

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Верещагиной Светланы Сергеевны на тему

«Методы поддержки принятия решений при диагностировании промышленного электротехнического оборудования на основе нечетной логики» на соискание

ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.3.1. - Системный анализ, управление и обработка информации

(технические науки)

1. Актуальность темы диссертационной работы

Электротехническое оборудование является важнейшим классом промышленного оборудования, определяющим непрерывность технологических процессов, влияющим на пожаробезопасность производства, качество и количество выпускаемой продукции, возникновение аварийных ситуаций и возможные человеческие жертвы. В масштабах страны от состояния электроэнергетического и электротехнического оборудования во многом зависит состояние российской экономики. Промышленное электротехническое оборудование отличается большим числом разнотипных взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов, сложностью алгоритмов управления. Диссертационная работа Верещагиной С.С. посвящена разработке моделей и методов поддержки принятия решений для оценки состояния электротехнического оборудования на основе средств нечеткой логики. Оценивание состояния промышленного электротехнического оборудования, является сложной задачей, так как она связана с неполнотой исходной информации, полученной при эксплуатации, со сложностью определения взаимосвязей между параметрами оборудования, значения которых могут быть представлены различными типами данных (четкими, нечеткими). При этом оценивать состояние промышленного электротехнического оборудования необходимо с учетом экспертной информации, полученной персоналом в процессе эксплуатации оборудования. Это необходимо для повышения достоверности результатов оценки и приводит к ограничению возможности применения традиционных методов, основанных на обработке статистической (количественной) информации.

В силу вышеизложенного актуальность темы исследований Верещагиной С.С. не вызывает сомнений.

2. Новизна проведенных исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В диссертационной работе Верещагиной С.С. получены следующие основные научные результаты:

1) разработаны иерархические гибридные модели процесса принятия решений относительно состояния электротехнического оборудования с объединением основных диагностических параметров, представленных различными типами данных, и методов их обработки на разных иерархических уровнях;

3) разработана система иерархических смешанных продукционных правил для оценки состояния электротехнического оборудования с учетом комбинирования четких и нечетких значений параметров в правилах с использованием средств нечеткой логики;

4) разработаны модели и методы поддержки принятия решений для оценки состояния электротехнического оборудования с учетом системы иерархических смешанных продукционных правил и с использованием средств нечеткой логики.

3. Значимость для науки и производства, полученных автором диссертационной работы результатов

Полученные в диссертационной работе результаты имеют следующую теоретическую и практическую значимость:

– неоднородные когнитивные модели и методы поддержки принятия решений для оценки состояния промышленного электротехнического оборудования с использованием средств нечеткой логики, позволяющие не только принять научно-обоснованные решения, но и повысить оперативность принятия решений относительно состояния оборудования в условиях неполной и нечеткой информации;

– программное обеспечение, в котором реализованы методы поддержки принятия решений, позволяющие обеспечить визуальную, информационную, интеллектуальную поддержку и сократить время, затрачиваемое на принятие решений относительно состояния промышленного электротехнического оборудования.

4. Степень обоснованности и достоверности научных положений и рекомендаций

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов, рекомендаций, содержащихся в диссертационной работе Верещагиной С.С., подтверждаются апробацией основных результатов на международных, всероссийских конференциях и семинарах, в опубликованных работах и свидетельствах о государственной регистрации программ для ЭВМ. Основные положения, которые вынесены на защиту, достоверны и в полной мере согласуются с исследованиями в данной предметной области.

Разработанные неоднородные когнитивные модели и методы поддержки принятия решений для оценки состояния промышленного электротехнического оборудования были проверены в ходе серии численных экспериментов и успешно прошли апробацию на промышленных предприятиях, что подтверждается актами внедрения.

5. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

В работе присутствуют акты о внедрении результатов диссертационного исследования в ООО «Атомспецсервис» (г. Волгодонск), «Сетевик» (г. Самара), НИИ многопроцессорных вычислительных систем ЮФУ (г. Таганрог).

