

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 28 февраля 2019 г. № 1

О присуждении Карджаубаеву Нурлану Араповичу, гражданину Республики Казахстан, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Мультиагентное регулирование напряжения в многосвязных электрических сетях» по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы принята к защите 20 декабря 2018 г., протокол № 31 диссертационным советом Д.212.173.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России, 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20; приказ о создании диссертационного совета №156/нк от 01.04.2013 г.

Соискатель Карджаубаев Нурлан Арапович, 1990 года рождения. В 2011 г. соискатель получил степень бакалавра по специальности «Электроэнергетика», окончив «Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева». В 2013 г. соискатель получил степень магистра по специальности «Электроэнергетика и электротехника», окончив Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России. В 2018 году соискатель завершил обучение в очной аспирантуре в Федеральном государственном бюджетном

образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре Автоматизированных электроэнергетических систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Фишов Александр Георгиевич, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», кафедра Автоматизированных электроэнергетических систем, профессор.

Официальные оппоненты:

Кубарьков Юрий Петрович, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», кафедра «Электрические станции», профессор;

Булатов Юрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Братский государственный университет», кафедра Электроэнергетики и электротехники, заведующий кафедрой;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (НИ ТПУ), г. Томск, в своем положительном отзыве, подписанном Гусевым Александром Сергеевичем, доктором технических наук, профессором Отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО НИ ТПУ, Дементьевым Юрием Николаевичем, кандидатом технических наук, доцентом, руководителем Отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики

ФГАОУ ВО НИ ТПУ указала, что диссертация Карджаубаева Н. А. выполнена на высоком научном уровне, является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 10 работ, из них: в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень рекомендованных ВАК РФ, опубликовано 2 работы; 2 статьи опубликованы в журналах, входящих в наукометрические системы Scopus, Web of Science, и 6 публикаций в прочих изданиях (в том числе в материалах международных и всероссийских конференций). Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Авторский вклад в опубликованных работах составляет не менее 60%. Общий объем публикаций – 4,12 п.л.

Наиболее значимые научные публикации по теме диссертации:

Научные статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК:

1. **Карджаубаев Н.А.** Особенности обеспечения надежности электроснабжения в изолированно работающих энергосистемах с малой генерацией / **Н.А. Карджаубаев**, А.Г. Фишов, Б.Б. Мукатов. // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2015. – № 4 (29). – С. 94–104. DOI: 10.17212/1727-2769-2015-4-94-104.

2. **Карджаубаев Н.А.** Децентрализованное мультиагентное регулирование напряжения в электрических сетях / **Н.А. Карджаубаев**, А.Г. Фишов. // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. Т. 22. № 6. С. 183–195. DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/1814-3520-2018-6-183-195>

Публикации в зарубежных конференциях и изданиях, входящих в базу данных Scopus, Web of Science:

3. **Karjaubayev N. A.** Decentralized Smart Multi-Agent Voltage Regulation in Electric Grids. Ideology and Modeling / **N. A. Karjaubayev**, A. G. Fishov, I. L. Klavsuts, D. A. Klavsuts // 53rd International Universities Power Engineering Conference (UPEC 2018): proc., Glasgow, United Kingdom, 4-7 Sept. 2018. - IEEE, ISBN 978-1-5386-2910-9. - DOI: 10.1109/UPEC.2018.8542109

4. **Karjaubayev N. A.** The research of influence normalizer voltage on characteristics and processes in electric networks / **N. A. Karjaubayev**, A. G. Fishov, A. I. Marchenko, V. V. Denisov, I. L. Klavsuts // Актуальные проблемы электронного приборостроения (АПЭП–2016) Actual problems of electronic instrument engineering (APEIE–2016): труды 13 международной научно-технической конференции, Новосибирск, 3–6 октября 2016 г. : в 12 т. – Новосибирск : Издательство НГТУ, 2016. – Т. 1, ч. 1. – С. 109-112. - 100 экземпляров - ISBN 978-5-7782-2991-4.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов, все положительные:

1. **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»**, доцент кафедры электроэнергетических систем, к.т.н., доцент Насыров Р. Р. – вопросы об использовании облачных технологий, об определении допустимых отклонений напряжений, о приоритете критериев оптимизации, о способе определения первичного агента, об учете текущей схемно-режимной ситуации; замечание об излишней подробности описания автоматики в диссертации; предложение о корректировке цели диссертации.
2. **Казахстанская компания по управлению электрическими сетями АО «KEGOC» филиал «Национальный диспетчерский центр Системного оператора»**, главный диспетчер, к.т.н., Мукатов Б. Б. – вопросы о противоречии определения смежного агента принципу локальности обмена информацией при организации

децентрализованного управления и о проведении сравнений полученных результатов по разработанному макросу с встроенными средствами оптимизации RastrWin.

