

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

диссертационного совета Д 999.179.03, созданного на базе ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от «17» сентября 2020 г. № 14

О присуждении Джапаровой Динаре Амангельдиевне, гражданке Республики Казахстан, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Нейросетевое регулирование напряжения в электроснабжении сельскохозяйственных потребителей» по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве принята к защите 20 февраля 2020 года, протокол № 4, диссертационным советом Д 999.179.03, созданным на базе ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», 393760, Тамбовская область, г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101; ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», 392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106; ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», 392022, г. Тамбов, пер. Ново-Рубежный, д. 28; утвержден приказом Министерства образования и науки РФ № 714/нк от 02.11.2012 года; приказом Министерства образования и науки РФ № 411/нк от 10.05.2017 года шифр объединенного диссертационного совета ДМ 220.041.03 изменен на Д 999.179.03.

Соискатель Джапарова Динара Амангельдиевна, 1985 года рождения.

В 2008 году соискатель окончила Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана по специальности 210540 «Электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства» и ей присвоена квалификация инженер-электрик.

В 2018 году окончила очную аспирантуру при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника.

В настоящее время соискатель работает старшим преподавателем Высшей школы «Электротехники и автоматики» Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана, Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан.

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Тамбовский

государственный технический университет», Министерство науки и образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор Калинин Вячеслав Федорович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», кафедра «Электроэнергетика», профессор.

**Официальные оппоненты:**

Зацепина Виолетта Иосифовна – доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный технический университет», кафедра «Электрооборудование», заведующий.

Виноградов Александр Владимирович – кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральные научный агроинженерный центр ВИМ», лаборатория электро- и энергосбережения и электробезопасности, ведущий научный сотрудник – дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», г. Орел, в своем положительном заключении, подписанном и.о. заведующего кафедрой «Электроснабжение», кандидатом технических наук, доцентом Севастьяновым Л.А., указала, что диссертационная работа Джапаровой Динары Амангельдиевны на тему: «Нейросетевое регулирование напряжения в электроснабжении сельскохозяйственных потребителей» соответствует критериям актуальности темы, новизны и достоверности результатов, отвечает требованиям п. 9, 10 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 с изменениями постановления Правительства Российской Федерации от 21.04.2016г. № 335, а ее автор, Джапарова Динара Амангельдиевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, все по теме диссертации, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК и 2 статьи в журнале, индексируемом в системе Scopus. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Общий объем опубликованных по теме диссертации работ составляет 3,89 п.л., личный вклад соискателя – 2, 7 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Electric Load Forecasting in Electrical Power Supply Systems. Dinara A. Dzharparova, Vyacheslav F. Kalinin, Nikita M. Zyablov, Alexander V. Kobelev, Sergey V. Kochergin, Lyudmila Yu. Korolyova. International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 12, Number 24 (2017). – pp. 15278-15286.



2. Quality management of electric power for agricultural consumers. Dinara A. Dzhaparova, Vyacheslav F. Kalinin, Alexander V. Kobelev, Sergey V. Kochergin, Lyudmila Yu. Korolyova. 1st International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency. Lipetsk State Technical University. November, 2019. – pp.20-22.

3. Моделирование распределительных электрических сетей 10/0,4 кВ А.Н. Кагдин, М.Ю. Авдеева, Д.А. Джапарова. Университет им. В.И. Вернадского. Специальный выпуск (52). – 2014. – С. 59-64.

4. Фрактальное моделирование и нейронные электрические сети. А.Н. Кагдин, Д.А. Джапарова, К.И. Терехов. Университет им. В.И. Вернадского. Специальный выпуск (52). – 2014. – С. 65-70.

5. Моделирование несимметричных сельских распределительных электрических сетей 10/0,4 кВ. Кобелев А.В., Кочергин С.В., Джапарова Д.А., Королева Л.Ю. Наука в центральной России. – 2017. – № 2 (26). – С. 47-53.

6. Анализ методов представления данных искусственной нейронной сети для управления электроэнергетическими системами В.Ф. Калинин, Н.М. Зяблов, С.В. Кочергин, А.В. Кобелев, Д.А. Джапарова. Вестник ТГТУ. – 2017. Том 23. – № 4. – С. 609-616.

