

Разработка целевой модели (прототипа) Mini/MicroGrid



Очередное совместное заседание Научно-технического совета НП «НТС ЕЭС» и Секции Научного совета РАН по проблемам надёжности и безопасности больших систем энергетики было посвящено разработке целевой модели (прототипа) Mini/MicroGrid.

Открывая заседание, первый заместитель Председателя Научно-технического совета НП «НТС ЕЭС» профессор В.В. Молодюк пояснил, что разработка направлена на переход электроэнергетики Российской Федерации на новый технологический уклад в соответствии с требованиями Правительства Российской Федерации. Заказчик рассматриваемой работы — АО «Россети Тюмень», исполнители — ООО «АльтероСМАРТ», ФБГОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» и ООО «Модульные системы Торнадо».

«Цель нашего заседания — оценить представленную работу и дать предложения по её дальнейшему применению», — сказал В.В. Молодюк.

С докладом «О результатах опытно-промышленной эксплуатации опытного образца программно-технического комплекса (ПТК) сетей Mini/MicroGrid, разработанного в рамках НИОКР на тему „Разработка целевой модели (прототипа) Mini/MicroGrid“» выступили начальник службы инноваций и энергоэффективности Департамента развития и инновации АО «Россети Тюмень» В.Г. Васильев, профессор ФБГОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» д.т.н. А.Г. Фишов, заместитель директора ООО «Модульные системы Торнадо» Е.Н. Гежа.

Они сообщили, что в рамках научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы (НИОКР) разработан опытный образец программно-технического комплекса сетей MiniGrid (ПТК MiniGrid), обеспечивающий управление нормальными и аварийными режимами работы распределённой генерации, сетей и энергопринимающих устройств, объединённых системой поддержания баланса выработки и потребления электроэнергии (MiniGrid).

В отличие от известных способов присоединения к электрической сети объектов малой генерации

(ОМГ), предложено техническое решение, связанное с присоединением к электрической сети локальных энергосистем (ЛЭС) и их объединением с региональными системами электроснабжения.

Существующие и создаваемые промышленные, коммерческие и коммунальные ЛЭС на основе ОМГ мощностью до 25 МВт и распределительной сети 0,4–10 кВ интегрируются в централизованную энергосистему с использованием автоматики опережающего сбалансированного деления сети (АОСД) и автооператора. На текущий момент ПТК MiniGrid является новым и единственным способом, решающим задачу подключения ЛЭС к электрической сети, обеспечивающим согласованность работы режимной и противоаварийной автоматики, что является автоматикой нового типа.

Посредством указанной автоматики по назначенным сечениям осуществляется сбалансированное отделение ЛЭС при технологических нарушениях во внешней сети и последующее восстановление её синхронной параллельной с ЕЭС работы, т.е. выполняются функции, которые требуются при переходе к распределённой энергетике, что наблюдается как мировой тренд.

Используя информационные и коммуникационные сети и технологии для сбора информации о производстве и потреблении электроэнергии, созданный ПТК посредством интеллектуальной системы управления обеспечивает работу ЛЭС на базе ОМГ как автономно, так и параллельно с ЕЭС.

ПТК MiniGrid позволяет в автоматическом режиме повышать надёжность и технико-экономическую эффективность производства и распределения электроэнергии, что соответствует технологической платформе Smart Grid.

Технические параметры и функционал автоматики ПТК проверены и подтверждены на соответствие количественным и качественным характери-

стикам ПТК, предусмотренным при выполнении НИОКР в рамках проведения опытно-промышленной эксплуатации опытного образца ПТК MiniGrid, проведённой ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ» на электродинамической модели MiniGrid в период с 29.04.2020 по 29.01.2021.

При внедрении ПТК MiniGrid возможно получение следующих эффектов.

Для распределительных сетевых компаний:

- увеличение объёмов передачи электроэнергии и снижение потерь посредством включения изолированных MiniGrid в распределительную сеть (сглаживание пиковых нагрузок MiniGrid за счёт потребления из внешней сети и выдачи излишков малой генерации во внешнюю сеть);
- возможность подключения дополнительных потребителей к «закрытым» центрам питания без масштабной реконструкции.

Для собственников распределённой генерации:

- повышение коэффициента загрузки генераторов и увеличение межремонтных интервалов;
- снижение собственных резервов генераторов;
- дополнительный доход от продажи электроэнергии.