3. **ОАО «Системный оператор Единой Энергетической системы», филиал ОАО «СО ЕЭС» ОДУ Урала**, Советник директора группы советников АО «СО ЕЭС», д.т.н., доцент Ерохин П. М. – замечания об отсутствии оценки рисков при отказе центрального агента, нечеткости определений «компромиссного режима», «прилегающего» и «смежного» районов, о стыковке идеологии МАС с существующими технологиями, отсутствии информации о «зависаниях» процесса.
4. **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет»**, доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий», к.т.н., доцент Гиршин С.С. – замечание об отсутствии противоречия между субъектами по уровню напряжения, пожелание сравнения результатов с результатами по существующим программам оптимизации.
5. **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»**, заведующий кафедрой «Электрические станции и электроэнергетические системы», д.т.н., профессор Нагай В. И. и доцент кафедры «Электрические станции и электроэнергетические системы», к.т.н., Кудинов И. Д. Замечания об отсутствии сравнения результатов оптимизации МАС и традиционной системы, отсутствии информации об используемой физической модели, неясности согласования действий МАС и существующей системы, неполноте проверки основных идей на примерах конкретных объектов,

отсутствии оценки перспектив реализации МАС, неясности факторов снижения затрат.

6. **Белорусский национальный технический университет**, профессор кафедры «Электрические системы», д.т.н., профессор Короткевич М. А. Вопросы о максимальном числе узлов, контролируемых агентом, количестве смежных узлов у агента и влиянии их на его работу, основании выбора агента для запроса помощи, критичности скорости передачи данных для аварийных режимов.
7. **Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет»**, директор Политехнического института, заведующий кафедрой электротехнических комплексов и систем, д.т.н., профессор, Пантелеев В. И. Замечание об ошибке в формуле 6, об отсутствии исследования устойчивости процесса регулирования, о неполноте децентрализации при изменении топологии.
8. **Чебоксарский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет»**, профессор кафедры информационных технологий, электроэнергетики и систем управления, д.т.н., доцент, Михеев Г. М. Замечания о мелких надписях к рисункам, об отсутствии расшифровки аббревиатуры РМГ, отсутствии расчета экономического эффекта.
9. **ОАО «Национальная электрическая сеть Кыргызстана»**, первый заместитель генерального директора Куданалиев Э. Т. Без замечаний.
10. **Открытое акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт релестроения с опытным производством» (ОАО «ВНИИР»)**, заведующий сектором НИОКР департамента информационно-технологических систем, к.т.н. Онисова О. А. и руководитель центра моделирования ЭЭС

департамента информационно-технологических систем к.т.н., доцент Наволочный А. А. Замечания о неясности учета ограничений генератора по реактивной мощности, о неясности равной применимости решения для нормальных и аварийных режимов, о необходимости пояснения процедуры определения потерь по косвенным измерениям.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации **обосновывается** следующим:

- область научных интересов доктора технических наук **Кубарькова Ю. П.** связана с задачами регулирования напряжения в электрических сетях с активно-адаптивными элементами, а также использованием распределенной генерации в интеллектуальных электрических сетях;

- сфера научных интересов и тематика исследований кандидата технических наук **Булатова Ю. Н.** связаны с применением мультиагентного управления в электрической сети с установками распределенной генерации;

- в **Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»**, в Отделении электроэнергетики и электротехники активно занимаются проблематикой по теме диссертационной работы Н.А. Карджаубаева, а именно оптимизацией режимов электроэнергетических систем, системой активно-адаптивного регулирования напряжения в распределительных электрических сетях, а также управлением режимами электрических сетей с распределённой малой генерацией, что подтверждается трудами ведущих ученых и специалистов отделения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея одноуровневой мультиагентной системы (МАС), позволяющая осуществлять децентрализованное

компромиссное регулирование напряжения в распределительных электрических сетях,

предложен оригинальный подход к построению децентрализованной системы управления напряжением в электрической сети, заключающийся в одноуровневой структуре с координацией действий смежных агентов,

