени академика С.П. Королева, в Поволжском государственном университете телекоммуникаций и информатики.

Замечания по диссертационной работе

1. Из материалов диссертации остается непонятным, как выбирается структура нейросетевого программного анализатора для различных классов объектов диагностики. Чем обосновывается выбор числа скрытых слоев нейронов конволюционной сети?

2. Не рассмотрен вопрос о границах применимости предлагаемого метода интеллектуализации ИИС.

3. Не рассмотрено влияние количества реальных термограмм с дефектами на методическую погрешность классификации состояний с помощью нейронной сети.

4. В п. 3.2.2 при построении шаблона проектирования нейронной сети предлагается использовать набор метрик. Однако не показано, как подбирать метрики для конкретных задач проектирования.

5. Автор не привел сведения о диапазоне скоростей прохождения вагона-лаборатории, при которых получены показатели быстродействия и точности работы нейронной сети в составе ИИС контроля железнодорожного пути (таблица 2 в автореферате).

Указанные замечания не оказывают существенного влияния на положительную оценку диссертации в целом и не снижают ценности проведенных исследований и полученных результатов.

Заключение

В целом диссертация Гирина Р.В. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные разработки в области информационно-измерительных систем для тепловизионного диагностирования технических объектов в реальном времени, имеющие существенное значение для развития страны.

Научные положения диссертации Гирина Р.В. соответствует требованиям паспорта специальности 05.11.16 – Информационно – измерительные и управляющие системы (технические системы).

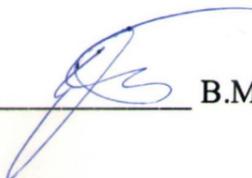
По актуальности, научной новизне и практической ценности полученных научно-технических результатов, их достоверности и обоснованности, уровню апробации, опубликования и реализации диссертационная работа соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней (утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. N 842, в редакции от 1.10.2018 г.), предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а Гирин Роман Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие системы (технические системы).

Диссертационная работа и отзыв на нее рассмотрены и утверждены на совместном заседании кафедры электротехники и кафедры информационных систем и технологий Самарского университета 26.08 2019 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой электротехники
Самарского университета

д.т.н., профессор

Телефон: +7 (846) 335-64-30 Email: gv@ssau.ru

 В.М. Гречишников

Профессор кафедры информационных
систем и технологий Самарского университета

д.т.н., доцент

Телефон: +7 (846) 267-45-17 Email: vostokin.sv@ssau.ru

 С.В. Востокин