В дополнение к мировым трендам росту числа ОМГ мощностью до 25 МВт, на основе которых будут возникать ЛЭС с потенциалом использования ПТК MiniGrid, способствуют утверждённые Постановлением Правительства РФ от 21.03.2020 № 320 условия создания, функционирования и развития на розничных рынках электрической энергии активных энергетических комплексов, а также утверждённые приказом Минэнерго РФ от 30.06.2020 № 507 требования к управляемому интеллектуальному соединению активных энергетических комплексов.

В соответствии с вышеизложенным, разработанный ПТК MiniGrid соответствует современному уровню развития науки и техники. Результаты НИОКР и опытно-промышленной эксплуатации рекомендуются для использования при организации полного цикла производства и дальнейшей эксплуатации ПТК MiniGrid.

С экспертным заключением на НИОКР «Разработка целевой модели (прототипа) Mini/MicroGrid» выступил руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределённой энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН» д.т.н. П.В. Илюшин.

Экспертное заключение подготовлено на основе предоставленных материалов АО «Россети Тюмень» и информации из открытых источников. На формирование отношения к выполненной НИОКР

и новым полученным результатам во многом оказали влияние публикации в российских научно-технических журналах, освещающие принципы, заложенные в разработку автоматики опережающего сбалансированного деления, а также протокол испытаний прототипа этой автоматики на физической модели в НИУ «МЭИ». НИОКР выполнена ООО «АльтероСМАРТ», ООО «Модульные системы Торнадо» и ФБГОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет».

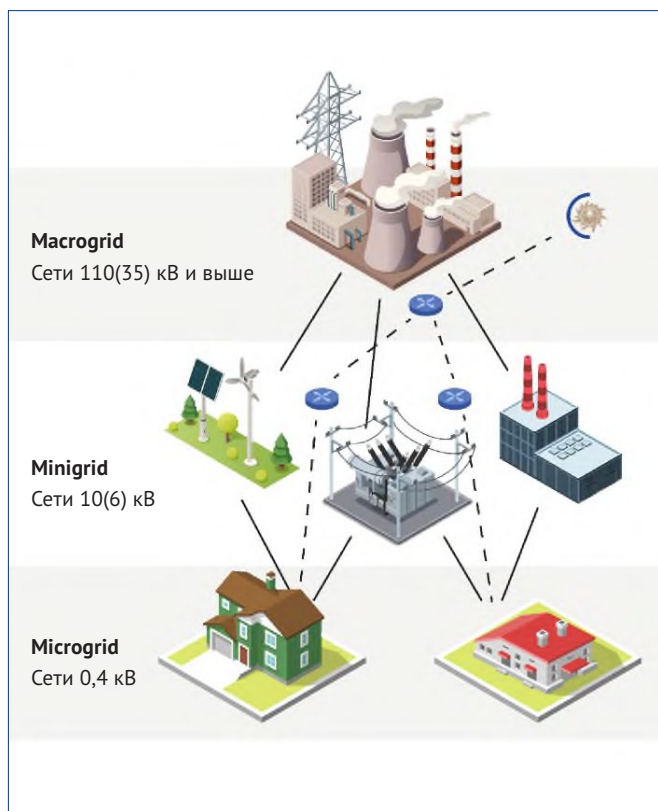
Экспертное мнение об эффективности разработанной автоматики сформировалось с учётом информации о реализации проекта по присоединению локальной интеллектуальной энергосистемы (ЛИЭС) мощностью 10 МВт к ЕЭС России по сетям 10 кВ в г. Новосибирске с применением принципов построения автоматики управления нормальными и послеаварийными режимами, получивших дальнейшее развитие в рамках НИОКР «Разработка целевой модели (прототипа) Mini/MicroGrid». Выполнение указанной НИОКР позволило разработать и усовершенствовать алгоритмы ПТК MiniGrid, функционирующих на условиях самобаланса как необходимой составляющей интеграции объектов распределённой энергетики в сети распределительных сетевых компаний (РСК).

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМАТИКИ

Важно отметить, что надёжность и экономичность являются основными свойствами систем энергоснабжения, которые необходимо обеспечивать при управлении их развитием, а также в процессе эксплуатации. Бесперебойность и доступность поставок тепловой и электрической энергии являются важнейшими характеристиками, определяющими условия жизнеобеспечения коммунально-бытовых потребителей, а также эффективность функционирования и развитие экономики.

В настоящее время в России наблюдается тенденция роста вводов объектов распределённой генерации (РГ), которые, как правило, сооружаются собственниками промышленных предприятий и подключаются к распределительным сетям или к сетям внутреннего электроснабжения этих предприятий. Это привело к появлению новых объектов в электроэнергетике, обладающих свойствами, благодаря которым возникли условия для извлечения новых технических и экономических эффектов.

