

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО ОмГТУ

Б.Д. Женатов

«2» декабря 2019

Отзыв ведущей организации ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» на диссертацию *Эрдэнэбат Энхсайхан «Управление режимами электрических сетей с распределенной малой генерацией (на примере Монгольской энергосистемы)»*, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 «Электрические станции и электроэнергетические системы»

Актуальность темы диссертационного исследования

Тенденциями развития современной электроэнергетики является ее децентрализация с переходом к использованию источников небольшой мощности, располагаемых в непосредственной близости к нагрузкам, а также децентрализация управления режимами, прежде всего, в распределительных электрических сетях.

Массовое развитие распределенной малой генерации в электрических сетях обуславливает необходимость создания на их основе качественно новых энергосистем, так называемых, Smartgrid, однако, существующая система централизованного управления плохо приспособлена к работе в режиме реального времени с множеством новых активных объектов с собственной генерацией. Поэтому задача децентрализации моделирования и управления режимами электрических сетей с распределенной малой генерацией является актуальной.

Структура и объём диссертации

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, глоссария, списка литературы, включающего в себя 103 наименования, и 2 приложений. Общий объём работы составляет 178 страниц, включая 40 таблиц и 88 рисунков.

Содержания диссертации

Во введении обосновывается актуальность проведённых в диссертации исследований, характеризуются объект и предмет исследования, ставится цель и формулируются задачи работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов и положений, выносимых на защиту.

Первая глава посвящена анализу развития распределенной генерации в мире, России и Монголии и его влияния на управляемость и надежность энергосистем. Особое внимание уделено Монгольской энергосистеме (МЭС), как

представителя Macrogrid с объектами с распределенной малой синхронной и электронной генерации.

Вторая глава посвящена исследованию влияния распределенной электронной и топливной генерации на устойчивость Macrogrid (МЭС). При исследовании устойчивости режимов МЭС использована строгая классификация видов устойчивости, характера процессов при ее нарушении, вызывающих эти нарушения, а также критериев для ее оценки. Особое внимание уделено исследованию системных предпочтений по размещению электронной генерации в электрической сети с учетом локальных балансов мощности и энергии, а также ограничений по пропускной способности сети.

Третья глава посвящена моделированию и управлению установившимися режимами электрической сети при подключении Minigrid в двух точках. В ней предлагается способ управления перетоками мощности в замкнутом контуре при подключении Minigrid к внешней электрической сети в двух точках, а также метод распределенного расчета режима электрической сети при наличии в ее составе Minigridов.

В четвертой главе представлены результаты испытаний программно-технического комплекса (ПТК) управления режимами Minigrid, реализующего в том числе, предложенные в работе технические решения и способ управления, полученные при непосредственном участии автора. ПТК обеспечивает автоматическое управление режимами Minigrid при ее автономной и параллельной с внешней электрической сетью работе.

В заключении обобщенно сформулированы основные выводы по диссертационной работе.

Приложения содержат акты об использовании результатов.

Научная новизна

В работе получены следующие результаты, обладающие научной новизной:

1. Исследовано влияние распределения электронной малой генерации по сети на устойчивость Macrogrid и пропускную способность сечений электрической сети (на примере МЭС);
2. Исследована возможность и эффективность применения автоматики опережающего сбалансированного деления (АОСД) в Minigrid МЭС;
3. Предложен способ децентрализованного управления уравнительными перетоками мощности в замкнутом контуре при присоединении Minigrid к внешней электрической сети в двух точках;
4. Предложен метод и алгоритмы распределенного расчета режимов электрической сети с Minigrid;
5. Проведены испытания АОСД на физической модели Minigrid, подтвердившие ее работоспособность и эффективность;
6. Предложена методика идентификации динамических параметров энергоблоков малых электростанций.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность результатов подтверждена качественным совпадением результатов, полученных при вычислительных экспериментах, проводившихся на базе специализированных компьютерных ПК (АНАРЭС, Мустанг, RastrWin3 и ЕТАР), с результатами экспериментальных исследований на физической модели электроэнергетической системы и на реальной электростанции малой мощности, корректным использованием теории переходных процессов и устойчивости ЭЭС.

Практическая ценность результатов

1. Результаты исследования влияния распределенной генерации на режимы Macrogrid Монголии будут учитываться при дальнейшем развитии малой синхронной и электронной генерации;
2. Динамические характеристики энергоблока малой ТЭС уже учтены при определении ограничений на режимы существующей электростанции и будут учитываться на аналогичных объектах;
3. Способ децентрализованного управления уравнительными перетоками мощности в замкнутом контуре при присоединении Minigrid к внешней электрической сети может быть применен на множестве объектов, реализуется в создаваемом НГТУ совместно с ООО «Модульные системы Торнадо» опытным образце автоматики ПТК Minigrid по проекту АО Тюменьэнерго.

Значимость результатов для науки и производства

Результаты научной работы соискателя расширяют представление об управлении режимами электроэнергетических систем в части возможностей его децентрализованного осуществления на основе интеллектуальных мультиагентных технологий, позволяют проектировать надежные и эффективные энергосистемы с распределенной малой генерацией.

Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Соответствие содержания диссертации указанной специальности

Диссертация Эрдэнэбат Энхсайхан соответствует паспорту научной специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы», а именно:

пункту 6 «Разработка методов математического и физического моделирования в электроэнергетике»;

пункту 9 «Разработка методов анализа и синтеза систем автоматического регулирования, противоаварийной автоматики и релейной защиты в электроэнергетике»;

пункту 11 «Разработка методов анализа структурной и функциональной надежности электроэнергетических систем и систем электроснабжения».

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Основные положения диссертации достаточно полно изложены в 11 печатных работах, в том числе в 2-х работах в рецензируемых изданиях из перечня рекомендованных ВАК Российской Федерации, 1 работа включена в наукометрическую базу SCOPUS и 8 работ опубликованы в прочих российских, монгольских и международных изданиях.

Недостатки в диссертации и автореферате

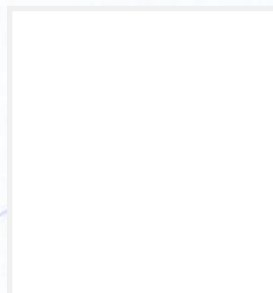
1. В первой главе диссертации излишне подробно рассмотрены источники распределенной генерации (РГ). В то же время как об имеющихся технологиях проектирования ЭЭС соискатель говорит вскользь. В результате задачи диссертации, сформулированные в выводах к первой главе, слабо подтверждаются результатами анализа текущего состояния вопроса.
2. Из текста диссертации не следует ответ на вопрос, какой максимальный порядок моделей ЭЭС с РГ можно исследовать по предложенной автором методике.
3. На наш взгляд невозможно выбирать структуру ЭЭС с РГ, не учитывая её влияние на внешнюю сеть. Для этого полезно было бы сначала обсудить режимные вопросы, частично описываемые в четвертой главе, а затем изложить материалы по процедуре проектирования ЭЭС с РГ.
4. В тексте второй главы нет четкого перечня параметров, с помощью которых можно управлять процессом оптимизации проектирования с учетом данных четвертой главы. Также не указана приоритетность этих параметров.
5. Из представленных алгоритмов не ясно как в них учитываются трудно формализуемые параметры, такие как: пожелания заказчика по параметрам и набору электрооборудования в проекте, климатические и геологические условия удаленности размещения РГ от мест производства электроэнергии.
6. В п.4 научной новизны указывается «Предложен метод и алгоритмы распределенного расчета режимов электрической сети с Minigrid», что не позволяет исследовать нагрузочные и аварийные режимы работы, в то время как в главе 3 исследуется модель ЭЭС с РГ, присоединяемая к ЭВМ.
7. Не дано пояснение того, как производится получение виртуальных (распределенных) источников электроэнергии посредством применения разработанной автором методики.
8. В работе не уточнены требования реализованных программных средств к исходным данным и чувствительность к их полноте и точности.
9. При построении текста диссертации и автореферата глаголы должны употребляться в прошедшем времени. В результате складывается впечатление о некоторой незавершенности исследования.

Общее заключение

Диссертационная работа Энхсайхан Эрдэнэбат «Управление режимами электрических сетей с распределенной малой генерацией (на примере Монгольской энергосистемы)» соответствует требованиям пункта 8 «Положения ВАК о порядке присуждения учёных степеней и учёных званий...», является законченной научно-квалификационной работой, выполненной под руководством доктора технических наук, профессора Фишова Александра Георгиевича, содержащей новое решение актуальной научной задачи – комплексное исследование и разработка новых технических решений по управлению режимами электрических сетей с распределенной малой генерацией, имеющей существенное значение для электрических станций и электроэнергетических систем, а ее автор Энхсайхан Эрдэнэбат заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 «Электрические станции и электроэнергетические системы».

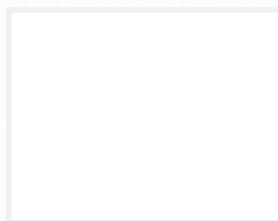
Отзыв обсужден на заседании кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» Омского государственного технического университета «27» *Ноябрь* 2019 г. протокол № 4 .

Доктор технических наук,
профессор, заведующий кафедрой
«Электроснабжение промышленных
предприятий» ФГБОУ ВО «Омский
государственный технический
университет»
Тел. (3812) 653682

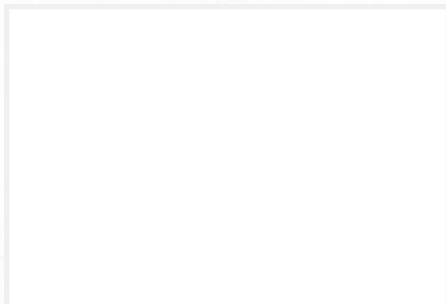


Горюнов
Владимир
Николаевич

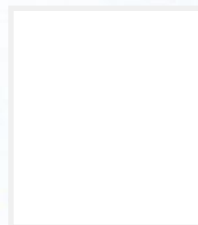
Доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры
«Электроснабжение промышленных
предприятий» ФГБОУ ВО «Омский
государственный технический
университет»
Тел. (3812) 653682



Федоров
Владимир
Кузьмич



Федорова В.К. заверяю.
дров



Ю.А. Духовских

*Отзыв получен 04.12.2019г. Проф. /Семинцев А.А./
с отзывом ознакомлен 04.12.2019г. Проф. /Энхсайхан/*