доказана перспективность применения одноуровневой мультиагентной системы регулирования напряжения в электрических сетях с распределенной генерацией,

введены понятия зоны локального контроля режима электрической сети и зоны локальной координации действий агентов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность компромиссного регулирования напряжения в электрических сетях с распределенными средствами компенсации реактивной мощности посредством децентрализованной МАС с координацией действий агентов в смежных зонах, вносящая вклад в расширение представлений об изучаемом явлении,

применительно к проблематике диссертации результативно использовано математическое и физическое моделирование, численные методы,

изложены положения, идеи, аргументы и доказательства осуществимости эффективного децентрализованного управления напряжением в распределительных электрических сетях,

раскрыты противоречия целей и критериев по уровню напряжения субъектов, осуществляющих производство, передачу и потребление электроэнергии,

изучены особенности проявления взаимосвязей при децентрализации управления режимами электрических сетей,

проведена модернизация существующих локальных алгоритмов регулирования напряжения источниками реактивной мощности в электрических сетях.

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

разработаны и внедрены правила координации агентов, создающие техническую возможность децентрализованного регулирования напряжения в электрических сетях с распределенной генерацией; алгоритмы регулирования напряжения внедрены в состав автоматики управления режимами локальных систем энергоснабжения, разработанной ООО «Модульные системы Торнадо» совместно с НГТУ,

определена область применения результатов исследования в системах децентрализованного регулирования напряжения распределительных электрических сетей,

создана система практических рекомендаций по исследованию МАС регулирования напряжения, их построению,

представлены рекомендации для более высокого уровня организации процесса регулирования напряжения в распределительных электрических сетях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использована физическая модель электроэнергетической системы с моделями электрогенераторов и электрической сети центра испытаний устройств контроля и управления режимами электроэнергетических систем НГТУ, сертифицированными системами измерений. Результаты испытаний агентного алгоритма регулирования напряжения подтвердили его работоспособность и эффективность, воспроизводимость результатов при повторении опытов,

теория построена на известных положениях математического анализа и основ электротехники, математического, имитационного и физического моделирования, опубликованных теоретических и экспериментальных данных по теме диссертации, также теория согласуется с авторскими и опубликованными экспериментальными данными,

идея базируется на анализе и обобщении результатов исследования процессов регулирования напряжения в электрических сетях, существующего опыта их организации и осуществления в диспетчерских центрах и центрах управления сетями, а также на передовом зарубежном опыте,

использованы сведения о регулировании напряжения в электрических сетях, опубликованные в открытых источниках, для сравнения с авторскими результатами экспериментальных и теоретических исследований,

установлено качественное и количественное совпадение результатов, полученных автором с использованием разработанной программы моделирования режимов с МАС регулирования напряжения, с результатами, полученными при моделировании по другим программам и на физической модели ЭЭС,

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, результатов измерений при испытаниях.

Личный вклад соискателя состоит в участии при постановке задач, в определении объекта и предмета исследования, разработке правил и алгоритмов мультиагентного регулирования напряжения в электрических сетях, проведении исследований на физической модели энергосистемы. Автором разработаны цифровые модели исследуемых объектов, и проведены на них вычислительные эксперименты.

В работах, опубликованных в соавторстве, соискателю принадлежит формализация поставленных задач, результаты исследования МАС управления режимом напряжения электрической сети на цифровой и физической моделях энергосистем, анализ и обобщение результатов. Личный вклад соискателя в работах составляет не менее 60%.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития энергетики Российской Федерации, и соответствует п. 9 Положения о присуждении

учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

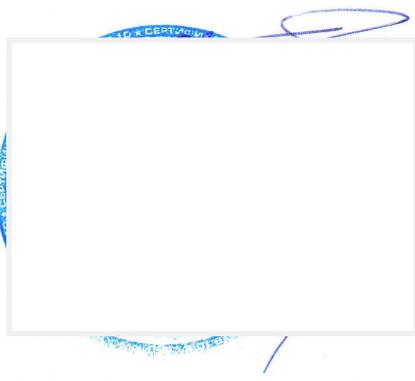
На заседании 28 февраля 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Карджаубаеву Н. А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту нет, проголосовали: за 14, против нет, недействительных бюллетеней 2.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

28 февраля 2019 г.



Целебровский Ю.В.

Осинцев А.А.