

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Эрдэнэбата Энхсайхана на тему «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 диссертационной работы**

В настоящее время во многих странах мира, а также в России, одним из основных трендов развития электроэнергетики является децентрализация производства электрической и тепловой энергии. Широкое применение при реализации данной концепции получают генерирующие установки мощностью до 25 МВт, располагаемые в непосредственной близости к узлам нагрузки, и использующие для производства электроэнергии как возобновляемые, так и не возобновляемые первичные энергоресурсы. Управлять режимами распределительных сетей, в которые интегрируются данные генерирующие установки, учитывая их низкое оснащение средствами телемеханизации, крайне сложно, что и определяет необходимость децентрализации управления. Создание на основе распределенной малой генерации новых подсистем, имеющие собственную систему управления и обладающих способностью работать как автономно, так и в составе энергосистемы является важной научно-технической задачей.

Учитывая вышеизложенное, диссертационная работа Эрдэнэбата Энхсайхана, посвящённая исследованию влияния распределенной малой генерации (синхронной и электронной) на устойчивость режимов Монгольской энергосистемы, как основы надежности электроснабжения потребителей, в т.ч. возможностей получения положительных системных эффектов от применения децентрализованной автоматики управления объектами Minigrid, и разработке новых способов управления, является актуальной и перспективной.

**Научная новизна диссертационного исследования Эрдэнэбата Энхсайхана заключается в следующем:**

1. Исследовано влияние распределения малой генерации по электрической сети на устойчивость Монгольской энергосистемы и пропускную способность сечений электрической сети.
2. Исследована возможность и эффективность применения автоматики опережающего сбалансированного деления в локальных системах энергоснабжения.
3. Предложена методика идентификации динамических параметров энергоблоков распределенной малой генерации.
4. Проведены испытания автоматики опережающего сбалансированного деления на физической модели Minigrid, подтвердившие ее работоспособность и эффективность.



5. Предложен способ децентрализованного управления уравнительными перетоками мощности в замкнутом контуре при присоединении Minigrid к внешней электрической сети в двух точках.

6. Предложен метод и алгоритм распределенного расчета установившегося режима в электрической сети с Minigrid.

**Практическая значимость диссертационной работы** Эрдэнэбата Энхсайхана заключается в следующем:

1. Результаты исследования влияния распределенной генерации на режимы Монгольской энергосистемы будут учитываться при дальнейшем развитии малой синхронной и электронной генерации в Монголии.

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 и реализуется в создаваемом по проекту АО «Тюменьэнерго» ПТК Minigrid.

Результаты диссертационной работы Эрдэнэбата Энхсайхана достаточно полно представлены в 11 печатных научных работах, в том числе: 2 - в рецензируемых научных изданиях из перечня, рекомендованного ВАК, 1 - включена в наукометрическую базу SCOPUS, 8 - в других российских, монгольских и международных изданиях, а также апробированы на 6 международных и монгольских конференциях, научных семинарах и технических совещаниях.

По автореферату диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. В главе 2 автореферата отмечается, что была выявлена необходимость отключения энергоблоков, вызванная вероятностью возникновения недопустимых динамических электромагнитных моментов генераторов в электромеханическом процессе. Действительно, устройства РЗА генераторов энергоблоков могут, отключая ГУ от сети, защитить генератор от тепловой перегрузки током КЗ, а также от знакопеременного воздействия электромагнитного момента. Однако, они не могут защитить генератор от первого, самого большого (ударного) электромагнитного момента, потому что он наступает примерно через 5 мс от начала КЗ, т.к. за это время невозможно распознать возникновение КЗ и отключить генераторный выключатель, с учетом времени срабатывания пускового органа 14 - 17 мс. Следовательно, генераторы отключаются устройствами РЗА от сети уже с поврежденной проточной частью, валопроводом или шатунно-поршневой группой.

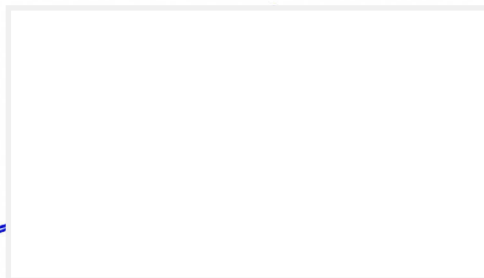
2. В главе 3 автореферата указывается, что в результатах, полученных по ПВК и рассчитанных по программе тестирования алгоритма, погрешность вычисления модулей и фаз напряжений в узлах контролируемой сети не превышала 0,001 кВ и 0,001 град, соответственно. Кроме того, погрешность вычисления мощностей по тестируемой программе не превышала 0,0002 МВА. Следует отметить, что погрешности применяемых измерительных

трансформаторов напряжения (по модулю и фазе) и средств измерения, а также допущения, принимаемые в расчетных моделях рассматриваемых ПВК существенно выше, что не позволяет достоверно судить о точности полученных результатов по отношению к фактическим значениям параметров режима. Погрешности же ПВК и программы тестирования алгоритма могут быть значительно выше, но иметь однонаправленное смещение.

Указанные вопросы и замечания не являются критическими и не уменьшают достоинств представленной диссертационной работы.

В целом диссертационная работа «Управление режимами электрических сетей с распределенной малой генерацией (на примере монгольской энергосистемы)» соответствует паспорту специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы», соответствует критериям пунктов 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 01.10.2018), а ее автор Эрдэнэбат Энхсайхан заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы».

Ректор ФГАОУ ДПО «ПЭИПК»,  
доктор технических наук, профессор,  
Почетный энергетик РФ,  
Действительный член АЭН РФ



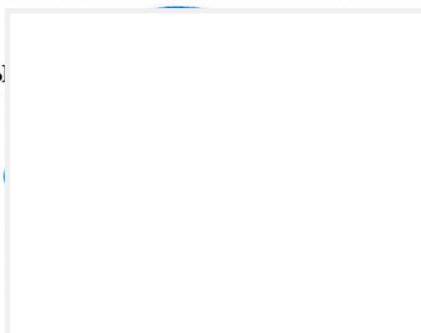
Александр Николаевич Назарычев

19 ноября 2019 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
дополнительного профессионального образования «Петербургский  
энергетический институт повышения квалификации»  
Адрес: 196135, Санкт-Петербург, ул. Авиационная, д. 23  
Тел. +7 (812) 708-48-46  
E-mail: rector@peipk.spb.ru

Подпись Назары

**Верно**  
Начальник



*В. В. Орловский*

*Отзыв получен 04.12.2019г. Валерий / Осипов А.А.*