Массовая интеграция в распределительные сети объектов РГ требует создания MiniGrid (на среднем напряжении 6–35 кВ) и MicroGrid (на низком напряжении 0,4 кВ), что является одной из основных тенденций трансформации распределительных



Minigrad – совокупность генераторов, сетей и энергопринимающих устройств, объединенных системой поддержания баланса выработки и потребления электроэнергии напряжением 10(6) кВ

сетей, при этом указанные сети становятся активными. Создание собственных MiniGrid и MicroGrid на крупных энергоёмких промышленных и непромышленных предприятиях, например, сельскохозяйственных, носит массовый характер. По оценкам НТИ «Энерджинет», РНК СИГРЭ, Фонда «Сколково» и других организаций, суммарная мощность объектов РГ в настоящее время составляет не менее 15 ГВт в зоне действия ЕЭС России.

В последнее время в ряде субъектов РФ наметилась тенденция участия частных инвесторов в строительстве и эксплуатации сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС), функционирующих на базе объектов распределённой энергетики с когенерационными установками, интегрируемыми в распределительные сети. При этом объекты распределённой энергетики осуществляют поставку тепловой, электрической и даже холодной энергии потребителям, находящимся в непосредственной близости от них. Вовлечение частных инвесторов в указанные процессы формирует сферу малого энергетического бизнеса, конкурирующего с традиционным крупным. В результате конкуренции по-

вышается эффективность деятельности, обеспечивается технологическая открытость, доступность электрической и тепловой энергии в нужном месте, требуемого качества и по приемлемой цене. Такая трансформация организационного уклада в электроэнергетике определяет различные тренды развития электроэнергетики субъектов РФ и страны в целом.

Однако до последнего времени процесс строительства объектов РГ промышленными предприятиями носил малоуправляемый и слабо прогнозируемый характер, что привело к определённым негативным системным эффектам. Например, к росту нагрузки от перекрёстного субсидирования на оставшихся в зоне централизованного электроснабжения потребителей, снижению загрузки сетей высокого и среднего напряжения, выпадающим доходам РСК и, как следствие, к росту тарифа на передачу электроэнергии.

Указанные и другие противоречия с основными субъектами оптового и розничных рынков электроэнергии (РРЭ) привели к созданию субъектами электроэнергетики административных, нормативных и технологических барьеров. Их преодоление требует существенных временных и материальных затрат на присоединение сбалансированных MiniGrid – локальных интеллектуальных энергосистем с объектами распределённой энергетики установленной мощностью до 25 МВт к сетям РСК, которые сопоставимы по величине с капиталовложениями в их создание.

Для ликвидации барьеров требуются усилия по разработке и внедрению соответствующих технологических решений, позволяющих получать экономические эффекты, размер которых позволит заинтересовать субъекты РФ, РСК, субъекты малого и среднего предпринимательства, а также частных инвесторов в переходе к распределённой энергетике. Этим обоснована актуальность разработки ПТК MiniGrid для интеграции ЛИЭС в распределительные сети. Выполненную НИОКР следует рассматривать как конкретный и важный шаг в этом направлении.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ

Разработанные в НИОКР основные положения концепции создания и интеграции в ЕЭС России сбалансированных и избыточных ЛИЭС как объектов распределённой энергетики, называемых MiniGrid, имеют важное практическое значение. В отличие от концепции активных энергетических комплексов (АЭК), она предполагает радикальные изменения существующей системы экономических

отношений на РРЭ. Создание MiniGrid позволяет добиться повышения бесперебойности и доступности электроснабжения, а также в определённой мере решить проблему перекрёстного субсидирования на РРЭ в рамках тарифного регулирования. Также открываются возможности для использования манёвренных генерирующих установок в покрытии графиков нагрузки прилегающих распределительных сетей, привлечения генерирующих установок, оснащённых устройствами автоматического регулирования возбуждения, к регулированию узловых напряжений, что позволяет оптимизировать потокораспределение и снижать потери в сетях РСК.

Важно отметить, что разработанный ПТК MiniGrid содействует информационному обеспечению оперативно-технологического персонала РСК необходимой информацией за счёт повышения наблюдаемости и управляемости сетью, что соответствует задачам реализуемой программы цифровизации. Учитывая, что при массовой интеграции объектов РГ невозможно осуществлять ручное управление электрическими режимами в сетях, то созданная автоматика реализует все основные функции и освобождает персонал распределительных сетей и ЛИЭС от принятия решений в темпе процесса. Это позволяет снизить риски неправильных действий персонала и в определённой мере снять проблему присоединения сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС) к сетям РСК.