Модели и методы принятия решений для поддержки принятия решений для оценки состояния промышленного электротехнического оборудования используются в учебном процессе при подготовке бакалавров по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника».

6. Общая характеристика диссертационной работы

После введения, в котором обоснованы актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и задачи исследования, рассмотрены методы исследования, определена научная новизна, полученные результаты, в **первой главе** представлены результаты анализ особенностей принятия решений относительно состояния промышленного электрооборудования, выявлены проблемы, связанные с информационным обеспечением поддержки принятия решений. Выявленные проблемы обусловлены большим объемом разнотипной информации; множеством разнотипных параметров, факторов и показателей качества электроэнергии; ограниченностью получения доступной информации; отсутствием системного

подхода при анализе и обработке диагностической информации. Существующие системы обладают низким уровнем автоматизации процесса обработки нечеткой информации, ограниченным применением методов «мягких вычислений». Проведен сравнительный анализ моделей и методов поддержки принятия решений для оценки состояния промышленного электрооборудования, в результате которого выявлено, что большинство методов учитывают не все параметры, характеризующие техническое состояние оборудования и факторы, влияющие на основные параметры оборудования; не учитывается влияние внешней среды; модели и методы разработаны для конкретного электротехнического оборудования и их использование для другого оборудования требует модификации; не учитывается экспертная информация

Вторая глава посвящена разработке иерархических гибридных моделей процесса принятия решений лицом, принимающим решения, относительно состояния диагностируемого электротехнического оборудования с использованием методологии функционального моделирования. Данные модели раскрывают взаимосвязь реализации всех этапов процесса, учитывают в комплексе основные диагностические параметры, характеризующие состояние электротехнического оборудования, диагностические факторы, влияющие на основные параметры, показатели качества электрической энергии, являющиеся возможными первоисточниками отказов и сбоев оборудования. Такой комплексный подход к обеспечению поддержки принятия решений позволяет выявлять причинно-следственные связи между параметрами, повышая тем самым информативность ситуаций принятия решений за счет привлечения экспертной информации, полноту знаний и достоверность выводов о техническом состоянии оборудования.

В третьей главе рассматривается построение системы иерархических смешанных продукционных правил, а также методы поддержки принятия решений для оценки состояния электротехнического оборудования с использованием средств нечеткой логики. На основе разработанных правил для получения правильного заключения о состоянии электротехнического оборудования построена система иерархических смешанных продукционных правил с использованием средств нечеткой логики. Иерархия правил заключается в отношении включения предусловий, т.е. предусловие некоторого правила является подмножеством предусловия другого правила. Разработанная система иерархических смешанных продукционных правил позволяет принять научно-обоснованные решения относительно технического состояния оборудования в условиях неполной и нечеткой информации, повысить компактность представления баз знаний. Предложен новый тип моделей,

условно названный неоднородной когнитивной моделью, которая является частным случаем неоднородной семантической сети. Специфика предложенного типа модели заключается, во-первых, в том, что в основе модели лежит разработанная система иерархических смешанных продукционных правил, а во-вторых, в особой процедуре обработки множества вершин графа. Разработан метод к обучению неоднородной когнитивной модели с использованием искусственной нейронной сети. Данный метод позволяет правильно и быстро принимать решения относительно состояния электротехнического оборудования в условиях разнотипной информации.

В четвертой главе предложена и рассмотрена структура интеллектуальной системы поддержки принятия решений диагностирования промышленного электротехнического оборудования с указанием места разработанных моделей и методов поддержки принятия решений. Приведено краткое описание разработанного программного обеспечения, реализующее предложенные методы поддержки принятия решений для оценки состояния промышленного электротехнического оборудования. Разработанное программное обеспечение позволяет сократить время, затрачиваемое на принятие решений относительно технического состояния оборудования в 1,6 раза, и уменьшить количество исполнителей, участвующих при принятии решений в 2 раза на промышленных предприятиях. Приведены результаты исследований эффективности разработанных моделей и методов поддержки принятия решений для оценки состояния асинхронного электродвигателя трехфазного переменного тока с короткозамкнутым ротором и насосного оборудования нефтедобывающей промышленности.

