

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.2.031.03

СОЗДАННОГО НА БАЗЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Воронежский государственный технический университет»,
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Воронежский государственный университет»,
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Липецкий государственный технический университет»,
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 07.04.2023 № 56

О присуждении Сидоренко Евгению Васильевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Интеллектуализация процессов управления в системе внутреннего энергоснабжения АЭС на основе аппарата нейронных сетей» по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами принята к защите 03 февраля 2023 года (протокол заседания № 55), диссертационным советом 99.2.031.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 394006, г. Воронеж, ул.20-летие Октября, 84, приказ №1328/нк от 25.10.2016 г.

Соискатель Сидоренко Евгений Васильевич, 29 июля 1986 года рождения, в 2008 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Российский государственный технический

университет» по специальности 100100 Электрические станции. В 2022 году окончил аспирантуру ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами. Работает в должности старшего научного сотрудника ООО «Электросевкавмонтаж».

Диссертация выполнена на кафедре электропривода, автоматики и управления в технических системах ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Бурковский Виктор Леонидович, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», кафедра электропривода, автоматики и управления в технических системах, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

1. Чернецкая Ирина Евгеньевна, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», заведующая кафедрой «Вычислительная техника»;

2. Извеков Евгений Александрович, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», доцент кафедры «Электротехники и автоматики»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет» (г. Воронеж), в своем положительном отзыве, подписанном Грибановым Андреем Анатольевичем, к.т.н., доцентом, заведующим кафедрой «Автоматизация производственных процессов», указала, что диссертация Сидоренко Е.В. «Интеллектуализация процессов управления в системе внутреннего энергоснабжения АЭС на основе аппарата нейронных сетей» может быть оценена как научно-квалификационная работа, содержащая новое решение важной научно-технической задачи, связанной со снижением потерь активной мощности при условии поддержания постоянства системной характеристики – частоты питающей сети, а также соблюдении технологических требований потребителей электроэнергии, расположенных в узлах нагрузки. Основные научные результаты

диссертации опубликованы в 12 научных работах, из них 3 работы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 4 публикации в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus, 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. В работах, выполненных в соавторстве, определен личный вклад соискателя в разработку научной проблемы. Публикации и автореферат полно отражают содержание диссертации. Автор диссертации, Сидоренко Евгений Васильевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы, 4 публикации в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus, 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

В работах, опубликованных в соавторстве и приведенных в конце автореферата, лично соискателю принадлежат: [3,7,9,11] – анализ элементов локальных объектов внутреннего энергоснабжения АЭС; [1,2,6,10] – алгоритмы функционирования моделей управления процессами перетоков энергоресурсов применительно к объекту приложения; [4,5,12] – модели и аппаратные средства оптимизации элементов локальных ЭЭС.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Сидоренко Е.В. Применение нечётких нейронных сетей для оптимизации функционирования промышленных предприятий / Е.В. Сидоренко, А. Л. Руцков, А.В. Бурковский, О.О. Желтикова // Системы управления и информационные технологии. – 2019.– № 2 (76). – С. 40-43.

2. Сидоренко Е.В. Повышение эффективности управления потреблением собственных нужд АЭС с применением нейронных сетей / Е.В. Сидоренко, А. Л. Руцков, Акиндинова Е. В. // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2019.– № 5. – С. 39-42.

3. Сидоренко Е.В. Разработка методов оптимизации объектов для передачи электроэнергии с использованием нечетких нейронных сетей / Е. В. Сидоренко // Антропоцентрические науки: инновационный взгляд на образование и развитие

личности – материалы IX Международной научно-практической конференции, 2019. – С. 513-515.

4. Sidorenko E. V., Burkovsky V. L., Bocharov V.Z. and Dobrynin S. L. 2021 Intellectualization of production facilities management in conditions of uncertainty. – COMESYSO: Proceedings of the computational methods in systems and software 526 – 536.

5. Sidorenko E. V., Kozhin A. S., Danilov A.D., Burkovsky V. L. and Burkovsky A. V. 2020 Reactive power balancing transformers in control systems for electric drives of direct and alternating current. – IOP Conference series: Materials science and engineering 62056.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Локтев Алексей Алексеевич, д.ф-м.н., профессор, заведующий кафедрой «Транспортное строительство» федерального государственного автономного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта», Королев Вадим Вадимович, к.т.н., доцент кафедры «Транспортное строительство» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта», Шишкина Ирина Викторовна, к.т.н., доцент кафедры «Транспортное строительство» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта». Замечания: Из текста автореферата не ясно, какие требования предъявляются к программному обеспечению рассмотренных автором моделей и алгоритмов, лежащих в основе управления перетоками мощности систем внутреннего энергопотребления АЭС.