Назначение созданной автоматики MiniGrid — выполнение функций автооператора самобалансирующихся MiniGrid (ЛИЭС), способных работать как автономно, так и параллельно с внешней энергосистемой в режимах избытка, дефицита и самобаланса по мощности под автоматическим режимным и противоаварийным управлением с автооперированием.

Развитие распределённой энергетики с созданием сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС), интегрированных в сети РСК, становится важным фактором, сдерживающим рост тарифов на электроэнергию и повышающим её доступность для потребителей в удалённых и других энергорайонах, в том числе с «закрытыми» центрами питания, а также обеспечивающим привлекательность инвестиций в электроэнергетику регионов. Их создание возможно в рамках существующей системы тарифного регулирования и нормативной-технической базы, регулирующей подключение генерирующих источников к сетям РСК. Широкое применение сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС) соответствует целям концепции и дорожной карте национального проекта «Интеллектуальная энергетическая система

России», подготовленных по поручению президента РФ В.В. Путина от 28.10.2014 № ПР-2533, в которых важными движущими факторами развития ИЭС России определены распределённая генерация и активный мотивированный потребитель.

На пути масштабного развития MiniGrid в России стоят организационно-правовые барьеры, связанные с необходимостью разделения энергетического бизнеса по видам деятельности (генерация; передача; реализация энергии), что увеличивает расходы на операционное управление MiniGrid и снижает его оперативность. Отсутствие разработанных типовых технических условий на технологическое присоединение сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС) к распределительным сетям приводит к затягиванию процессов согласования технических условий на технологическое присоединение, проектов и получения подтверждений об исполнении технических требований.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ НОВИЗНА

К основным положениям научно-технической новизны целевой модели (прототипа) Mini/MicroGrid следует отнести:

- реализацию опережающего противоаварийного сбалансированного отделения MiniGrid от внешней сети с целью предотвращения нарушений устойчивости параллельной работы и перехода MiniGrid в автономный режим;
- поддержание постоянной готовности к спорадическому противоаварийному сбалансированному отделению MiniGrid от внешней сети действиями автооператора и режимной автоматики по выбору состава включенного генерирующего оборудования, его загрузки и сечений для деления;
- реализацию автоматического перевода MiniGrid из режима параллельной работы в автономный, из автономного — в режим параллельной работы с внешней распределительной сетью в процессах поддержания и восстановления нормального режима, а также при оперативной необходимости;
- обеспечение самодостаточности системы управления MiniGrid, обеспечивающей переход к мультиагентному управлению режимами активных распределительных сетей;
- реализацию информационной интеграции MiniGrid с внешней распределительной сетью для решения задачи повышения наблюдаемости сети за счёт использования устройств синхронизированных векторных измерений.

Таким образом, в России впервые создан прототип интеллектуального присоединения

сбалансированной MiniGrid (ЛИЭС) на базе объекта распределённой энергетики к ЕЭС России, что открывает возможности для трансформации энергосистем субъектов РФ и получения дополнительных эффектов за счёт привлечения частных инвестиций в электроэнергетику.

Разработанная в рамках НИОКР технология и автоматика для создания и управления режимами MiniGrid обеспечивает:

- возможность создания MiniGrid на базе существующих или вновь вводимых в эксплуатацию объектов распределённой энергетики с нагрузками энергорайона соизмеримой мощности;
- повышение экономической эффективности малого энергетического бизнеса по производству электрической и тепловой энергии (на основе когенерационных установок), что содействует привлечению инвестиционных ресурсов к созданию MiniGrid, обеспечивающих надёжное и бесперебойное энергоснабжение потребителей со сроками возврата инвестиций 5–7 лет;
- обеспечение надёжной работы систем энергоснабжения потребителей в условиях системных аварий во внешней сети за счёт опережающего противоаварийного сбалансированного отделения MiniGrid с нагрузкой;
- при наличии нескольких точек присоединения MiniGrid к внешней электрической сети и использовании одной или двух из них для осуществления режима параллельной работы, MiniGrid может выступать в качестве эффективного средства управления пропускной способно-

стью части внешней распределительной сети, непосредственно связанной с MiniGrid.

