

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

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 30 сентября 2022 г. протокол № 5

О присуждении Гуломзода Анвари Хикмат, гражданину Республики Таджикистан, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация на тему «Новые технологии управления синхронизацией и восстановлением нормального режима электрических сетей с распределенной малой генерацией» по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы» принята к защите 04 июля 2022 г. (протокол заседания № 12) диссертационным советом Д 212.173.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета № 156/нк от 01.04.2013 г.

Соискатель Гуломзода Анвари Хикмат, 23 декабря 1990 года рождения. В 2013 году соискатель окончил Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, г. Душанбе, по специальности «Электрические станции», выдан диплом с отличием, присвоена квалификация «Инженер-электрик». В 2022 году соискатель Гуломзода А.Х. успешно завершил обучение в очной аспирантуре на кафедре «Автоматизированные электроэнергетические системы» в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, по направлению 13.06.01 – «Электро- и теплотехника» (профиль: Электрические станции и электроэнергетические системы), выдан диплом об окончании аспирантуры, присвоена квалификация «Исследователь. Преподаватель - исследователь».

В настоящее время соискатель Гуломзода А.Х. в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» находится на стажировке на кафедре «Автоматизированные электроэнергетические системы», период стажировки с 01.09.2022 г. по 31.12.2022 г.

Диссертация выполнена на кафедре «Автоматизированные электроэнергетические системы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Фишов Александр Георгиевич, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», кафедра «Автоматизированные электроэнергетические системы», профессор кафедры.

Официальные оппоненты:

Илюшин Павел Владимирович, доктор технических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт энергетических исследований» Российской академии наук, Центр интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики, руководитель центра,

Булатов Юрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Братский государственный университет», кафедра энергетики, заведующий кафедрой, **дали положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ), г. Екатеринбург **в своем положительном отзыве**, подписанном Паздериним Андреем Владимировичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Автоматизированные электрические системы» и утвержденном Германенко Александром Викторовичем, доктором физико-математических наук, проректором по науке, указала, что диссертация Гуломзода Анвари Хикмат является актуальной, обладает научной новизной, практической значимостью и является законченной научно-квалификационной работой. Диссертационная работа отвечает 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 12 опубликованных работ по теме диссертации, из которых 4 статьи опубликованы в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень рекомендованных ВАК РФ; 2 статьи опубликованы в изданиях, индексируемых в первом и втором квартилях наукометрических баз данных Scopus и Web of Science; 5 работ в сборниках материалов и трудов научных конференций. Получен 1 патент РФ на изобретение. Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют.

Авторский вклад в опубликованных в соавторстве работах составляет не менее 50%.
Общий объем публикаций – 7,25 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Синхронизация Microgrid с внешней электрической сетью и между собой в нормальных и послеаварийных режимах при разных схемах объединения / А.Г. Фишов, А.Х. Гуломзода, Е.С. Ивкин, Р.Ю. Семендяев // Релейная защита и автоматизация. – 2021. – № 2 (43). – С. 32 – 42.

2. Гуломзода А.Х. Модифицированный способ синхронизации Microgrid с внешней изолированной энергосистемой / А.Х. Гуломзода, М.Х. Сафаралиев, Е.А. Люханов // Электротехнические системы и комплексы. – 2021. – № 3 (52). – С. 72 – 80.

3. Фишов А.Г. Анализ состояния и направление развития малой гидроэнергетики Таджикистана / А.Г. Фишов, А.Х. Гуломзода, Л.С. Касобов // Политехнический вестник. Серия: инженерные исследования. – 2019. – № 1 (45). – С. 13 – 22.

4. Фишов А.Г. Децентрализованная реконфигурация электрической сети с Microgrid с использованием реклоузеров / А.Г. Фишов, А.Х. Гуломзода, Л.С. Касобов // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2020. – Т. 24, № 2. – С. 382 – 395.

Публикации в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science:

5. Recloser-Based Decentralized Control of the Grid with Distributed Generation in the Lahsh District of the Rasht Grid in Tajikistan, Central Asia / A. Ghulomzoda, A. Gulakhmadov, A. Fishov [et al.] // Energies. – 2020. – Vol. 13, iss. 14. – Art. 3673 (19 p.).

6. A Novel Approach of Synchronization of Microgrid with a Power System of Limited Capacity / A. Ghulomzoda, M. Safaraliev, P. Matrenin [et al.] // Sustainability. – 2021. – Vol. 13, iss. 24. – Art. 13975 (17 p.).

Патент РФ на изобретение:

7. Патент 2752693 Российская Федерация, МПК H02J3/42. Способ удаленной синхронизации и восстановления нормального режима аварийно разделенной электрической сети с генераторами / А.Г. Фишов, А.Х. Гуломзода; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет». – заявл. 28.09.2020; опубл. 30.07.2021; Бюл. № 22. – 10 с.

На автореферат диссертации поступило 6 отзывов, все отзывы положительные:

1. **Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими**, доцент кафедры «Электрические станции», кандидат технических наук, доцент Касобов Лоик

Сафарович. *Вопросы:* 1) О возможности использования предлагаемого способа синхронизации в сетях с источниками несинхронной генерации; 2) Об осуществлении восстановления нормального режима работы погашенных частей после аварийного распада активной сети.