2. Пикина Галина Алексеевна, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Автоматизированные системы управления тепловыми процессами» ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ». Замечания: из текста не ясно, каким образом осуществляется сбор и анализ данных об изменении функционирования (режимах и специфике работы)

отдельных потребителей потоков активной и реактивной мощности, находящихся в узле нагрузки НВ АЭС.

3. Столбов Валерий Юрьевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Вычислительная математика, механика и биомеханика» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет». Замечания: 1. Отсутствие в автореферате подробной информации об альтернативных методах управления перетоками мощности, помимо отмеченных на основе коэффициента спада/роста потребления (базового варианта) и предлагаемого метода на базе нечётких нейронных сетей. 2. Не указаны результаты апробации и внедрения разработанного программного обеспечения.

4. Ефанов Владимир Николаевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры электронной инженерии ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий». Замечания: 1. Не совсем понятен смысл ограничений (4) оптимизационной задачи. Модуль любого числа, не равного нулю, по определению будет положительным. 2. Представленный алгоритм, на базе метода Ньютона-Рафсона, является безусловной оптимизации. Как же тогда учитываются ограничения. 3. Неясно, из каких соображений выбиралась структура нейросети, показанная на рис.3, а также как осуществляется ее обучение. 4. Входные параметры нейронечеткого регулятора являются нечеткими? Как осуществляется их фаззификация? А выходной вектор прогнозирования распределения полной мощности тоже нечеткий?

5. Бурков Владимир Николаевич, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник ФГБУН «Институт проблем управления им. В.А. Трапезников» Российской Академии Наук. Замечания: Из текста автореферата не ясно, каким образом осуществляется взаимосвязь с последующей коррекцией (если таковая предусмотрена) между моделями, основанными на коэффициентах роста/спада потребления и нечётких нейронных сетей.

6. Пылькин Александр Николаевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры вычислительной и прикладной математики ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина». Замечания: в тексте автореферата не приведены правила организации и обработки баз данных, применяемых в разработанном программном обеспечении. Также желательна

конкретизация технологического блока и подпроцесса, в рамках которого осуществлена интеграция соответствующего программного комплекса.

7. Чернов Александр Викторович, д.т.н., профессор, профессор кафедры информационных и управляющих систем ВИТИ НИЯУ МИФИ. Замечания: неясно каким образом производится формирование и учет влияния изменения режимов в электроэнергетической системе при организации управления перетоками мощности с помощью нечеткой нейронной сети.

8. Преображенский Андрей Петрович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Информационные систем и технологии» Воронежский институт высоких технологий. Замечания: из текста автореферата не ясно, каким образом осуществляется формирование базы данных предшествующих периодов в электроэнергетической системе.

Все отзывы положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой компетентностью в области автоматизированного управления распределенными объектами внутреннего энергоснабжения АЭС, наличием публикаций в соответствующей сфере исследований, а также их согласием.

Выбор ведущей организации обоснован широкой известностью достижений ее сотрудников в области разработки автоматизированных средств управления в различных объектных областях, способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также полученным согласием; направление научно-исследовательской деятельности структурного подразделения (кафедра «Автоматизация производственных процессов») соответствует теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны математические модели, а также эффективные алгоритмы управления процессами распределения электрической энергии и мощности на базе ИНС (ННС), как основного элемента систем управления данного технологического процесса;

разработан программно-аппаратный комплекс, позволяющий осуществлять моделирование и последующий анализ эффективности применяемых средств СУ в рамках локальных объектов собственных нужд АЭС на базе ННС;

предложены модели оптимизации СУ локальных энергораспределительных объектов собственных нужд АЭС по критерию минимума потерь активной мощности, осуществлен синтез НР локальных элементов АСДУЭ;

осуществлѐн анализ работы элементов локальных объектов собственных нужд АЭС, имеющей своей целью оценку перспектив повышения эффективности систем управления перетоками электроэнергии и мощности;

доказана степень влияния неопределенных и слабоформализуемых факторов в процессах передачи, трансформации и преобразования потоков электроэнергии и мощности;

созданы элементы программного обеспечения, дающие возможность реализовать алгоритмы управления и нечѐткого регулирования при распределении активной и реактивной мощности между объектами собственных нужд АЭС, а также в рамках нечѐтких регуляторов;

