

Заключение объединённого диссертационного совета Д 999.162.02,
созданного на базе Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Омский
государственный технический университет» Министерства науки и высшего
образования Российской Федерации, Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский
государственный университет путей сообщения» Федерального агентства
железнодорожного транспорта Министерства транспорта Российской
Федерации, защита прошла в Федеральном государственном бюджетном
образовательном учреждении высшего образования «Омский
государственный технический университет», по диссертации

На соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное	дело	№
решение	объединённого	
диссертационного	совета	
Д 999.162.02 от 29.12.2020 № 6		

О присуждении Косареву Борису Андреевичу, гражданину РФ, ученой
степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методики управления децентрализованными
электротехническими системами с распределенной генерацией» по
специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»
принята к защите 20 октября 2020 г., протокол № 4 объединённым
диссертационным советом Д 999.162.02, участники соглашения –
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Омский государственный технический университет»,

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 644050, г. Омск, пр. Мира, д. 11, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения», Федеральное агентство железнодорожного транспорта Министерства транспорта Российской Федерации, 644046, г. Омск, пр. Маркса, д. 35. Приказ № 714/нк от 02.11.2012г.

Соискатель Косарев Борис Андреевич 1988 года рождения, в 2012 году окончил Омский государственный технический университет. В связи с конкретизацией результатов по тематике диссертационной работы прикреплен соискателем ученой степени кандидат наук по специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы» на кафедру «Электрическая техника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет».

Работает научным сотрудником в АО «Омский научно-исследовательский институт приборостроения», г. Омск.

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Омский государственный технический университет» на кафедре «Электрическая техника» при прикреплении к данному учреждению для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Федоров Владимир Кузьмич, работает профессором кафедры электроснабжения промышленных предприятий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

Ковалев Владимир Захарович, доктор технических наук, профессор, профессор Института нефти и газа федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Югорский государственный университет», г. Ханты-Мансийск;

Сушков Валерий Валентинович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Энергетика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижневартковский государственный университет», г. Нижневартковск;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск, в своём положительном заключении, подписанным Левиным Владимиром Михайловичем – заведующим кафедрой «Автоматизированные электроэнергетические системы», доктором технических наук, доцентом и Фишовым Александром Георгиевичем – доктором технических наук, профессором, профессором кафедры «Автоматизированные электроэнергетические системы» и утверждённым ректором, доктором технических наук, профессором Батаевым А.А., указала, что: диссертация Косарева Бориса Андреевича является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором единолично; в диссертационной работе представлено решение актуальной задачи создания методик управления децентрализованными электротехническими системами с распределённой генерацией и разработки соответствующих программных продуктов; диссертация по объёму представленных результатов, научной новизне и практической ценности удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям и соответствует всем требованиям п. 9 – 14 «Положения о присуждении учёных степеней» постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020), а её автор, Косарев Борис Андреевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Соискатель имеет 18 опубликованных научных работы по теме диссертации, в том числе шесть статей в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК для опубликования научных результатов диссертаций, одну статью в научном журнале, индексируемом в базе данных Scopus, три свидетельства о регистрации программ для ЭВМ, пять публикаций в материалах международных и всероссийских конференций, а также три работы в прочих источниках.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Косарев, Б.А. Выбор оптимального напряжения источника энергии для системы электроснабжения с распределенной генерацией /Б.А. Косарев, Г.А. Кошук, В.К. Федоров // Омский научный вестник. – 2018. – №6 (162). – с. 115-118.
2. Косарев, Б.А. Динамическое перераспределение источников питания в электротехнической системе с распределенной генерацией / Б.А. Косарев, Г.А. Кошук, Л.Г. Полинцев, В.К. Федоров // Омский научный вестник. – 2019. – №2 (164). – с. 50-55.
3. Косарев, Б.А. Модель электротехнической системы с распределенной генерацией / Б.А. Косарев, В.К. Федоров // Омский научный вестник. – 2019. – №5 (167). – с. 64-71.
4. Косарев, Б.А. Возможность возникновения хаотических режимов работы электротехнической системы с распределенной генерацией / Б.А. Косарев, Г.А. Кошук, А.А. Охотников, В.К. Федоров // Омский научный вестник. – 2019. – №6 (168). – с. 58-62.
5. Косарев, Б.А. Устранение отклонений напряжения и частоты, подавление хаотических колебаний в электротехнической системе с распределенной генерацией / Б.А. Косарев, В.К. Федоров // Омский научный вестник. – 2019. – №6 (168). – с. 52-57.
6. Косарев, Б.А. Оценка качества электроэнергии в системе электроснабжения с активным потребителем / Б.А. Косарев, В.К. Федоров,

Р.Н. Хамитов // Промышленная энергетика.-2020.-№9.-с.2-8.