Технологическая готовность к применению технологии и автоматики на объектах распределённой энергетики подтверждается:

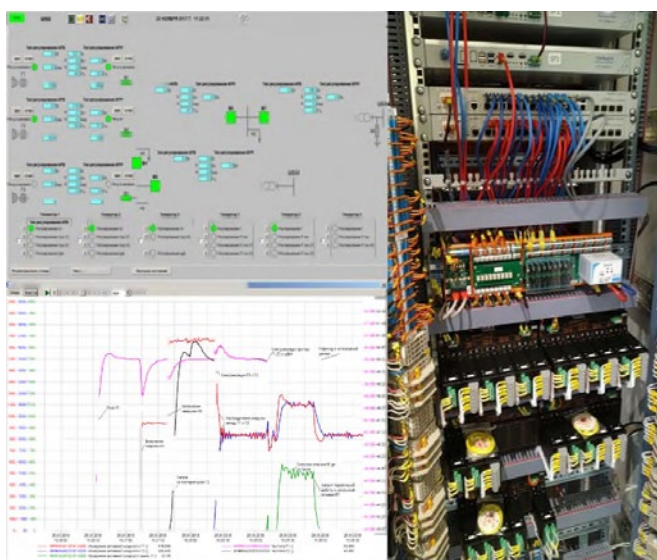
- результатами испытаний созданных физических моделей MiniGrid в НГТУ (НЭТИ) и НИУ «МЭИ». В рамках этих испытаний была проведена проверка полного функционала разработанной автоматики в различных схемно-режимных ситуациях, которые подтвердили её готовность к проведению опытной эксплуатации;
- разработкой компьютерного тренажера автоматики MiniGrid и учебных программ для проведения подготовки оперативно-технологического персонала, специалистов по проектированию MiniGrid, экспертов по разработке схем выдачи мощности объектов распределённой энергетики, а также специалистов по эксплуатации систем управления MiniGrid;
- апробацией алгоритмов ПТК MiniGrid, разработанных в рамках НИОКР, на проекте, реализованном в г. Новосибирске, который находится в промышленной эксплуатации, на базе мини-ТЭЦ с установленной мощностью 10 МВт с пятью газопоршневыми агрегатами мощностью по 2 МВт, осуществляющей снабжение электрической, тепловой энергией и горячей водой жилого массива;
- согласованием всех проектных решений по созданию MiniGrid и применению автоматики с РСК и филиалом АО «СО ЕЭС». Работоспособность и эффективность подтверждены результатами проведённых натурных испытаний, а также опытной эксплуатацией в течение нескольких месяцев, которая также дала положительный результат.

Область применения целевой модели MiniGrid — существующие системы энергоснабжения промышленных предприятий, предприятий агропромышленного комплекса, моногородов, территорий опережающего социально-экономического развития, промышленных парков и промышленных кластеров, где предусматривается использование объектов распределённой энергетики в качестве основных источников энергоснабжения.

ВОПРОСЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

По итогам рассмотрения результатов НИОКР возникли следующие вопросы и предложения.

1. Учитывая конструктивные особенности применяемых на объектах распределённой генерации



ПТК Minigrd разработан, спроектирован, изготовлен, протестирован и смонтирован на электродинамической модели НИУ МЭИ

газотурбинных и газопоршневых установок, в ряде случаев исключается вариант их параллельной работы с внешней сетью. При этом для обеспечения надёжного электроснабжения потребителей предусматривается АВР на случай их отказа или останова по другим причинам. Это сдерживает применение отечественных газотурбинных и газопоршневых установок, а также требует от РСК содержать сетевой резерв, что очевидно снижает их экономическую эффективность. Рекомендуется провести мероприятия по популяризации разработанного ПТК MiniGrid среди отечественных заводов-производителей и поставщиков газопоршневых и газотурбинных установок, в том числе с демонстрацией функциональных возможностей ПТК на электродинамической модели в НИУ «МЭИ».

2. Очевидно, что разработанная модель MiniGrid позволяет снимать ограничения на технологическое присоединение новых потребителей с «закрытых» центров питания за счёт перевода части потребителей на питание от сетей MiniGrid на базе объектов распределённой энергетики. Реализация этого подхода позволила бы обеспечить присоединение новых потребителей к ранее «закрытым» центрам питания, сдвинуть сроки их технического перевооружения вправо, обеспечить приток частных инвестиций в распределённую энергетику субъектов РФ, создать новые рабочие места, а также повысить доступность энергоснабжения для субъектов малого предпринимательства и др. В условиях ограничения на рост тарифов это позволило бы РСК эффективно использовать инвестиционную составляющую в тарифе на передачу на реализацию программы цифровизации электросетевого комплекса, повысить доступность технологического присоединения в регионах и темпы социально-экономического развития субъектов РФ и страны в целом. Целесообразно сетевым компаниям сформировать программы развития, направленные на широкое применение разработанного ПТК MiniGrid для решения актуальной задачи разгрузки «закрытых» центров питания.