введена модификация метода Ньютона-Рафсона в рамках решения задачи условной оптимизации.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность повышения эффективности использования способа формального описания потоков энергоресурсов в локальных ЭЭС, на базе учѐта неопределѐнных и слабоформализуемых факторов в формате ИНС и ННС;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы теории системного анализа, теории управления, теории математического программирования;

изложена структура программно-аппаратного обеспечения технологического процесса преобразования потоков энергоресурсов, а также прогнозирования и последующего анализа, отличающаяся возможностью обеспечения улучшенных показателей качества (точность прогнозирования и качество интеграции с пакетами углубленной оценки, в частности – Matlab) в сравнении с применяемыми в настоящее время в системах внутреннего энергоснабжения АЭС комплексами: РАП ОС и Rasrt-Win;

раскрыты и получены алгоритмы обучения ННС, отличающиеся реализацией вариации градиентного метода на базе критерия наименьших квадратов с максимальным учётом динамических свойств локальных элементов ЭЭС с присущей им существенной степенью влияния неопределённых и слабоформализуемых факторов;

изучены принципы работы универсальных нечетких регуляторов, отличающиеся возможностью комплексного учета значимых факторов, влияющих на качество организации регулирования перетоков энергоресурсов в конкретных условиях реализации систем внутреннего энергоснабжения Нововоронежской АЭС;

проведена модернизация процессов передачи, трансформации и потребления энергоресурсов, а также элементов внутреннего энергоснабжения АЭС: трансформаторного оборудования, энергонагрузки узлов потребления ресурсов на базе процедуры минимизации потерь электрической энергии и активной мощности на основе метода Ньютона-Рафсона.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены модели, алгоритмы и соответствующее программное обеспечение, в рамках системы управления производственными объектами обеспечения собственных нужд Нововоронежской АЭС. Прогнозный эффект от внедрения достигается посредством повышения точности и качества управления, и может быть представлен в виде уменьшения абсолютного значения потерь активной мощности в сопоставлении с применяемыми в настоящее время (классическими) версиями АСДУЭ;

определены перспективы практического использования разработанных моделей, алгоритмов и программных средств разработчиками систем управления информационными процессами в распределённых объектах (узлах нагрузки) электроэнергетических систем;

создана и зарегистрирована в Федеральной службе интеллектуальной собственности программа для ЭВМ «Программа прогнозирования выработки и потребления электрической энергии в объектах собственных нужд АЭС»;

представлены результаты внедрения полученных результатов в учебный процесс кафедры электропривода, автоматики и управления в технических системах Воронежского государственного технического университета в таких дисциплинах, как «Системный анализ», «Методы искусственного интеллекта в управлении», «Теория систем управления».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ представлено качественное и количественное совпадение результатов, полученных на основе предложенных к использованию моделей, алгоритмов и программных средств управления информационными процессами в рамках распределённых объектов внутреннего энергообеспечения АЭС;

теория построена на известных методах системного анализа, теории управления, теории математического программирования и теории основ электротехники;

идея базируется на результатах анализа современных подходов к разработке моделей и алгоритмов оптимизации СУ локальных энергораспределительных объектов собственных нужд АЭС по критерию минимума потерь активной мощности;

использован большой массив собранных данных энергопотребления Нововоронежской АЭС за период с 2009 г.;

установлено на основании результатов исследования снижение ошибки прогнозирования на основе реализации оптимизационной модели, организованной по критерию минимизации потерь активной мощности в системе собственного энергопотребления АЭС на основе применения ННС;

использованы представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора адекватных объектов наблюдения и измерения.

Личный вклад соискателя состоит в выборе темы исследования, непосредственном участии на всех этапах процесса подготовки диссертации, личном участии в апробации результатов исследования, подготовке основных публикаций по тематике выполненной работы, формулировании основных вопросов поставленной научной проблемы.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. В докладе следовало бы уточнить формат реализации критерия наименьших квадратов в рамках градиентного метода обучения ННС.

2. Требуется уточнить использование метода Ньютона-Рафсона в рамках решений задачи условной оптимизации.

Соискатель Сидоренко Е.В. согласился с замечаниями, ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию в части условий использования для прогнозирования процессов искусственных нейронных сетей и нечетких нейронных сетей.

На заседании 07.04.2023 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для процессов управления в системе внутреннего электроснабжения АЭС, присудить Сидоренко Е.В. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвующих в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель

диссертационного совета



Семён Леонидович Подвальный

Ученый секретарь

диссертационного совета

Светлана Юрьевна Белецкая

07.04.2023г.