7. Косарев Б.А. Моделирование включения активного потребителя на параллельную работу с системой электроснабжения нефтегазоперерабатывающего предприятия / Б.А. Косарев, В.К. Федоров, Р.Н. Хамитов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331. – № 8. – С. 144–153.

8. Косарев, Б.А. Свидетельство о гос. рег. прогр. для ЭВМ «Модель расчета параметров трехфазной четырехпроводной электротехнической системы с распределенной генерацией» / Б.А. Косарев // М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2019. № гос. рег. 2019619453.

9. Косарев, Б.А. Свидетельство о гос. рег. прогр. для ЭВМ «Устранение отклонений напряжения и частоты, подавление хаотических колебаний в электротехнической системе с распределенной генерацией» / Б.А. Косарев, П.В. Михайлов // М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2019. № гос. рег. 2019665189.

10. Косарев, Б.А. Свидетельство о гос. рег. прогр. для ЭВМ «Динамическое перераспределение источников питания по центрам электрических нагрузок в электротехнической системе с распределенной генерацией» / Б.А. Косарев // М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2020. № гос. рег. 2020615877.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы официальных оппонентов:

Официального оппонента – доктора технических наук, профессора, профессор Института нефти и газа федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Югорский государственный университет» Ковалева Владимира Захаровича (г. Ханты-Мансийск).

Замечания:

1. Следует пояснить, какие элементы обладают нелинейной вольт-амперной характеристикой в имитационной модели электротехнической системы промышленного предприятия (глава 2, рисунок 2.15).

2. В диссертационной работе при исследовании спектров гармоник напряжения и тока в точке присоединения нагрузки децентрализованной электросистемы (глава 2, стр.51, стр.66) данные приводятся для гармоник не выше 13 порядка, в то время как общепринятый диапазон гармоник, рассматриваемый при исследовании гармонических искажений, гораздо шире.

Почему не учитываются гармоники напряжения и тока выше 13 порядка?

3. На основании условий асимптотической устойчивости решения системы дифференциальных уравнений (3.12), глава 3 получено подавляющее хаотические колебания управляющее воздействие. Необходимо пояснить, в каких единицах измерения используются при расчетах переменные системы уравнений.

4. Нет пояснения функции блока задержки сигнала, показанного на общей структурной схеме имитационной модели (глава 3, рис.3.16).

5. Необходимо пояснить временной интервал бездействия в блок-схеме динамического перераспределения источников питания (глава 4, рисунок 4.1).

Официального оппонента – доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Энергетика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижевартовский государственный университет» Сушкова Валерия Валентиновича (г. Нижневартовск)

Замечания:

1. В таблице 2.9 (глава 2) пояснение номинального значения частоты питающего напряжения силовых трансформаторов является излишним.

2. В таблице 2.9 отсутствует обозначение трансформатора ТМ – 1000.

3. В имитационных компьютерных моделях (глава 2, рисунок 2.2 и рисунок 2.15) не показаны линии связи блока точной синхронизации с

управляемыми выключателями.

4. Необходимо пояснить, какое число точек измерения N и шаг дискретизации ΔT используется в расчетах при апробации методики управления (глава 3, формула 3.11).

5. В главе 4 на картограмме нагрузок потребителей (рисунок 4.3) следует нагрузку каждого потребителя отображать в виде эллипса рассеяния, а не окружности, так как рассматривается вопрос смещения центров электрической нагрузки во времени.

Ведущей организации – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» (г. Новосибирск).

Замечания:

1. В главе 2 учитывались гармоники до 13 включительно без обоснования учета более высоких гармоник.

2. В главе 2 на рисунке 2.4 приведены структурные схемы измерения амплитуды фазы, частоты напряжения, при этом не указано какая из структурных схем используется в имитационной модели.

3. В главе 2 не представлены результаты моделирования установившегося режима децентрализованной электротехнической системы жилых зданий при несимметричной нагрузке.

4. В главе 2 имитационная модель промышленного предприятия содержит двигательную нагрузку, при этом в работе нет пояснений относительно характера изменения нагрузки на валу двигателей.

5. На структурной схеме преобразователя частоты (рисунок 2.7) не приведены значения индуктивности и емкости для звена постоянного тока.

6. В главе 3 на рисунке 3.10 в блоке «Хаотические колебания» приведены критерии, по которым определяется режим хаотических колебаний режимных параметров.

