

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗА-
ЦИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(СПИИРАН)

199178 Санкт-Петербург, 14 линия, д.39. Тел.:(812)328-3311 Факс: (812) 328-4450;
E-mail:spiiiran@iias.spb.su; http://www.spiiras.nw.ru
ОКПО 04683303, ОГРН 1027800514411 ИНН/КПП 7801003920/780101001

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Сорокиной Ирины Владимировны *Методы оценки параметров возможностных распределений и их применение для прогнозирования неисправностей электрооборудования*, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 — «Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности)»

Актуальность темы диссертационного исследования

Рассматриваемая в диссертации И.В. Сорокиной проблема прогнозирования неисправностей электрооборудования является, несомненно, актуальной. Внедрение автоматизированных систем прогнозирования неисправностей позволяет увеличить безопасность, а также снизить расходы на обслуживание и ремонт электрооборудования.

Основная практическая часть диссертации посвящена проблеме прогнозирования неисправностей вагонного электрооборудования на железнодорожном транспорте. На данный момент большинство исследований и существующих систем направлено на анализ состояния рельсов, колёсных пар и подвески железнодорожных вагонов, обходя стороной сферу электрооборудования, в которой характер данных существенно отличается. Следовательно, проблема, решаемая в диссертации, приобретает особую актуальность.

Актуальность результатов диссертационной работы подтверждается вос требованностью таких систем прогнозирования в промышленности, в частности, в ОАО «ТВЗ».

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность теоретических и практических исследований, выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации, обеспечивается корректной постановкой задачи, формулировкой математических утверждений и их строгим доказательством, а также описанием и исследованием свойств алгоритмов, апробацией теоретических результатов путём реализации в кодах программ, проведением вычислительных экспериментов на основе реальных данных, выполненных в достаточном объёме путём моделирования на ЭВМ.

Результаты, полученные автором, имеют как научную, так и практическую значимость, и обоснованы. Основные результаты диссертации апробированы автором на всероссийских и международных научных конференциях.

Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность материалов диссертационной работы подтверждается корректным применением методов теории возможностей, системного анализа, оптимизации, а также проведением численных экспериментов.

Данная работа направлена на повышение эффективности и надёжности работы электрооборудования на основе применения методов оценки параметров возможностных распределений. Надёжность работы повышается как за счёт прогнозирования неисправностей электрооборудования в процессе его работы, так и заблаговременного определения свойств проводниковых материалов на основе информации об их составе для производства надёжных составных частей электрооборудования.

В диссертации получены результаты, имеющие научную новизну, которая заключается:

1. В разработке методов оценки параметров многомерных возможностных распределений:

- оценка параметров многомерных распределений минисвязанных возможностных величин;
- оценка параметров многомерных возможностных распределений в случае Архimedовых t -норм.

2. Разработанные методы оценки параметров послужили основой для создания алгоритма обучения машин нечёткого вывода.

3. На его основе были созданы алгоритмы идентификации сложных систем, которые были использованы для решения задачи прогнозирования неисправностей электрооборудования.

Теоретическая и практическая значимость результатов, полученных автором

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в следующем: автором проведено научное исследование, в ходе которого был доказан ряд теорем, позволяющих найти оценку параметров возможностных распределений в многомерном случае для наиболее распространённых классов t -норм. На основе данных исследований был разработан алгоритм обучения машины нечёткого вывода, который стал основой для:

- разработки алгоритма идентификации сложных систем, основанного на нейронных сетях и нечётком выводе;
- разработки алгоритма идентификации сложных систем, использующего бустинг нечётких контроллеров.

На основе этих алгоритмов автором были реализованы прототипы систем прогнозирования, ориентированные на применение в промышленности.

Данные системы обеспечивают более высокую точность по сравнению с существующими аналогами, что создаёт предпосылки для повышения эффективности функционирования различных систем управления и анализа данных, в том числе для повышения надёжности работы электрооборудования на предприятиях вагоностроения и электронной промышленности.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертационных исследований подтверждается актами внедрения в приложениях к диссертации.

Основное содержание и результаты диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и 6 приложений. Диссертация изложена на 115 страницах, содержит 30 рисунков и 7 таблиц.

Список литературы содержит 104 наименования, включает основные современные публикации по исследуемой теме, на которые в тексте диссертации даны ссылки.

Во введении обосновывается актуальность работы, производится анализ степени разработанности темы исследования посредством обзора литературных источников, формулируются цель и задачи диссертации, научная новизна и практическая значимость представляемой работы.

В первой главе рассмотрены и систематизированы основные понятия и некоторые результаты теории возможностей, которые используются в последующих главах диссертационной работы. Проведён анализ существующих подходов к интерпретации понятия функции распределения (принадлежности) и способам измерения её значений.

Вторая глава посвящена рассмотрению существующих подходов к оценке параметров возможностных распределений в одномерном случае. Сделан обзор

двух известных методов получения оценки в одномерном случае и произведён их сравнительный анализ.

В третьей главе автор решает задачу оценки параметров многомерных возможностных распределений. Им доказан ряд теорем, основанных на геометрическом подходе, заключающемся в построении эллипсоида минимального объёма, охватывающего все точки распределения, для сильнейшей t -нормы. Для случая Архимедовых t -норм найдена оценка для параметра, отвечающего за расположение центра распределения, и представлен алгоритм численного нахождения параметра, отвечающего за его поворот и масштабирование. Также автором доказаны такие свойства оценки, как достаточность, состоятельность и максимальное правдоподобие.

