

ОТЗЫВ

официального оппонента СЕЛИВАНОВОЙ ЗОИ МИХАЙЛОВНЫ,
доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Конструирование
радиоэлектронных и микропроцессорных систем» ФГБОУ ВО «Тамбовский
государственный технический университет», г. Тамбов,
на диссертационную работу Гирина Романа Викторовича «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 науки)

1. Актуальность диссертационного исследования

Развитие информационно-измерительных систем для целей технической диагностики идет в направлении, обеспечивающим дистанционный контроль в реальном времени при эксплуатации технических систем. Все большее применение находит тепловизионное диагностирование, позволяющее оценивать состояния объектов по тепловым режимам, в первую очередь, по тепловой картине на поверхности объекта. При этом имеется ряд нерешенных проблем, связанных со сложностью измерения и анализа термограмм, получаемых с помощью тепловизоров. Диссертация Гирина Р.В. посвящена актуальной задаче совершенствования информационно-измерительных систем тепловизионного диагностирования на основе сравнительной инфракрасной термографии и разработке новых методов интеллектуальной обработки термографической измерительной информации. Целью диссертационной работы является повышение точности и сокращение времени контроля при тепловизионном диагностировании технических объектов с использованием интеллектуальной информационно-измерительной системы с глубокими нейронными сетями в ее составе. Выполненные в диссертации исследования соответствуют современному подходу к интеллектуализации информационно-измерительных систем с помощью нейросетевых технологий.

2. Анализ структуры и содержания работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и приложения. Работа изложена на 172 страницах, список литературы содержит 134 наименования.

Работа выполнена в соответствии с требованиями, предъявляемыми ВАК при Минобрнауки РФ к кандидатским диссертациям.

Рукопись оформлена согласно ГОСТ Р 7.01.11-2011 и ГОСТ 2.105 с применением текстового и графического редакторов. Диссертация логично построена, её структура и содержание соответствуют цели и задачам исследования. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

По результатам исследований Гириным Р.В. опубликовано 13 научных работ, в том числе 3 - в рецензируемых журналах из перечня ВАК при Минобрнауки РФ, 1 работа опубликована в издании, индексированном в Scopus. Получены 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Опубликованные труды достаточно полно отражают основные результаты диссертационного исследования.

Личный вклад автора в публикациях, выполненных с соавторами, соответствует заявленным научным и практическим результатам диссертационного исследования.

3. Научная новизна работы и полученных результатов

В результате исследований Гирина Р.В. получил новые научные результаты, которые заключаются в следующем.

1. Один из основных научных результатов работы – разработка и экспериментальное исследование метода интеллектуализации информационно-измерительной системы диагностирования на основе глубоких нейронных сетей. В известных ИИС для термографического диагностирования технических объектов основной проблемой является отсутствие оперативного анализа полученных термограмм. Привлечение традиционных методов обработки изображений сталкивается с трудностями, не позволяющими получить высокую точность классификации отказов или дефектных состояний за приемлемое время. Автор решил задачу автоматизации классификации термограмм, применяя разработанную им методику использования конволюционных нейронных сетей и комплексных модельных термограмм.
2. Реализация предложенного интеллектуального метода позволила автору разработать структуру основного интеллектуального блока ИИС – нейросетевого программного анализатора, построенного на двух нейронных сетях. Это обеспечило повышение достоверности классификации отказов и уменьшение времени анализа термограмм. Отличительной чертой данного нейросетевого анализатора является совместное использование глубокой конволюционной сети и полносвязного перцептрона.
3. Автор модернизировал организацию последних слоев глубокой нейронной сети, применив последовательную двухстадийную нормализацию: по диапазону и линейную нормализацию. По существу, предложен новый вид функции активации нейронов на последних слоях сети.
4. К новому научному результату относится предложенная методика объектно-ориентированного проектирования программной логики искусственных нейронных сетей применительно к ИИС диагностирования. В основе этой методики лежит набор метрик, характеризующих сложность программной логики, и алгебраические свойства решетки взаимосвязей абстрактных доменных классов и программных интерфейсов нейронной сети. Этот результат позволяет уменьшить время проектирования нейронной сети.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, рекомендаций и заключений

Разработанные Гириным Р.В. научные положения, полученные аналитические выражения, математические модели, выводы и рекомендации обоснованы и подтверждены в полном объеме. Выносимые на защиту результаты исследований, направленные на совершенствование ИИС с помощью нейросетевых технологий, построение структуры ИИС и ее отдельных элементов, установление связи между структурами нейронных сетей и

их характеристиками достоверны и согласуются с известными в данной предметной области результатами.

