

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

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 17 февраля 2017 г. № 1

О присуждении Мукатову Бекжану Батыровичу, гражданину Республики Казахстан, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Управление разделением и восстановлением сети с использованием экспертных технологий» по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы принята к защите 8 декабря 2016 г., протокол № 16 диссертационным советом Д.212.173.01 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 Мукатов Бекжан Батырович 1985 года рождения. В 2008 году соискатель окончил с отличием Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский энергетический институт (технический университет)» (бакалавр техники и технологии по направлению «Электроэнергетика»), Минобрнауки РФ, в 2011 году окончил с отличием Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет». В 2016 году успешно окончил заочную аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» (инженер по специальности «Электроэнергетические системы и сети») Минобрнауки России. В настоящее время работает главным диспетчером филиала АО «Казахстанская компания по управлению электрическими сетями» «Национальный диспетчерский центр Системного оператора», Фонд национального благосостояния «Самрук-Казына».

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, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Курбацкий Виктор Григорьевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН), отдел электроэнергетических систем №40, ведущий научный сотрудник;

Васильев Владимир Владимирович, кандидат технических наук, ЗАО «Институт Автоматизации Энергетических Систем», отдел технического руководства, главный специалист по РЗА и ПА;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, **в своем положительном заключении**, подписанном Паздериним Андреем Владимировичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой Автоматизированных электрических систем, и утвержденном проректором по науке Кружаевым Владимиром Венедиктовичем, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником, указала, что диссертация Мукатова Б.Б. 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 8 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 8 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях,

4. Одна статья в зарубежном издании, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Остальные публикации в материалах международных и всероссийских конференций. Авторский вклад в опубликованных работах составляет не менее 70%. Общий объем публикаций – 3,4 п.л

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Мукатов, Б.Б.** Исследование реконфигурации электрических сетей с распределенной генерацией в аварийных режимах. / Б.Б. Мукатов, И.А. Ефремов, А.Г. Фишов // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. - 2014. - № 4.- С. 90–103.

2. **Мукатов, Б.Б.** Использование превентивного деления электрической сети в режимах повышенного риска / А.Г. Фишов, Б.Б. Мукатов // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. - 2014. - № 4. - С. 215–219.

3. **Мукатов, Б.Б.** Реконфигурация электрических сетей с распределенной генерацией и мультиагентным управлением. / А.Г. Фишов, Б.Б. Мукатов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2015. - № 9. - С. 143-152.

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

Публикации в международных и зарубежных изданиях:

1. **Мукатов, Б.Б.** Обеспечение живучести энергосистем при развитии распределенной генерации / Б.Б. Мукатов, А.Г. Фишов // Вестник Алматинского университета энергетики и связи. – 2013. - № 4. - С. 6–15.

На диссертацию и автореферат поступили 12 отзывов, все положительные:

1. **ОАО "Системный оператор Единой Энергетической системы", филиал ОАО "СО ЕЭС" ОДУ Урала**, советник директора исполнительного аппарата, д.т.н., доцент Ерохин П.М. – замечания об отсутствии определения некоторых терминов, неполном анализе надежности мультиагентной системы и снижения ресурса коммутационной аппаратуры в процессе разделений и восстановлений сети.