Четвёртая глава посвящена описанию разработанных автором алгоритмов. Сначала представляется алгоритм обучения машин нечёткого вывода и его апробация на модельном примере с последующим сравнением с алгоритмом Cluster Estimation и заменой метода кластеризации, используемой алгоритмом. Далее приводится его сравнение с методами Cluster Estimation и ANFIS на примере задачи прогнозирования значений нестационарного временного ряда. Автор, на основе разработанного алгоритма, описывает разработанную им двухуровневую систему анализа данных, основанную на нейронных сетях и нечётком выводе, а также проверяет возможность использования алгоритма бустинга Adaboost для построения композиций машин нечёткого вывода, обучающихся разработанным алгоритмом.

В пятой главе описаны библиотеки программ и прототипы систем прогнозирования, разработанные в диссертации. Описаны реализации алгоритма обучения машин нечёткого вывода в среде Matlab и на языке программирования Python. Получено два свидетельства о регистрации программ на ЭВМ.

Автором решается задача прогнозирования неисправностей вагонного электрооборудования на железнодорожном транспорте с применением разработанных технологий и производится анализ работы созданной системы по сравнению с популярным методом анализа данных ANFIS. По результатам проведённого автором тестирования на реальных данных, предоставленных ОАО «ТВЗ», делается вывод о том, что разработанная двухуровневая система анализа данных справляется с задачей прогнозирования лучше, чем ANFIS, а полученная архитектура может являться основой системы прогнозирования возникновения неисправностей в электрооборудовании вагона.

В этой главе также приводится описание применения алгоритма Adaboost совместно с разработанным алгоритмом обучения машин нечёткого вывода к типовой задаче классификации (ирисы Фишера) и к задаче определения итоговых свойств прозрачных проводниковых материалов на основе данных об их составе. Автором решалась задача прогнозирования значения энергии образования. В ка-

честве конкурирующего был выбран для сравнения бустинг деревьев решений – один из наиболее популярных в настоящее время методов анализа данных. Серия экспериментов, проведённых автором, показала, что разработанный алгоритм по эффективности превосходит бустинг деревьев решений для задач такого рода.

В заключении приведены основные результаты и выводы, полученные в ходе исследования, которые подтверждают достижение цели диссертационного исследования.

Замечания

1. В тексте диссертации на странице 65 подписи рисунков 3.8 и 3.9 не отражают суть иллюстрации.
2. Приложение А в диссертации выглядит громоздко, дано только для оценки сложности расчётов и объёма выражения, следовало бы сократить его, т.к. ясно, что аналитический вывод значений оценки параметра затруднителен в случае, когда в качестве t-нормы выступает произведение.
3. Оформление списка литературы в тексте диссертации не соответствует ГОСТ Р 7.0.11 – 2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».
4. Автором не указаны временные оценки выполнения расчётов предложенных систем прогнозирования.
5. Исходя из текста диссертации не ясно, проверялась ли независимость признаков в задаче прогнозирования свойств прозрачных проводниковых материалов.

Указанные замечания не снижают значимости полученных научных и практических результатов диссертационной работы и носят, в основном, редакционно-рекомендательный характер.

Заключение

Диссертация Сорокиной Ирины Владимировны «Методы оценки параметров возможностных распределений и их применение для прогнозирования неисправностей электрооборудования» соответствует паспорту специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности)» и представляет собой завершённое научное исследование, в котором решены актуальные научные и практические задачи оценки параметров многомерных возможностных распределений, примененные в созданных системах прогнозирования неисправностей вагонного электрооборудования на железнодорожном транспорте, а также свойств прозрачных проводниковых материалов.

Результаты диссертации опубликованы в 11 научных статьях и сборниках докладов конференций, из которых 5 в журналах из «Перечня рецензируемых

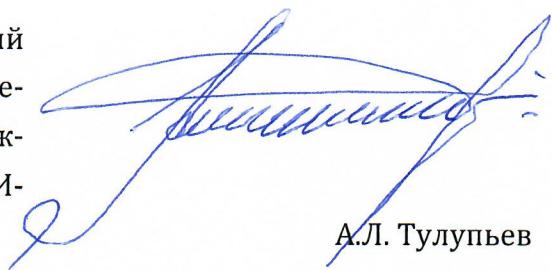
научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук».

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации и полностью отражает её основные положения.

Считаю, что диссертационная работа И.В.Сорокиной удовлетворяет требованиям Положения ВАК РФ о присуждении учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, И.В.Сорокина, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 — «Системный анализ, управление и обработка информации (в промышленности)».

Официальный оппонент — главный научный сотрудник с возложением обязанностей заведующего лабораторией теоретических и междисциплинарных проблем информатики СПИИРАН, д.ф.-м.н., доцент

17 декабря 2018 г.



А.Л. Тулупьев

Личную подпись руки Александра Львовича ТУЛУПЬЕВА, главного научного сотрудника с возложенными обязанностями заведующего лабораторией теоретических и междисциплинарных проблем информатики и автоматизации СПИИРАН, доктора физико-математических наук (специальность 05.13.17), доцента, удостоверяю.

Ученый секретарь СПИИРАН,
к.воен.н., доцент

17 декабря 2018 г.

Е.П. Силла

