

Отзыв

официального оппонента на диссертацию Зайцевой Натальи Михайловны
«РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ
КОМПЛЕКСОВ НЕПРЕРЫВНЫХ ЭНЕРГОЕМКИХ ПРОИЗВОДСТВ НА
ОСНОВЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по
специальности 05.09.03- Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы

Проблема обеспечения качественного прогнозирования уровня энергопотребления электротехническими комплексами, обладающими свойствами нелинейности, инерционности и замкнутости, требует развития теории моделирования и использования нового инструментария, в качестве которого могут выступать искусственные нейронные и нечёткие нейронные сети. Для эффективной и безопасной эксплуатации электротехнических комплексов необходим проектирование и обустройство систем заземления на основе точных моделей удельного электрического сопротивления грунта в конкретной местности с учетом климатических факторов. Поэтому исследования, посвященные созданию нелинейных адаптивных моделей электротехнических комплексов на основе балансовых уравнений и методов искусственного интеллекта, а также построению эффективных алгоритмов и моделей для расчета заземлений, напряжений прикосновения и шага, несомненно, являются актуальными и представляют большую научную и практическую ценность.

Для достижения цели повышения энергоэффективности, качества функционирования и безопасности электротехнических комплексов непрерывных инерционных замкнутых энергоемких производств соискатель последовательно выполняет научное обоснование применения предлагаемых методов, алгоритмов и моделей, заключающееся в следующем:

- разработке статической и динамической моделей прогнозирования энергопотребления ЭТК глинозёмного производства без использования длинных временных рядов ретроспективных данных с определением коэффициента дифференциального уравнения основного технологического процесса на основе нечеткой логики;

- разработке многокритериальной многопараметрической модели оптимального управления энергопотреблением глинозёмного производства на основе генетического алгоритма;

- разработке моделей и методов, обеспечивающих электробезопасность персонала ЭТК в случае возникновения аварий электрооборудования и техногенных катастроф;
- проведении экспериментальных исследований установки для определения электропроводности грунта в лабораторных условиях;
- выполнении технико-экономической оценки эффективности предлагаемых моделей и мероприятий.

Степень обоснованности научных положений, рекомендаций, выводов

Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов выводов и рекомендаций.

Для решения поставленных в диссертации задач использовались фундаментальные положения теоретических основ электротехники, методы искусственного интеллекта, детерминированное и стохастическое моделирование, теория автоматического регулирования и управления, теории подобия и моделирования, численные методы, методы идентификации моделей.

Компьютерное моделирование выполнялось в MATLABSimulink, MS Excel и в ходе работы оригинальных программ, разработанных на языке Pascal в среде программирования Turbo Delphi.

Таким образом, обоснованность результатов, полученных соискателем, базируется на согласованности данных экспериментов и научных выводов. Достоверность экспериментальных данных обеспечивается использованием современных средств и методик проведения исследований. Теоретические положения основываются на известных достижениях фундаментальных и прикладных дисциплин.

Оценка новизны и достоверности

В качестве новых научных результатов, полученных диссертантом, можно отметить следующие положения:

- теоретически обосновано, что прогнозирование электропотребления (используемой мощности) электротехническими комплексами предприятий должно базироваться на знании особенностей технологического процесса для выявления значимых факторов и закономерностей, влияющих на искомые электротехнические параметры, а также на достижениях компьютерной техники, позволяющей выполнять процесс моделирования;
- разработаны статическая и динамическая модели энергопотребления электротехнического комплекса глинозёмного производства, отличающиеся отсутствием необходимости использования длинных временных рядов ретроспективных данных;

- получены динамические характеристики энергопотребления и технологических процессов от основных управляемых параметров, что позволяет предсказывать аварийные ситуации и отчасти техногенные катастрофы;

- на основе генетического алгоритма решена многопараметрическая оптимизационная задача управления энергопотреблением непрерывного производства с учетом технологических параметров и стоимостных факторов;

- на основе теории нечетких множеств разработаны математическая и физическая модели удельного электрического сопротивления грунта в зависимости от климатических параметров и глубины залегания, позволяющие повысить эффективность работы оборудования электротехнических комплексов и безопасность их обслуживания;

- разработаны оригинальные программы, реализующие предлагаемые модели и алгоритмы искусственного интеллекта, позволяющие повысить энергоэффективность функционирования производства рассматриваемого типа и электробезопасность обслуживания его электротехнического комплекса.

В целом результаты, полученные автором, являются новыми научно обоснованными знаниями.