Основные научные положения диссертации основываются на теории измерительных систем, теории искусственного интеллекта и глубокого обучения, а также на апробированных в предшествующих работах математических моделях, допущениях и ограничениях. Достоверность моделирования и обоснованность по выбору параметров ИИС и организации алгоритмов функционирования подтверждаются сходимостью результатов экспериментальных и теоретических исследований.

Результаты моделирования и анализа искусственной нейронной сети подтверждают теоретические выводы.

Вышесказанное позволяет утверждать, что защищаемые Гириным Р.В. научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы обоснованы и подтверждены в достаточном объеме. Обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждается также публикациями в рецензируемых изданиях, а также их апробацией на многочисленных международных конференциях.

4. Значимость результатов, полученных в диссертации, для науки и практики

Результаты диссертационного исследования имеют теоретическую и практическую значимость для развития и проектирования информационно-измерительных систем.

Теоретические положения, метрологический анализ и методика проектирования ИИС для тепловизионного диагностирования, выполненные в диссертации, лежат в основе создания ряда диагностических систем, нашедших применение в промышленности. Это подтверждается документами, приведенными в Приложении к диссертации.

Практическую ценность имеет также универсальный характер предложенных автором решений. Так, методы и интеллектуальные средства анализа термограмм могут быть обобщены и использованы в ИИС для диагностики по мультиспектральным изображениям.

Внедрение в учебный процесс Самарского государственного технического университета полученных результатов исследования также свидетельствует об их значимости.

5. Замечания по диссертационной работе

1. Следовало использовать аффинные преобразования модельных термограмм объекта, полученных при решении уравнений теплопроводности, для расширения числа экземпляров обучающей выборки нейронной сети. Этот прием можно было бы использовать и для «размножения» имеющихся реальных термограмм, соответствующих дефектам в объекте.

2. В диссертации не оценены ошибки второго рода (пропуск дефекта) при работе нейросетевого программного анализатора. Использование на выходах нейронной сети двоичного унитарного кода удобно для принятия решений, но не несет информации о неопределенных состояниях сети.

3. При анализе погрешностей измерительного канала в п. 2.5 диссертации не учтено влияние неидеального теплоотвода контролируемого электронного прибора.

4. Автор отмечает влияние архитектуры нейронной сети на методическую погрешность классификации, но не приводит каких-либо расчетных соотношений для этого случая.

5. Не приведено обоснование выбора использованных в диссертации методов понижения размерности пространства признаков.

6. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертационная работа содержит новое решение актуальной научно-технической задачи в области информационно-измерительных систем, связанной с интеллектуализацией обработки диагностической информации, что обеспечило повышение точности и оперативности принятия решений о работоспособности технических объектов.

Диссертация соответствует пунктам паспорта специальности 05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки): 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».

Считаю, что диссертация представляет научно-квалификационную работу, соответствующую требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК при Минобрнауки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Гирин Роман Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки).

Официальный оппонент:

Селиванова Зоя Михайловна, доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем»
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Зоя Михайловна Селиванова
« 02 » 09 2019 г.

Докторская диссертация защищена по специальности 05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие системы (технические науки).

Почтовый адрес: 392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106, ФГБОУ ВО «ТГТУ».

Тел.: 8 (4752) 63-00-30.

E-mail: selivanova_zm@mail.ru

Подпись Селивановой З.М. удостоверяю
Ученый секретарь Ученого совета ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
технический университет»,
кандидат технических наук, доцент



Г.В. Мозгова
02.09.2019