

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

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19 декабря 2019 г. протокол №7

О присуждении Эрдэнэбат Энхсайхан, гражданину Монголии, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Управление режимами электрических сетей с распределенной малой генерацией (на примере Монгольской энергосистемы)» по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы принята к защите 17 октября 2019 г., протокол №13 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 Эрдэнэбат Энхсайхан 1987 года рождения.

В 2012 году соискатель Эрдэнэбат Энхсайхан завершил обучение в Монгольском государственном техническом университете науки и технологии по специальности «Электрические сети и системы», присуждена степень «Магистр». В 2019 году Эрдэнэбат Э. успешно завершил обучение в очной аспирантуре на кафедре «Автоматизированные электроэнергетические системы» в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО НГТУ), Минобрнауки России, по направлению 13.06.01 – «Электро- и теплотехника» (профиль: Электрические станции и электроэнергетические системы), выдан диплом об окончании аспирантуры. С 02.09.2019 г. по настоящее время (до 10.03.2020 г.) Эрдэнэбат Э. принят на безвозмездной основе в ФГБОУ ВО НГТУ качестве «Стажера».

Диссертация выполнена на кафедре «Автоматизированные электроэнергетические системы» ФГБОУ ВО НГТУ.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Фишов Александр Георгиевич**, ФГБОУ ВО НГТУ, кафедра «Автоматизированные электроэнергетические системы», профессор.

Официальные оппоненты:

Бердин Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизированные электрические системы», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Уральский энергетический институт;

Суворов Алексей Александрович, кандидат технических наук, ассистент «Инженерная школа энергетики, отделение электроэнергетики и электротехники», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет», г. Омск, в своем положительном заключении, подписанном Горюновым Владимиром Николаевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий» и Федоровым Владимиром Кузьмичом, доктором технических наук, профессором, профессором кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» утвержденном Женатовым Бекином Десимбаевичем, кандидатом технических наук, доцентом, проректором по научной работе, указала, что диссертация Эрдэнэбат Энхсайхан является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на высоком теоретическом и профессиональном уровнях, 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 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 11 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК РФ - 2 работы. В международной наукометрической базе данных SCOPUS индексирована 1 работа. Остальные публикации в материалах международных и всероссийских научных конференций и журналах. Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Авторский вклад в опубликованных работах составляет не менее 60%. Общий объем публикаций – 2,43 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Научные статьи в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК РФ:

1. **Энхсайхан Э.** Восстановление нормального режима в системах энергоснабжения, работающих автономно или параллельно с региональными электрическими сетями [Электронный ресурс] / Р. Ю. Семендяев, А. Г. Фишов, Э. Энхсайхан // Новое в российской электроэнергетике: науч.-техн. электрон. журн.. – 2018. – № 11. – С. 50–61.

2. **Энхсайхан Э.** Анализ и оптимизация режимов электроэнергетической системы Монголии с учетом электрификации Уланбаторской железнодорожной магистрали [Электронный ресурс] / Манусов В.З., Бумцэнд У., Энхсайхан Э. / Новое в российской электроэнергетике: науч.-техн. электрон. журн.. – 2017. – №10. – С. 55-66.

Публикации в материалах зарубежных конференций и изданиях, входящих в наукометрические базы данных Scopus:

3. **Enkhsaikhan E.** Automation of unmanned low capacity power plant with synchronized generation / A.G. Fishov, A.I. Marchenko, I.S. Murashkina, E. Erdenebat, Y.S. Ivkin [et al.] // Актуальные проблемы электронного приборостроения (АПЭП–2018) = Actual problems of electronic instrument engineering (APEIE–2018): тр. 14 междунар. науч.-техн. конф., Новосибирск, 2 – 6 окт. 2018 г. : в 8 т. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. – Т. 1, ч. 5. – С. 108–114. - 45 экз. – ISBN (NSTU) 978-5-7782-3614-1.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. «Белорусский национальный технические университет»

Заведующий кафедрой “Электрические системы”, доктор технических наук, профессор Фурсанов Михаил Иванович. Замечания: Указано на невозможность решить задачу развития электроэнергетики в мире, России и Монголии в рамках кандидатской диссертации и на отсутствие теоретических критериев, объективно указывающих на целесообразность строительства солнечных и топливных электрических станций малой мощности в покрытии суточных, месячных и годовых графиков нагрузки.

2. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», д.т.н., доцент кафедры “Электроэнергетических систем”, Удинцев Дмитрий Николаевич. Замечания: На защиту следует выносить новизну предлагаемых способов, методов и алгоритмов, методики в качестве вклада в науку, как результат решения поставленных задач, а не как выводы по выполненной исследовательской работе. По структуре работы, где вопросам устойчивости посвящена вторая глава работы, а влияние распределенной генерации на устойчивость Монгольской энергосистемы содержится в первой главе. О неясной роле автора в разработке автоматики опережающего сбалансированного деления и ее инновационности.

3. **Федеральное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Петербургский энергетический институт повышения квалификации»**, Ректор **ФГАОУ ДПО «ПЭИПК»**, доктор технических наук, профессор **Назарычев Александр Николаевич**. Замечания: Существующие устройства РЗА не могут защитить генератор от ударного электромагнитного момента, который наступает примерно через 5 мс от начала КЗ, т.к. за это время невозможно распознать возникновение КЗ и отключить генераторный выключатель, что ведет к механическим повреждениям узлов. Неучет погрешностей средств измерения мощностей и их значений, рассчитанных по предложенному алгоритму, что отражается на точности полученных результатов при тестировании ПВК.

4. **Федеральное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Петербургский энергетический институт повышения квалификации» Новосибирский филиал**, директор филиала, к.т.н., доцент **Зуйков Владимир Васильевич** и заведующий кафедрой “Наладки и эксплуатации электрооборудования электрических станций и сетей” к.т.н., доцент **Медведков Виталий Васильевич**. Вопрос: Каким образом использовались ПВК АНАРЭС и RastrWin3 для расчета полной схемы электрической сети, не позволяющие фиксировать узловые мощности.

5. **Монгольский государственный университет науки и технологии**, профессор энергетического института, академик, д.т.н., профессор **Д. Содномдорж**. Без замечаний.

6. **Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими**, декан энергетического факультета к.т.н., доцент **Л.С. Касобов** и доцент кафедры «Электрические станции» к.т.н., доцент **Д.Д. Давлатшоев**. Замечание: Целесообразно было бы провести сопоставление способов децентрализованного управления режимами электрической сети с распределенными объектами малой генерации, особенно при преобладании СЭС над ТЭС.

7. **АО «Системный Оператор Единой Энергетической Системы» (АО «СО ЕЭС»)**, Советник директора группы советников д.т.н, доцент **Ерохин Пётр Михайлович**. Замечания: Отсутствие достаточной технической информации по автоматике опережающего сбалансированного деления, которая указана в качестве весомого результата исследований. Отсутствие информации о функционале, разработчиках и правообладателях, статусе ПТК привело к непониманию, как соотносятся ПТК Minigrid и

АОСД. Метод покоординатного спуска нельзя применить для расчета одной переменной, в качестве которой в способе минимизации потерь указано значение ЭДС ФПУ. Отсутствие описания некоторых сокращений и терминов при первом упоминании, что затрудняет изучение изложенного в автореферате материала.

8. АО «РТСофт», директор по науке и инновациям, к.т.н., Шубин Николай Генрихович. Вопросы: Могут ли возникнуть проблемы устойчивости регулирования напряжения в энергосистеме при включении в распределенные сети множества синхронных и электронных генераторов, не координируемых средствами централизованного управления. Окупятся ли затраты на ФПУ в Монгольской энергосистеме только за счет снижения потерь электроэнергии или на ФПУ могут быть возложены дополнительные функции для обоснования целесообразности его установки.

9. Филиал АО «KEGOC» - Национальный диспетчерский центр Системного оператора, Казахстан, Главный диспетчер, кандидат технических наук, Мукатов Бекжан Батырович. Вопрос: Существенно ли влияние на пределы передаваемой мощности по статической устойчивости замена синхронной генерации на электронную.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что область научных интересов **Бердина Александра Сергеевича** включает в себя идентификацию параметров элементов электроэнергетических систем, регуляторов возбуждения, определяющих устойчивость их режимов и демпферные свойства.

Сфера научных интересов и тематика исследований **Суворова Алексея Александровича** связана с моделированием и исследованием режимов электрических сетей и электроэнергетических систем, в том числе с распределенной малой генерацией.