2. ФГАОУ ДПО «Петербургский энергетический институт повышения квалификации», заведующий кафедрой «Диспетчерское управление электрическими станциями, сетями и системами», кандидат технических наук, доцент Герасимов Сергей Евгеньевич. *Вопросы:* 1) О реализации гармонизации островной части с мощной энергосистемой в условиях дефицита активной и реактивной мощности; 2) О работоспособности предложенной технологии синхронизации в случае с тремя MicroGrid существенно различающимися по мощности, если среди них есть системы с источниками возобновляемой генерации (солнечные электростанции).

3. ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», заведующий кафедрой электрических станций, сетей и систем, кандидат технических наук, доцент Федосов Денис Сергеевич и доцент кафедры электрических станций, сетей и систем, кандидат технических наук, доцент Федчишин Вадим Валентинович. *Вопросы и замечания:* 1) Об отсутствии объяснения на стр. 11 автореферата необходимости повышения напряжения для синхронизации при повышенной частоте в выделившейся на изолированную работу части энергосистемы. О смысле проведения такой процедуры; 2) О преимуществе применения сканирования по сравнению с включением частей электрической системы на параллельную работу при обычном равенстве напряжений и частот; 3) О применимости предложенных способов управления синхронизацией для генерирующих объектов большой мощности. О существующих ограничениях при практическом применении предложенных способов синхронизации.

4. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», профессор кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника», доктор технических наук, профессор Куликов Александр Леонидович и заведующий кафедрой «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника», кандидат технических наук, доцент Севостьянов Александр Александрович. *Вопросы:* 1) Об учете в разработанном алгоритме улавливания синхронизма в процессе функционирования возможности значительного изменения нагрузки или возникновения аварийной ситуации в электрической сети; 2) Об изменении системы управления синхронизацией в случае применения возобновляемых источников энергии, элементов силовой электроники, в частности, вставок постоянного тока;

3) О влиянии выбора закона сканирования на быстродействие и надежность синхронизации.

5. ОАО «Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт релестроения с опытным производством», научный консультант департамента перспективного развития АВС Электро, доктор технических наук, Наровлянский Владимир Григорьевич. *Вопросы и замечания:* 1) О предположении, что основная часть энергосистемы сохраняет баланс активной и реактивной мощностей, процессы гармонизации и сканирования не применяются к основной части, а отделившаяся часть подстраивается к основной; 2) О приведении напряжения и частоты к одному значению отклонения от номинала в относительных единицах и ее постоянной достижимости. О недостаточности обоснования такого требования и диапазона относительного изменения; 3) О том, что в автореферате идет речь об отделившихся энергосистемах во множественном числе; 4) Об аппаратной реализации блоков гармонизации и сканирования в этих энергосистемах; 5) О конфликте процессов сканирования двух ресинхронизированных друг с другом активных частей; 6) Об обеспечении согласованной совместной работы указанных блоков после ресинхронизации частей для последующей их ресинхронизации с основной энергосистемой.

6. Монгольский государственный университет науки и технологии, профессор кафедры электроэнергетики, академик, доктор технических наук, профессор Содномдорж Дарий и старший преподаватель кафедры электроэнергетики, кандидат технических наук Энхсайхан Эрдэнэбат. *Вопросы и замечания:* 1) Об отсутствии диапазона отклонения частоты и напряжения классов баланса мощностей в таблице 1, стр. 12; 2) Об отсутствии информации о синусоидальном виде сканирования на стр. 13; 3) О существенности влияния специального управления режимными параметрами на качество электрической энергии потребителей.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что область научных интересов доктора технических наук **Илюшина Павла Владимировича** связана с вопросами режимного и противоаварийного управления энергорайонами с распределенной генерацией, влияния распределенной генерации на электрическую сеть, планирования режимов электрических сетей с объектами малой генерации. Он имеет большое количество публикаций по тематике, близкой к диссертационной работе, представленной к защите. Сфера научных интересов и тематика исследований кандидата технических наук, доцента **Булатова Юрия Николаевича** связана с мультиагентными системами регулирования напряжения в электрических сетях

с распределенными установками малой генерации, прогностическим регулятором напряжения и частоты для установок распределенной генерации, а также процессами их синхронизации и параллельной работы с мощной промышленной сетью. Он также имеет значительное количество публикаций, близких по тематике, представленной к защите диссертационной работе.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» – один из крупнейших ВУЗов России, готовящих ученых и выпускающих специалистов в области электроэнергетики и электротехники, кафедра «Автоматизированные электрические системы» активно занимается проблематикой, близкой к тематике диссертационной работы Гуломзода А.Х., а именно развитием распределительных сетей и распределенной генерации, что подтверждается трудами сотрудников и специалистов кафедры.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея децентрализованного управления синхронизацией, восстановления целостности сети с распределенной малой генерацией и ее нормального режима после распада на части, основанная на использовании специального управления мощностью и возбуждением генераторов в процессе синхронизации, обеспечивающая успешную удаленную синхронизацию активных частей сети без использования средств передачи данных.