Диссертационная работа имеет достаточно высокую степень аprobации. Ее основные научные результаты и положения неоднократно докладывались и обсуждались на различных конференциях, отражены в 66 печатных работах, из которых: статей в изданиях из перечня ВАК РФ - 14, 8 статей проиндексированы в международных наукометрических системах SCOPUS и Web of Science, 1 монография, 1 патент Республики Казахстан, 1 авторское свидетельство РФ на программный продукт.

Замечания по диссертационной работе

1. Представляется не очень удачным столь подробное изложение известных методов, инструментов и моделей:

- в первой главе из приведенных 30 формул в дальнейшем есть только одна ссылка на некоторые из них, без которой тоже можно было обойтись, содержание параграфа 1.1 вполне укладывается в выводы по нему;

- подробное описание теории нечетких множеств и нечеткой логики, принципов организации нейронных сетей, их архитектуры, алгоритмов, в результате анализа которых делается вывод об их непригодности для решения поставленных задач.

В результате неоправданно увеличивается объём текста, а, главное, «размывается» значимость собственных исследований автора.

2. Не раскрыто, как в предложенных моделях управления электропотреблением учитываются вопросы качества электроэнергии.

3. Смузает строгая симметричность графиков изменения электропотребления ЭТК (2.16 -2.19, 2.22 – 2.26) при скачкообразном изменении технологических параметров. Насколько это отвечает реальным данным? Проблема выравнивания графиков нагрузки не станет менее значимой и при более сложной реакции на изменение технологических условий.

4. Вывод 2 по 2 главе тривиален, это известно априори.

5. Термин «слегка влажный песок» (с.199) не определен, каково процентное содержание влаги? Нет объяснения, почему моделирование дает значения меньше меньшего в сравнении со справочными данными.

6. Для расчета эффективности предлагаемой методики при проектировании параметров заземления со ссылкой на ПУЭ и РД 34.21.122-87, п. 8 сопротивление заземления принимается равным 10 Ом.

Однако п.1.7.90 ПУЭ 7 издания регламентирует «Заземляющее устройство, которое выполняется с соблюдением требований к его сопротивлению, должно иметь в любое время года сопротивление не более 0,5 Ом с учетом сопротивления естественных и искусственных заземлителей.», а в п.1.7.103 речь идет о PEN-проводниках низковольтных сетей, а кроме того указано, что «При удельном сопротивлении земли $> 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ допускается увеличивать указанные нормы в 0,01 раз, но не более десятикратного», т.е. не более 5 Ом, даже если ориентироваться на этот пункт. В РД 34.21.122-87, п. 8 вообще определяется импульсное сопротивление заземлителя, которое может быть как меньше, так и больше расчетного или измеренного на токе промышленной частоты. Поэтому ориентироваться на столь высокое значение сопротивления контура заземления вряд ли оправдано. Либо это требует особых доказательств с учетом обеспечения эффективной молниезащиты и условий работы релейной защиты. Каков будет экономический эффект от применения предлагаемой методики при меньших сопротивлениях вплоть до 0,5 Ом?

7. Имеется также ряд редакционных замечаний, включая несогласованные предложения, пропущенные буквы и другие опечатки, лишние запятые.

Отмеченные недостатки несколько снижают качество диссертации, но не влияют на основные теоретические и практические результаты исследований.

Заключение

Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, содержащую новые решения важной и актуальной научной проблемы, выполненную автором самостоятельно на довольно высоком научном уровне.

Работа базируется на достаточном количестве расчетов и примеров, экспериментальных данных. Диссертация написана достаточно грамотно, аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Тема и содержание диссертационной работы отвечает паспорту научной специальности 05.09.03 п.1 -«Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, изучение системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем», п.2 – «Обоснование совокупностехнических, технологических, экономических, экологических и социальных критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов и систем», п.4 – «Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях» и п.5 – «Разработка безопасной и эффективной эксплуатации, утилизации и ликвидации электротехнических комплексов и систем после выработки ими положенного ресурса».

Работа отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор Зайцева Наталья Михайловна заслуживает присуждения ученой степени докторатехнических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент:

Профессор кафедры Электроснабжения
промышленных предприятий и электротехнологий
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
университет – МЭИ», доктор технических наук, доцент
109462, Москва,

Ул. Юных Ленинцев, д.59 к.1, кв.156

тел.: +7-(925)-1895152

Почтовый адрес НИУ «МЭИ»,
111250, Москва,
ул. Красноказарменная, д.14

Рыжкова

Елена Николаевна



Н.Г. Савин