На диссертацию и автореферат поступило 6 положительных отзывов из следующих организаций: **ФГБОУ ВО «Иркутский ГАУ»**, д.т.н., профессор, Наумов И.В. и к.т.н., доцент Подъячих С.В., замечания: 1. Стр. 3. Что автор понимает под износом сельских электрических сетей, который якобы влияет на установившееся отклонение напряжения? И что это за сеть 10/0,4 кВ? Электрическая сеть – это совокупность электротехнических устройств одного класса напряжения. А на отклонение напряжения влияет не износ, а регулирование напряжения в центре питания и у потребителя, изменение мощности силовых трансформаторов, а также изменение конфигурации электрической сети; 2. Нейронная сеть используется именно для прогнозирования (стр. 4, задача исследования 3). Поэтому речь должна идти об использовании нейросетевого прогнозирования для возможностей превентивной оценки уровня качества электрической энергии. Причем тема диссертации посвящена только отклонению напряжения, а в задачах диссертации (задача 5. стр. 4) присутствует и оценка прогнозирования высших гармонических составляющих напряжения. Поэтому тема диссертации сформулирована некорректно. Речь должна идти об использовании нейросетевого прогнозирования при управлении качеством электрической энергии. Термин «нейросетевое регулирование напряжения» некорректен; 3. Объектом исследования являются сельские электрические сети, но никак не качество электрической энергии, а вот предмет исследования именно технологии исследования нейросетевого прогнозирования для улучшения качества

электрической энергии?; **ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ имени Петра I»,** д.т.н., профессор Афоничев Д.Н., замечания: 1. Некорректно называть схемы имитационными моделями (с. 9, рисунки 1 и 2); 2. Приведенная структурная схема нейросетевого регулирования (с. 16, рисунок 13) имеет плохое качество и не дает объективного представления о рассматриваемом процессе; **АО «Научно-исследовательский и конструкторский институт монтажной технологии - Атомстрой» Госкорпорации «РОСАТОМ»,** д.т.н., профессор Ковшов Е.Е., замечания: 1. В разделе «Реализация результатов исследований» (стр. 5) приводятся сведения об их использовании в учебном процессе ВУЗа, однако, отсутствует информация о реальном промышленном внедрении результатов научных исследований, наличие которых, в свою очередь, повысило бы уровень значимости полученных как теоретических, так и практических решений; 2. На стр. 10-12 приводится обоснование выбора конфигурации (топологии) слоев и типов функций активации ИНС, обеспечивающих наименьшую ошибку прогноза отклонения напряжения, однако не рассматриваются такие важные вопросы, как: объем обучающей выборки и способы удаления из нее артефактов, влияющих на качество обучения нейронной сети; 3. На стр.18 отмечается, что «Физическое моделирование системы управления качеством электрической энергии в сельской электрической сети выполнялось в лаборатории кафедры «Электроэнергетика» Тамбовского государственного технического университета», однако не упоминается о путях отраслевой реализации полученного решения, включая такие составляющие реализации, как: программно-технический состав регулирующей системы, структура распределенного управления. Кроме того, не осуществляется выбор программно-аппаратной платформы для портирования прикладного решения, не производится выбор промышленных интерфейсов и протоколов управления внешними устройствами при нейросетевом регулировании напряжения; **ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,** д.т.н., профессор Пахомов А.И., замечания: 1. Цель исследования сформулирована слишком широко и некорректно; 2. Имитационная модель в Matlab выполнена на примере конкретной сельской электросети, при этом полученные данные не обладают общностью, а, следовательно, не доказывают необходимости разработки подобных систем для всех сельскохозяйственных потребителей, как это вытекает из цели исследования, как отмечено на стр.9; 2. Неясно, какой смысл исследовать гармоники тока Люминесцентных ламп (с. 14-15), когда повсеместно используются светодиодные. Причем спектр тока светодиодных ламп также исследован (А.А. Алферов, Е.А. Якимов, О.Г. Широков и др. Влияние светодиодных источников света на содержание гармоник тока и напряжения в системе электроснабжения промышленных



предприятий // электротехника и энергетика, 2016, № 3, С.67-73); 4. Рисунки в автореферате плохого качества, рис. 1, 2 фактически не читаются. Рисунки 10, 11 неверно указаны в тексте как рис. 9, 10 (с.15); **ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»**, д.т.н., профессор Литвиненко А.Н., замечания: 1. К сожалению, не до конца ясно, на какие источники напряжения рассчитана данная модель, в частности, может ли быть она использована для возобновляемых источников энергии, которые характеризуются значительным разбросом амплитуды напряжения; **НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангирхана»**, к.т.н. Тулегенов К.К., замечания: 1. В первой главе, недостаточно раскрыта зависимость импульсных токов, возникающих от применения газоразрядных ламп в АПК от качества электрической энергии; 2. При описании методов прогнозирования Вы опираетесь на регрессионные методы и фильтры Калмана, однако исследования управлением напряжения, используя вышеуказанные методы, не были произведены; 3. На графике отклонения напряжения не указаны нормально допустимые и предельно допустимые значения показателей качества напряжения, что мешает наглядно оценить картину выхода параметров за пределы допустимых.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается их широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** система регулирования напряжения, с использованием нейронной сети в системах электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, с прогнозированием параметров качества электрической энергии;