предложен нетрадиционный способ синхронизации частей электрической сети, образующихся после ее аварийного или противоаварийного разделения.

доказана перспективность использования новой идеи децентрализованного управления синхронизацией распределенной по сети генерации путем сканирования условий синхронизации на основе гармонизированного низкочастотного регулирования напряжения и частоты генераторов для теории и практики управления режимами электрических сетей.

введены новые понятия: сканирование условий синхронизации, гармонизация параметров синхронизации.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что защищаемые положения по децентрализованной синхронизации активных частей сети с разными классами балансов мощности расширяют представление о синхронизации генераторов в электрических сетях, как изучаемом явлении.

применительно к проблематике диссертации результативно использованы комплекс существующих методов математического моделирования режимов и устойчивости электроэнергетических систем, а также физического моделирования при испытаниях прототипа автоматики на физической электродинамической модели энергосистемы.

изложены идея, аргументы, положения и доказательства осуществимости безопасной децентрализованной удаленной синхронизации распределенной по сети генерации.

раскрыты существенные особенности синхронизации Миниридов с внешней электрической сетью, выявлены проблемы синхронизации распределенной по электрической сети малой генерации после ее распада на части.

изучены генезис процесса синхронизации применительно к электрическим сетям с распределенной малой генерацией, связи между гармонизацией режимных параметров и сканированием условий синхронизации, а также факторы, определяющие ее успешность.

проведена модернизация алгоритмов синхронизации активных частей сети на удаленных сетевых выключателях с применением предложенного специального управления мощностью и возбуждением генераторов.

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

разработан прототип автоматики, реализующей технологию децентрализованного управления синхронизацией распределенной по сети генерацией, восстановления целостности сети и ее нормального режима после распада на части без обмена данными между участвующими в этом процессе элементами.

определены перспективы дальнейшего практического применения технологии децентрализованного объединения частей активной сети, созданы основы для разработки промышленных образцов автоматики децентрализованного управления синхронизацией распределенной по сети генерации.

созданы система практических рекомендаций, физическая модель электрической сети с необходимой системой распределенного управления для проведения конструкторских работ и испытаний автоматики децентрализованной синхронизации распределенной по сети генерации, обучения студентов и подготовки персонала объектов малой генерации.

представлены предложения по дальнейшему развитию технологии децентрализованного объединения частей активной сети с учетом источников стохастической выработки энергии.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов исследования в различных режимах электрической сети, полученных при исследовании работы прототипа

разработанной автоматики, проведенном на базе физической модели электроэнергетической системы в НГТУ.

теория построена на известных фактах, проверенных экспериментально, в т. ч. для предельных случаев данных, согласуется с опубликованными результатами по теме диссертации.

идея базируется на анализе практики создания и эксплуатации Мини и Микрогридов.

использованы данные, представленные в работах ученых Ивкина Е.С, Семендяева Р.Ю., Laaksonen, H., Shah S., Cho C. и др., которые не противоречат полученным результатам.

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, в тех случаях, когда такое сравнение является обоснованным.

использованы современные методы и устройства сбора и обработки исходной информации, полученной в результате физических экспериментов, с использованием современного измерительного оборудования и специализированного программного обеспечения для обработки данных;

Личный вклад соискателя состоит в постановке совместно с руководителем, но самостоятельном решении задач диссертации, а именно разработке идеи способа удаленной синхронизации и восстановления нормального режима аварийно разделенной электрической сети с генераторами, моделировании процессов децентрализованной синхронизации распределительных электрических сетей с источником малой генерации, разработке алгоритмов специального управления мощностью и возбуждением генераторов, разработке программы и проведении испытаний по проверке работоспособности способа децентрализованной синхронизации на физической модели электроэнергетических систем НГТУ, обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке в соавторстве статей и докладов к опубликованию. При подготовке основных публикаций по выполненной работе вклад соискателя в статьях, выполненных в соавторстве, составляет не менее 50%.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

- В докладе недостаточно внимания было уделено результатам, полученным предшественниками по теме работы.
- Остались недоработки в части строгих условий прекращения сканирования после синхронизации, а также продолжения сканирования после синхронизации двух частей, но незавершенном восстановлении всей сети.
- Не представлены результаты анализа возможностей реализации предложенных способов в электрических сетях с распределенной малой гидрогенерацией.

Соискатель аргументировано ответил на все заданные ему в ходе заседания вопросы.

В целом диссертация Гуломзода А.Х. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для управления режимами электрических сетей с распределенной малой генерацией и соответствует требованиям пп. 9-14 Положения «О присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (с изменениями от 11.09.2021 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На заседании 30 сентября 2022 г. диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития электроэнергетики, присудить Гуломзода Анвари Хикмат ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту нет, проголосовали: за 15, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Ю.В. Целебровский

Ученый секретарь диссертационного
совета

А.А. Осинцев

30 сентября 2022 г.