7. В главе 3 для формулы 3.11 отсутствует пояснение – какое число точек измерения N и шаг дискретизации ΔT используется в расчетах.

8. Глава 4 посвящена необходимости реконфигурации сети ДЭС для снижения потерь активной мощности. Не вызывает вопросов сама идея, но остается непонятным какими средствами предполагается вносить изменения в схемно-режимные состояния. В работе не рассматривались реклоузеры, системы накопления энергии и другие известные средства для решения этой задачи в сетях 0,4-10 кВ.

9. В целом по работе открытым остается вопрос для кого и для чего разрабатывались предложенные автором алгоритмы и методики. Если они предназначены для принятия решением на стадии управления развитием, т.е. при проектировании ДЭС, то не обосновано, качество каких решений возрастает от их применения. До последнего времени вопросы обеспечения качества электроснабжения не рассматриваются при проектировании систем электроснабжения.

10. Поскольку работа посвящена автономным энергосистемам неверно применять к оценке качества электроэнергии в них показатели, установленные для «больших» энергосистем.

Отзывы на автореферат все положительные:

1. Сериков Александр Владимирович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электромеханика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Замечания:

1. Из текста автореферата неясно, какой режим работы электротехнической системы принимается за хаотические колебания режимных параметров.

2. В автореферате не рассматривается экономический эффект от использования методик управления, направленных на повышение показателей качества электрической энергии.

2. Кладиев Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, доцент Отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский

Томский политехнический университет».

Замечания:

1. В автореферате не приведены пояснения для блока точной синхронизации, показанного на рисунках 1 и 2.

2. В автореферате не указаны диапазоны значений напряжения для режима хаотических колебаний.

3. Хакимьянов Марат Ильгизович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой электротехники и электрооборудования предприятий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

Замечания:

1. В автореферате приведены расчеты гармонических искажений напряжения и тока в электротехнических системах с распределенной генерацией при помощи разработанного программного обеспечения. Не ясно, насколько результаты имитационного моделирования согласуются с теоретическими данными?

2. На схеме распределения потоков мощности в электросети промышленного предприятия (рисунок 4) дожимная и блочная кустовая насосные станции (ДНС и БКНС) показаны как единичные электродвигатели. Но насосные станции имеют несколько насосных агрегатов с электродвигателями, некоторые из которых могут находиться в работе одновременно.

4. Цырук Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой Электроснабжения промышленных предприятий и электротехнологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский университет "МЭИ" (г. Москва)

Замечания:

1. Рисунки 5-8, показывающие изменение напряжения во времени, следует подписывать «Зависимость напряжения от времени...», а ниже приводить пояснение к рисунку.

2. Рисунки 1, 2 разделять не стоило. Расположение рисунков на одной

странице значительно облегчило бы восприятие материала.

5. Дарьенков Андрей Борисович, кандидат технических наук, доцент федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», директор института электроэнергетики (г. Нижний Новгород)

Замечания:

1. Из автореферата непонятно, в каких пределах возможно подавление хаотических колебаний режимных параметров электрической сети с помощью разработанной методики управления ДЭТС с РГ?

2. Каким образом корректируются значения коэффициентов демфирования синхронных генераторов при подавлении хаотических колебаний режимных параметров ДЭТС с РГ (стр.13 автореферата).

3. Не отмечены границы применимости (напряжение электрической сети, мощность нагрузки) разработанных методик управления ДЭТС с РГ.

6. Сидоренко Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Электрооборудование и автоматика» филиала федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева» Министерства обороны Российской Федерации в г. Омске, Омский автобронетанковый инженерный институт.

Замечание:

Из автореферата неясно, почему автором предложено рассчитывать центр электрических нагрузок по упрощенным формулам (7), (8) только по активной мощности без учета зоны рассеивания.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается: 1) высокой квалификацией и большим опытом работы ученых, давших своё письменное согласие быть официальными оппонентами, в областях разработки и эксплуатации электротехнических систем, в том числе с распределенной генерацией, наличием у них публикаций по теме диссертационного исследования; 2) известными достижениями организации (с

её согласия) в области автоматизации и управления электротехническими системами, в том числе с распределенной генерацией, наличием профильной кафедры и компетентных специалистов, работающих в данной области и способных определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны методики управления децентрализованными электротехническими системами с распределенной генерацией, направленные на повышение качества электроэнергии, выявление и подавление хаотических колебаний режимных параметров и минимизацию потерь мощности при электропередаче;

предложено для расчета режимных параметров использование имитационных компьютерных моделей децентрализованных электротехнических систем с распределенной генерацией;