3. В случае разработки и принятия специализированных технических условий на технологическое присоединение, а также методических рекомендаций по проектированию сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС) для РСК открываются широкие возможности для решения проблемных задач. Это позволит наиболее эффективно использовать полученные в рамках НИОКР результаты, а также продолжить работы по совершенствованию ПТК MiniGrid для учёта особенностей промышленной нагрузки в составе электроприёмников (например, крупных асинхронных двигателей, электродуговых

печей и др.). Целесообразно инициировать внесение дополнений в действующие Правила разработки и согласования схем выдачи мощности объектов по производству электрической энергии (мощностью более 5 МВт) и схем внешнего электроснабжения энергопринимающих устройств потребителей (мощностью более 50 МВт), вступившие в силу 27.04.2021 г.

4. Очевидно, что технологическое присоединение объектов РГ к распределительным сетям существенно отличается в технологических аспектах от присоединения сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС). Поэтому целесообразно инициировать внесение дополнений в техническое задание на разработку Схем и программ развития электроэнергетики (СИПР) субъектов РФ, позволяющих на стадии среднесрочного проектирования определять мощностные параметры и узлы для присоединения MiniGrid на базе объектов распределённой генерации с выполнением укрупнённых расчётов эффективности и окупаемости проектов. Это позволит потенциальным инвесторам определить места наиболее эффективного вложения средств и минимизировать свои риски при проведении предпроектной проработки и согласовании основных технических и организационных решений по созданию MiniGrid.

5. Технические характеристики генерирующих установок объектов распределённой энергетики позволяют РСК эффективно их использовать для регулирования узловых напряжений, улучшения показателей качества электроэнергии (гашение высокочастотных гармоник), выравнивания графиков нагрузки в центрах питания, резервирования потребителей первой категории надёжности и др. Кроме того, сбалансированные MiniGrid (ЛИЭС) могут предоставлять регулировочный ресурс Агрегатору управления спросом на электроэнергию в ЕЭС России и осуществлять поставку электроэнергии на розничный рынок электроэнергии, повысив там конкуренцию. Активная заинтересованность РСК может позволить сформировать рынок локальных сетевых услуг. Для этого необходимо разработать правила распределения экономических эффектов, возникающих при присоединении к распределительным сетям РСК сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС) при оказании ими локальных сетевых услуг.

6. С созданием сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС) появляются операторы ЛИЭС — энергоснабжающие самобалансирующиеся организации (ЭССО). При этом созданный ПТК MiniGrid следует рассматривать как средство управления нормальными и послеаварийными режимами, используемое ЭССО для повышения надёжности,

бесперебойности и доступности электроснабжения потребителей ЛИЭС. Для их транспарентного функционирования необходимо внесение изменений в нормативно-правовые акты с целью придания правового статуса новым объектам и субъектам на розничном рынке электроэнергетики.

7. Очевидно, что величина перетока мощности из распределительной сети в ЛИЭС и обратно, а также технические решения по интеграции ЛИЭС определяют силу электрической взаимосвязи и их взаимовлияния в различных схемно-режимных ситуациях, особенно при возникновении аварийных возмущений. Следовательно, необходимо в полной мере использовать основное достоинство ПТК MiniGrid как системы децентрализованного режимного и противоаварийного управления, работающей согласовано с системой оперативно-диспетчерского управления, а также устройствами релейной защиты и автоматики в прилегающей распределительной сети. Целесообразно рассмотреть возможность увеличения предельной верхней границы мощности объектов распределённой энергетики при их работе в составе сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС), например, до 50 МВт на данном этапе, ограничив размер допустимого небаланса в ЛИЭС (величину разрешённой обменной мощности между ЛИЭС и распределительной сетью).

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные на рассмотрение результаты НИОКР по разработке модели (прототипа) Mini/MicroGrid с соответствующей автоматикой управления режимами являются крайне актуальными, обладают высокой научной и практической значимостью результатов, что позволяет в кратчайшие сроки приступить к решению задачи комплексного развития территорий на базе объектов распределённой энергетики, интегрированных в распределительные сети. Реализованное на современном уровне техническое решение имеет отраслевое значение, непосредственно затрагивает интересы потребителей, малого энергетического бизнеса и распределительных сетевых компаний.

В процессе выполнения НИОКР получены новые технические решения по обеспечению надёжного электроснабжения потребителей на основе создания самобалансирующихся MiniGrid (ЛИЭС) в существующих условиях технического регулирования и нормативно-правового поля. Очевидным достоинством предложенных решений и разработанной автоматики является их апробирование на физической модели и в рамках пилотного проекта.