В заключении сформулированы пять выводов, которые вытекают из текста диссертации и указывают на то, что цель достигнута и задачи решены, приведены основные результаты, полученные в диссертационной работе.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации и дает представление о методах исследований и полученных результатах.

Основное содержание диссертации опубликовано в 25 работах, в том числе 8 статей в рецензируемых центральных журналах, входящих в список ВАК, из них 7 по научной специальности 2.3.1, одна статья опубликована автором единолично; 9 статей в международных научных изданиях, индексируемых Scopus; 4 статьи в сборниках трудов конференций, из них 2 опубликованы автором единолично; получено 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Язык, стиль изложения диссертации, автореферата и публикаций свидетельствуют о высоком научном уровне автора.

7. Замечания по диссертационной работе

1. В статистических данных по отказам электрооборудования нефтедобывающей промышленности за 2018–2020 гг., приведенных в табл. 1.1 на стр. 15, причины отказов электрооборудования, которые могут быть взаимосвязанными и взаимозависимыми, в частности погодные явления могут стать причиной аварийных отключений и посадок напряжения как во внешних, так в собственных сетях предприятий, указаны как независимые и в таком виде учитываются при последующем анализе.

2. В 4 главе приведен пример оценки технического состояния асинхронного электродвигателя насосного агрегата с использованием разработанной программы, результаты сравниваются с данными по состоянию электродвигателя на 20.09.2018: 08:40 –10:40 и 12.10.2018: 10:30 - 15:00, предоставленными предприятием. В работе не уточняются, за какой период были взяты данные для проведения численного эксперимента, учитывались ли время года и фактическая производительность насосного агрегата.

3. В диссертационной работе описано разработанное программное обеспечение, реализующее предложенные модели и методы поддержки принятия решений, но не приведен сравнительный анализ преимуществ и недостатков разработанного программного обеспечения в сравнении с существующими аналогами.

В целом, несмотря на отмеченные недостатки и замечания, представленная диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, представляет собой законченную научно-квалифицированную работу, которая выполнена на актуальную тему.

Заключение

Диссертационная работа Верещагиной Светланы Сергеевны на тему «Методы поддержки принятия решений при диагностировании промышленного электротехнического оборудования на основе нечетной логики» соответствует паспорту специальности 2.3.1. - Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки), является завершенной, самостоятельно выполненной научно-квалифицированной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические решения, связанные с разработкой метода принятия решения при диагностировании промышленного электротехнического оборудования на основе нечетной логики. Диссертационная работа отвечает критериям, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (п. 9),

Постановлением Правительства РФ от 21.04.2016 г. № 335 (п. 9, п. 32) «О внесении изменений в Положение о присуждении ученых степеней», ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Использование результатов исследования для диагностики промышленного электрооборудования с использованием разработанного метода поддержки принятия решения на основе нечетной логики вносит существенный вклад в обеспечение экономической эффективности, надежности и безопасности эксплуатации промышленного электротехнического оборудования.

На основании вышеизложенного считаю, что автор диссертационной работы, Верещагина С.С., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. - Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки).

Д.т.н., профессор, заведующий кафедрой
«Электрооборудование и автоматика

промышленных предприятий»

филиала ФГБОУ ВО «Уфимский

государственный нефтяной

технический университет» в

г. Салавате

Специальность ученой степени д.т.н.: 05.26.03



Мусса Гумерович Баширов

05.12.2021

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

в г. Салавате

Россия, Республика Башкортостан, 453250, г. Салават, ул. Губкина, 22Б

Тел. сот.: 89177535064

e-mail.ru: eapp@yandex.ru

Подпись Баширова М.Г. заверяю:

Директор филиала ФГБОУ ВО «Уфимский

государственный нефтяной

технический университет»

в г. Салавате



Лунёва Н.Н.