**предложена** математическая модель прогнозирования коэффициента несинусоидальности в зависимости от потребляемой активной мощности источников света;

**доказана** эффективность и перспективность системы нейросетевого регулирования напряжения для управления качеством электрической энергии сельскохозяйственных потребителей;

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** положения, позволяющие обосновать смстемы нейросетевого регулирования напряжения, и наметить пути совершенствования систем управления качеством электрической энергии;

**применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс существующих методов теоретических и экспериментальных исследований, в том числе теории электрических цепей, элементов теории надежности, математического и компьютерного

моделирования нейронных сетей и имитационной модели сельской электрической сети;

**изложены** подходы для прогнозирования параметров качества электрической энергии с использованием нейронных сетей, а также структура регулирования в сетях электроснабжения сельскохозяйственных потребителей

**раскрыты** закономерности изменения коэффициента искажения синусоидальности от потребляемой активной мощности источника света;

**изучено** влияние резкого изменения электрической нагрузки сельскохозяйственных потребителей на эффективность прогнозирования отклонения напряжения нейронной сетью.

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

**разработаны и внедрены:** разработана система регулирования напряжения с использованием нейросетей; результаты экспериментальных исследований внедрены в сельскохозяйственном предприятии Колхоз - племенной завод им. Ленина и ПАО «МРСК Центр» - «Тамбовэнерго»;

**определены** перспективы практического использования предложений и рекомендаций на предприятиях сельскохозяйственного производства; проектных и электросетевых компаний при прогнозировании отклонения напряжения; в учебном процессе высших учебных заведений по электротехническим направлениям подготовки;

**создана** теоретическая модель нейросетевого регулирования напряжения, включающая многослойный перцептрон, прогнозирующий отклонение параметров качества электроэнергии, а также имитационная модель сельской электрической сети, позволяющая вычислять показатели качества электрической энергии в узле электрической нагрузки и у удаленного сельскохозяйственного потребителя;

**представлены** предложения и рекомендации по дальнейшему совершенствованию управления качеством электрической энергии сельскохозяйственных потребителей.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** результаты получены с помощью измерительных приборов, прошедших сертификацию; статистическую обработку результатов экспериментальных исследований проводили с помощью современных вычислительных средств; использованы разработанные методики исследований, а также стандартная методика оценки воспроизводимости результатов исследования в лабораторных и производственных условиях; удовлетворительное схождение теоретических и экспериментальных исследований и производственных испытаний; лицензионных компьютерных программ MatLab, Microsoft Excel;

**теория** построена на известных положениях методов математического и компьютерного моделирования, теории электрических цепей, элементов теории надежности систем электроснабжения;



**идея базируется** на анализе и обобщении результатов отечественных и зарубежных исследований и опыта в области прогнозирования качества электрической энергии;

**использованы** авторские данные и ссылки на литературные источники по рассматриваемой тематике;

**установлено**, что результаты работы не входят в противоречие с результатами более ранних работ, представленных в независимых источниках по данной тематике;

**использованы** теоретические и экспериментальные данные, полученные лично соискателем, сведения из открытых литературных источников.

**Личный вклад соискателя состоит** в участии во всех этапах процесса: постановке цели и формулировке задач исследования; в проведении анализа литературных источников и разработке теоретических положений по теме диссертации; в непосредственном участии соискателя в получении исходных данных и научных экспериментах; обработке материалов теоретических и экспериментальных исследований; разработке экспериментальной установки и методики лабораторных исследований, в проведении экспериментальных испытаний; в публикации результатов исследований в научных статьях и апробации исследований на региональных, всероссийских и международных научных конференциях.

Диссертация является завершенной работой, охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана и используемой методологии исследований, концептуальностью и взаимосвязью выводов. Диссертационная работа соответствует п. «Обоснование, исследование и разработка средств и методов повышения надежности и экономичности работы электрооборудования в сельскохозяйственном производстве», п. «Исследование и обоснование параметров технического состояния элементов электрооборудования в сельском хозяйстве, средств их диагностики и методов прогнозирования долговечности, безотказности и ремонтпригодности этих объектов» и п. «Разработка методологических основ создания надежного и экономичного энерго- и электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, разработка новых технических средств» паспорта специальности 05.20.02 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» и п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842. Она представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на повышение эффективности управления качеством электрической энергии сельскохозяйственных потребителей.

На заседании 17 сентября 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Джапаровой Динаре Амангельдиевне учёную степень кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование сельского хозяйства.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человека, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 21, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного  
совета Д 999.179.03,  
доктор технических наук, профессор,  
академик РАН

Завражнов А.И.

Учёный секретарь диссертационного  
совета Д 999.179.03,  
кандидат технических наук, доцент

Михеев Н.В.



17 сентября 2020 г.