Возможности для масштабного применения ПТК MiniGrid имеются, но для этого необходимы согласованные действия органов исполнительной власти субъектов РФ, муниципальных образований, РСК, филиалов АО «СО ЕЭС» и инвесторов в интересах повышения доступности и надёжности тепло- и электроснабжения населения и хозяйствующих субъектов.

Для массового внедрения ПТК MiniGrid необходимо разработать методические рекомендации по обоснованию применения и проектированию сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС), что позволит систематизировать подходы в решении задач энергоснабжения населения и хозяйствующих субъектов. Реализация проектов сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС) позволит содействовать беспрепятственному развитию городов при расширении (освоении, переустройстве) территорий, снятию проблем проведения реконструкции существующих распределительных электрических и тепловых сетей, имеющих ограничения по пропускной способности и др., повышению эффективности использования газа и экологичности за счёт применения когенерационных установок на объектах распределённой энергетики (замещение котельных, разгрузка «закрытых» центров питания), повышению эффективности утилизации вторичных энергоресурсов, отходов жизнедеятельности и др.

Целесообразно инициировать обращение в Технический комитет по стандартизации (ТК 016) «Электроэнергетика» Росстандарта с предложением по разработке национального стандарта по терминам и определениям в области распределённой энергетики с целью его использования во всех нормативно-правовых актах и нормативно-технических документах, а также предприятиями, организациями и специалистами, осуществляющими деятельность в этой области. Также необходимы национальные стандарты, в которых были бы закреплены требования к объектам распределённой генерации, распределённой энергетики и сбалансированным MiniGrid (ЛИЭС), интегрируемым в ЕЭС России.

Представленная на рассмотрение разработка сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС), интегрированных в распределительные сети, с автоматикой управления нормальными и послеаварийными режимами, направлена на ограничение роста тарифов на электрическую и тепловую энергию, повышение надёжности энергоснабжения потребителей, которые подключены к сетям MiniGrid, а также прилегающим распределительным сетям. Предложенное техническое решение соответствует целям концепции и дорожной карте национального проекта

«Интеллектуальная энергетическая система России», подготовленных по поручению Президента РФ В.В. Путина от 28.10.2014 № ПР-2533, при этом не требует внесения изменений в действующую систему тарифообразования, содействует привлечению инвесторов в сферу малого энергетического бизнеса.

Учитывая преимущественно суровые климатические условия в большинстве регионов России, применение в составе сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС) высокоэффективных когенерационных установок позволяет осуществлять выработку электрической и тепловой энергии с высокой энергоэффективностью и экономической выгодой при минимальных экологических последствиях, а также с заданными показателями качества. Это позволяет сдерживать рост тарифа на электрическую и тепловую энергию для населения и промышленности, обеспечивать доступность энергоснабжения для новых потребителей и содействовать энергетической безопасности регионов РФ и страны в целом. Кроме того, прорывные технологии, к которым относится технология создания сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС), формируют имидж России на международных рынках.

В этих условиях необходимы проведение исследований, направленных на обобщение положительного опыта создания сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС), выполнение оценки их значимости в решении задач трансформации электроэнергетики России, а также разработка перспективных планов по дальнейшему тиражированию полученных результатов.

Следует рекомендовать органам исполнительной власти субъектов РФ и муниципальных образований максимально эффективно использовать технологию построения сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС) для решения проблем повышения доступности и бесперебойности тепло- и электроснабжения территорий. Необходимо разработать на региональном уровне стратегию перехода к распределённой энергетике, в основе которой предусмотреть проведение реконструкции районных муниципальных котельных с их переводом в мини-ТЭЦ, используя механизм государственно-частного партнёрства.

Для решения поставленных задач требуется внесение изменений и дополнений в Федеральные законы Российской Федерации:

- от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» с целью дополнения разделом по распределённой генерации, работающей в составе ЕЭС России, с разрешением на совмещение деятельности

(генерация, передача, реализация энергии) в одной компании при условии создания сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС);

- от 27.07.2010 № 190-ФЗ «О теплоснабжении» с целью введения требования по обязательному рассмотрению вариантов теплоснабжения потребителей с использованием технологий распределённой энергетики при разработке схем теплоснабжения населенных пунктов.
- Кроме того, требуется внесение изменений и дополнений в следующие постановления Правительства Российской Федерации:
- от 17.10.2009 № 823 «О схемах и программах перспективного развития электроэнергетики» для включения в схемы и программы развития электроэнергетики субъектов РФ информации по объектам распределённой генерации для возможности определения их инвестиционной привлекательности с целью усиления конкуренции на розничных рынках электроэнергии;
- от 22.02.2012 № 154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» для включения в схемы теплоснабжения муниципальных образований информации по распределённой энергетике для возможности определения где, сколько, каких и когда объектов распределённой энергетики целесообразно вводить для повышения доступности и бесперебойности теплоснабжения потребителей.