2. **ФГБОУ ВО "Иркутский национальный исследовательский технический университет"**, профессор кафедры электроснабжения и электротехники, к.т.н. Суслов К.В. – замечания о неясности условий экономической целесообразности перехода к распределенным методам принятия решения по реконфигурации сети и об отсутствии информации по кибер безопасности функционирования ЭЭС при децентрализованном управлении.
3. **ЗАО «КОТЭС»**, Генеральный директор к.э.н., Мильто А.В., ведущий инженер, к.т.н, Волкова О.Л. – замечания о наличии исследований на примере ЭЭС России, и применимости выводов, сделанных по результатам расчетов системообразующей сети для распределительных сетей, а также об отсутствии контроля баланса реактивной мощности при делении сети на подсистемы.
4. **Белорусский национальный технический университет**, заведующий кафедрой «Электрические системы», д.т.н., профессор Фурсанов М.И. – замечания об избыточности содержания 1 главы, о недостаточности количественных оценок эффективности деления и восстановления, о целесообразности приведения более подробных численных результатов исследований в 3 и 4 главах.
5. **Монгольский университет науки и технологии**, академик, д.т.н., профессор кафедры Электроэнергетики, Содномдорж Д. – без замечаний.
6. **ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»**, научный сотрудник, к.т.н., Ванин А.С. – замечания о необходимости технико-экономического обоснования варианта реконфигурации с точки зрения влияния коммутаций на надежность электроснабжения потребителей, о применимости алгоритма поиска сечений при дефиците мощности, о неясности типов использованных агентов МАС и эффективности мультиагентной реконфигурации по сравнению с традиционной автоматикой в рассмотренных примерах.
7. **ФГБОУ ВО "Омский государственный технический университет"**, профессор кафедры "Электроснабжение промышленных предприятий", д.т.н., профессор, Федоров В.К. – замечания об отсутствии анализа показателей качества электроэнергии в сети, определения потерь в сети.

8. **Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими**, заведующий кафедрой "Электрические станции", к.т.н., Касобов Л.С. – замечания о возможности реализации предложенных вариантов реконфигурации в энергосистемах Казахстана и стран Центральной Азии, об отсутствии описания разработанной программы для ЭВМ.

9. **АО "Казахстанский агротехнический университет им. С. Сейфуллина"**, доцент кафедры "Электроснабжение", д.т.н., Ахметбаев Д.С. – замечания о целесообразности рассмотрения реконфигурации ЭЭС Казахстана для случая значительных изменений мощности генерации ветроэлектростанциями, а также о причинах необходимости разработки собственной программы для ЭВМ.

10. **АО «Казахстанская компания по управлению электрическими сетями»**, главный директор по трансформации бизнеса, к.т.н. Катышев С.И. – замечания о наличии сравнения преимуществ предлагаемой мультиагентной системы с централизованной системой противоаварийной автоматики и по целесообразности внедрения этой технологии в системообразующей сети Республики Казахстан.

11. **АО «Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»**, заместитель генерального директора по научной работе, д.т.н. Любарский Д.М. – замечания о недостаточности анализа целесообразности перехода к децентрализованному управлению в распределительных сетях, о недостатках такой системы, о противоречии одного из аргументов в пользу децентрализованного управления с ориентацией на технологии Smart Grid с высокой наблюдаемостью режимов.

12. **ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина»**, заведующий кафедрой «Автоматическое управление электроэнергетическими системами», к.т.н. Лебедев В.Д. – замечания о возможном снижении надежности системы электроснабжения при увеличении числа коммутаций в сети, о неясности учета ремонтного состояния оборудования при реконфигурации сети и о снижении значимости диспетчерского управления при работе мультиагентной системы в автоматическом режиме.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что доктор технических наук, профессор **Курбацкий В.Г.** – признанный специалист в области управления энергосистемами, имеет

большое количество публикаций по тематике, близкой к представленной к защите диссертации; кандидат технических наук, **Васильев В.В.** – специалист в области систем автоматического управления энергосистемами, имеет значительное количество публикаций, связанных с противоаварийным управлением электроэнергетическими системами, рассматриваемом в представленной к защите диссертации.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский Федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» – один из крупнейших ВУЗов России, готовящий ученых и выпускающий специалистов в области электроэнергетики, занимающихся различными проблемами электроэнергетических систем, в том числе: автоматического управления режимами энергосистем, разработки и совершенствования математических методов моделирования режимов, обоснования стратегий развития электроэнергетических систем и систем управления их функционированием.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны: научная идея децентрализации управления схемой коммутации электрической сети, методы и алгоритмы мультиагентной реконфигурации электрической сети, обогащающие существующую концепцию управления режимами электроэнергетических систем и электрических сетей;

предложен нетрадиционный децентрализованной подход к управлению конфигурацией электрической сети для обеспечения надежности электроснабжения и живучести энергосистем;

доказана возможность децентрализации управления реконфигурацией электрической сети;

введено понятие «функциональность энергосистемы», позволяющее комплексно оценивать качество функционирования электроэнергетической системы;

теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что принятие решений по реконфигурации электрической сети и ее осуществление возможно без централизации управления на основе мультиагентных технологий;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы математического моделирования установившихся режимов электроэнергетических систем, системного подхода, а также построения экспертных и мультиагентных систем;

изложены основные факторы, повышающие эффективность реконфигурации электрической сети в задаче обеспечения функциональности энергосистем;

раскрыта целесообразность использования децентрализованного подхода в управлении режимами распределительной сети с малой генерацией;

изучены особенности режимов распределительных сетей, содержащих малую генерацию, в частности трудность обеспечения динамической устойчивости, вероятность возникновения значительных ударных моментов на валах синхронных машин при коротких замыканиях и асинхронных режимах;

проведена модернизация существующих способов обеспечения надежности электроснабжения применительно к распределительным сетям с синхронной распределенной малой генерацией, с предложением нового способа, дающего возможность исключить негативные последствия параллельной работы малой генерации с мощной внешней электрической сетью.

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

разработана и внедрена оригинальная компьютерная программа определения воздействий при децентрализованной реконфигурации электрической сети, обеспечивающей функциональность энергосистем при нарушениях нормальных режимов энергосистем за счет эффективного использования свойства живучести активных электрических сетей. Результаты диссертации, разработанная программа используются в учебном процессе Новосибирского государственного технического университета, в филиале АО «Казахстанская компания по управлению электрическими сетями» «Национальный диспетчерский центр Системного оператора» для получения и исследования вариантов реконфигурации сети в режимах повышенного риска.

определены перспективы практического использования результатов диссертации для обеспечения беспрепятственного доступа объектов малой генерации в централизованную электрическую сеть, что создает благоприятные условия для развития распределенной малой генерации;

создана программа для ЭВМ для исследования потенциала реконфигурации схемы электрической сети и эффективности децентрализованных методов реконфигурации;

представлены рекомендации по устойчивости и живучести электрических сетей с распределенной малой генерацией для расширения области применения действующих нормативных методических указаний по устойчивости.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовались реальные схемы и фактические режимы энергосистемы Казахстана, в частности западных и южных областей страны, схемы присоединения существующей автономной системы электроснабжения в Первомайском районе города Новосибирск к централизованной сети, а также схема перспективной изолированно работающей энергосистемы в Новосибирской области. Результаты работы децентрализованной мультиагентной автоматики сравнивались с результатами работы традиционной централизованной системы управления;

теория построена на основных положениях теории систем, управления динамическими объектами, математического моделирования, экспертных и мультиагентных систем, с использованием общепринятых апробированных моделей и методов, получаемые на ее основе результаты согласуются с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе новых свойств распределительных сетей в связи с появлением в них источников синхронной малой генерации и преимуществ децентрализованного управления в многомерных, не имеющих полной наблюдаемости электрических сетях;

использованы существующие математические модели, подходы в организации децентрализованного управления, адаптированные для условий функционирования электроэнергетической системы;

установлено качественное совпадение результатов моделирования, полученных автором по разработанной программе для ЭВМ, с результатами, полученными с использованием сертифицированных современных программных средств моделирования электрических режимов;

использованы современные средства разработки программ для ЭВМ, средства компьютерного моделирования режимов электроэнергетических

систем, реальные данные по объектам электроэнергетики и режимам их работы.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в формулировании целей исследования, постановке задач, самостоятельной разработке алгоритмов мультиагентной реконфигурации сети, сборе и анализе материалов, необходимых для выполнения расчетов, сравнении и выборе программных средств для их реализации. Соискателем проведена теоретическая проработка и вычислительная проверка всех положений диссертационной работы, предложены алгоритмы мультиагентной реконфигурации электрической сети, а также разработана программа для ЭВМ, моделирующая работу мультиагентной системы реконфигурации сети. Получение основных результатов, подготовка публикаций по диссертации на 70% принадлежит лично автору. Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, основной идейной линии.

На заседании 17 февраля 2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Мукатову Б.Б. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, дополнительно введенных на разовую защиту, проголосовали: за 14, против 0, недействительных бюллетеней

Заместитель Председателя
диссертационного совета

елебровский Ю.В.

Ученый секретарь диссертационного совета
17 февраля 2017 г.

Русина А.Г.