показана перспективность использования имитационных компьютерных моделей децентрализованных электротехнических систем с распределенной генерацией для исследования гармонических искажений напряжения и тока.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность применения разработанных методик управления для обеспечения устойчивого функционирования децентрализованных электротехнических систем с распределенной генерацией, в том числе при возникновении устойчивых хаотических колебаний, а также для уменьшения нагрузочных потерь;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследования в области электротехнических комплексов и систем, в том числе методов исследования устойчивости решения систем нелинейных дифференциальных уравнений;

изложен комплексный подход к моделированию децентрализованных электротехнических систем с распределенной генерацией, включая расчет

старшего показателя Ляпунова и метод точной синхронизации по основной гармонике;

раскрыто содержание методик управления децентрализованными электротехническими системами с распределенной генерацией, базирующихся на использовании балластной нагрузки, компенсирующих устройств, регулировании коэффициентов демпфирования генераторов, а также на динамическом перераспределении источников питания по центрам нагрузки групп потребителей;

изучено влияние числа групп потребителей на эффективность динамического перераспределения источников питания по центрам нагрузки, влияние типовых электроприемников жилых зданий и промышленного предприятия на гармонические искажения напряжения и тока в условиях распределенной генерации;

проведена уточнение имитационных компьютерных моделей децентрализованных электротехнических систем с распределенной генерацией в части детализации схем замещения типовых электроприемников.

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

разработано и внедрено программное обеспечение для расчета параметров режима, оценки гармонических искажений напряжения и тока в децентрализованных электротехнических системах с распределенной генерацией;

определены перспективы практического применения разработанных методик управления в регуляторах систем возбуждения и частоты вращения генераторов, установленных на Омской ТЭЦ-4, а также в алгоритмах управления децентрализованными электротехническими системами с распределенной генерацией;

представлены алгоритмы расчета управляющего воздействия, направленного на подавление хаотических колебаний режимных параметров в децентрализованных электротехнических системах с распределенной

генерацией.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовались сертифицированные приборы и поверенные средства измерения;

теория построена на проверяемых данных, которые согласуются с полученными экспериментальными данными и опубликованными материалами по теме диссертационной работы;

идея базируется на повышении устойчивости и уменьшении нагрузочных потерь в децентрализованных электротехнических системах с распределенной генерацией путём внедрения методик управления, устраняющих режим хаотических колебаний и учитывающих возможность перераспределения источников питания по центрам нагрузки;

использованы современные методы исследования, а именно методы имитационного компьютерного моделирования;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике.

Личный вклад соискателя состоит в:

разработке имитационных компьютерных моделей децентрализованных электротехнических систем с распределенной генерацией и методик управления этими системами;

апробации методик управления при помощи имитационных компьютерных моделей электротехнических систем с распределенной генерацией;

личном непосредственном участии в проведении экспериментальных исследований показателей качества электроэнергии в системе электроснабжения жилых зданий;

подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования. Результаты работы рекомендуется к использованию

организациям и предприятиям, занимающихся проектированием, эксплуатацией и реконструкцией электротехнических систем, как уже имеющих источники распределённой генерации, так и планирующих их подключение с целью повышения режимной устойчивости, минимизации нагрузочных потерь мощности: Управлению энергетики ООО «РН-Уватнефтегаз», ПАО «Газпром», ОАО «Сургутнефтегаз», ООО «ЛУКОЙЛ-Энергосети» и другие.

Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученых степеней (п. 10, п. 14)

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации присутствуют ссылки на авторов, источники заимствования материалов и отдельных результатов. Отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Оценка диссертации в соответствии с требованиями п. 9 Положения о присуждении ученых степеней

Диссертация «Методики управления децентрализованными электротехническими системами с распределенной генерацией» является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технологические решения и разработки, позволяющие обеспечить устойчивое развитие децентрализованных электротехнических систем с распределенной генерацией, имеющих существенное значение для развития систем электроснабжения предприятий и организаций регионов Российской Федерации.

На заседании 29 декабря 2020 г. объединённый диссертационный совет Д 999.162.02 рассмотрел научно-квалификационную работу Косарева Бориса Андреевича в удаленном интерактивном режиме и принял решение присудить Косареву Борису Андреевичу ученую степень кандидата технических наук по

специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

При проведении открытого голосования объединённый диссертационный совет Д 999.162.02 в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», участвовавших в заседании, из них 14 – очно, 2 – удаленно, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – 0, не участвующих в голосовании – нет.

Председатель объединённого

диссертационного совета Д 999.162.02

А.В. БУБНОВ

Ученый секретарь объединённого

диссертационного совета Д 999.162.02

О.А. Лысенко

«29» декабря 2020 г.