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Омский технический университет» занимает ведущую позицию в России по проблематике диссертационной работы Энхсайхан Э., а именно в области моделирования и исследования устойчивости режимов электроэнергетических систем, в том числе с распределенной малой генерацией.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея, обогащающая научную концепцию управления режимами локальных систем энергоснабжения, объединяемых на

параллельную работу с внешней электрической сетью, позволившая выявить качественно новые системные эффекты от их объединения;

предложен нетрадиционный подход к обеспечению безопасной для оборудования и экономически эффективной параллельной работы энергосистем малой и большой мощности, основанный на использовании опережающего сбалансированного деления подсистем при нарушениях нормального режима;

доказана перспективность использования идеи подключения локальных систем энергоснабжения к внешней электрической сети в двух точках для управления пропускной способностью сети и снижения потерь при передаче электроэнергии;

Введено новое понятие - распределённый расчёт режима электрической сети
Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны возможности распределённого расчета режима электрической сети с распределенной генерацией, что позволяет развивать децентрализованное управление режимом электрических сетей и разрабатывать новые программные комплексы моделирования их установившихся режимов;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы расчета установившихся и переходных процессов, результаты экспериментальных исследований динамических свойств локальных систем энергоснабжения на физической модели и натурном объекте;

изложены новые аргументы в пользу малозатратного и эффективного объединения на параллельную работу энергосистем малой и большой мощности, позволяющие проектировать и осуществлять включение на параллельную работу с внешней электрической сетью локальных энергосистем;

раскрыты проявления влияния распределения электронной генерации на пропускную способность электрической сети;

изучены причинно-следственные связи между режимами, параметрами энергоблоков генераторов малой мощности и устойчивостью их параллельной работы с внешней электрической сетью;

проведена модернизация существующих моделей и алгоритмов расчета установившихся режимов электрических сетей для осуществления децентрализованного управления.

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

разработаны и внедрены способ управления режимом локальной системы энергоснабжения, присоединенной к внешней электрической сети в двух точках, методика определения динамических параметров энергоблоков малой мощности из осциллограмм переходного процесса, позволяющие повысить надежность и экономическую эффективность работы энергоблоков. Предложенные в диссертации способ, модели и методы используются в составе разработанного ООО «Модульные системы Торнадо» программно – технического комплекса управления режимами локальных систем энергоснабжения, в учебном процессе Новосибирского государственного технического университета, о чем свидетельствуют акты внедрения;

определены перспективы практического использования способа управления, методов распределенного расчета текущего и предельных нагрузочных режимов в системах децентрализованного управления режимами электрических сетей;

создана система практических рекомендаций по моделированию режимов локальных систем энергоснабжения, электронной генерации, работающих в составе внешней электрической сети;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию управления режимами локальных систем энергоснабжения, работающих параллельно с внешней электрической сетью.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показано удовлетворительное совпадение теоретических и экспериментальных результатов, полученных на реальном газопоршневом энергоблоке мощность 2 МВт;

теория построена на известных, проверяемых данных, фактах, в т.ч. для предельных случаев, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея децентрализованного моделирования и управления режимами электрических сетей базируется на обобщении передового опыта и углубленном анализе полученных автором результатов;

Использованы для сравнения данные, полученные по разработанным ранее математическим моделям и методам, с авторскими данными для задач распределенного расчета и управления режимами электрических сетей и электроэнергетических систем;

использованы современные средства и методы сбора и обработки экспериментальных данных, вычислительные методы компьютерного моделирования.

Личный вклад соискателя. Соискателем проведена теоретическая разработка идеи децентрализованного управления режимами локальных систем энергоснабжения, работающих параллельно с внешней электрической сетью, а также выполнен сравнительный анализ различных способов управления с точки зрения их эффективности. Подготовка основных публикаций по диссертации на 60% принадлежит лично автору. Диссертация охватывает основные вопросы, направленные на достижения поставленной научной цели, а также соответствует критерию внутреннего единства структуры и содержания работы, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, основной идейной линии.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое научное достижение в области управления режимами электрических сетей с распределенной малой генерацией, и соответствует п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842.

На заседании 19 декабря 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Эрдэнэбат Энхсайхан ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту нет, проголосовали: за 13, против нет, недействительных бюллетеней 1.

Заместитель председатель
диссертационного совета
Ученый секретарь
диссертационного совета
19 декабря 2019 г.



Ю.В. Целебровский

А.А. Осинцев