С экспертным заключением на НИОКР «Разработка целевой модели (прототипа) Mini/MicroGrid» выступил М.Г. Тягунов, д.т.н., профессор ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ».

Рецензируемая работа посвящена очень важной теме — согласованию режимов работы отдельных узлов распределённой энергосистемы, в которую должна быть преобразована ЕЭС России в ближайшем будущем. В работе решено несколько взаимосвязанных задач:

- предложены путь развития региональных сетевых компаний при интеграции в них локальных самобалансирующихся энергоузлов и метод децентрализованного расчёта установившегося режима для электрических сетей с распределённой генерацией, включающих локальные системы электроснабжения (MiniGrid),
- разработан, спроектирован, изготовлен, протестирован и смонтирован на электродинамической модели НИУ «МЭИ» программно-технический комплекс управления режимом энергоузла (MiniGrid),

- разработана конструкторско-технологическая документация на комплекс, тренажёр и средства обучения работы с ним эксплуатационного персонала.

Разработанный и подготовленный к широкому использованию комплекс обеспечивает автоматическое режимное и противоаварийное управление самобалансирующимися локальными энергоузлами, работающими как автономно, так и параллельно с внешней энергосистемой с положительным, отрицательным и нулевым перетоком мощности.

С помощью разработанного комплекса можно решать следующие задачи:

- противоаварийного отделения энергоузла от внешней сети с переводом в автономный режим;
- автоматический перевод энергоузла из режима параллельной работы с внешней сетью в автономный, из автономного в режим параллельной работы с внешней сетью для поддержания и восстановления нормального режима работы энергосистемы, включающей в себя энергоузел в качестве локальной подсистемы;
- информационная интеграция устройств энергоузла во внешнюю сеть, что повышает наблюдаемость и управляемость сети.

Разработанное и испытанное устройство автоматического управления позволяет выполнить основные функции управления ею и не требует вмешательства персонала в принятие оперативно-диспетчерских решений. Это позволяет во многом снять проблемы присоединения самобалансированных локальных энергоузлов и изолированных энергосистем к электрическим сетям ЕЭС России.

Предложенное решение даёт все основания для принятия решения о принципах построения и архитектуре ЕЭС России в виде распределённой энергетической системы, позволяет избежать необходимости решать задачу дважды: сначала для локальной (изолированной) энергосистемы, а потом — для энергосистемы как части ЕЭС России, работающей с ней параллельно.

Наличие такого решения в значительной степени снимает вопрос о технической возможности построения новой парадигмы ЕЭС России, национальных, континентальных и межконтинентальных энергетических систем. Оно позволяет сделать очень важный и достаточно большой шаг к построению распределённой энергетической системы нашей страны.

Предлагаемое решение представляется технически и технологически более совершенным, чем предлагаемые в рамках НТИ «Энерджинет», что позволяет рекомендовать его к расширенному ис-

пользованию в стратегии развития энергосистемы страны.

Не все части предлагаемой системы имеют детальное описание, позволяющее судить об их теоретических достоинствах, однако то, что предложение доведено до реально работающего устройства, которое не просто продемонстрировано, но чья работоспособность в заявленных функциональных режимах подтверждена испытаниями на электродинамической модели электроэнергетической системы, позволяет безусловно дать положительную оценку результату проведённой НИОКР и порекомендовать её к опытно-промышленному внедрению с последующим полномасштабным использованием.

В то же время по представленным материалам нужно сделать ряд замечаний и предложений.

Во-первых, вызывает неполное понимание терминология, использованная авторами. Термин «минигрид» не является стандартным, как и более распространённый термин «микروгрид». На взгляд рецензента, использование англоязычных калек не только не даёт ясного понимания того, что именно под этим термином понимается, но и является ненужным засорением русского языка понятиями, имеющими достаточно ясные русскоязычные аналоги.

Сказанное позволяет сделать рекомендацию о необходимости обращения в Технический комитет по стандартизации «Электроэнергетика» Росстандарта с предложением о разработке национального стандарта по терминам и определениям в области распределённой энергетике. Отсутствие такого стандарта как раз и приводит к появлению множественных неясных и произвольно трактуемых терминов и понятий, засоряющих как технический язык, так и русский язык вообще.

Во-вторых, введение понятия «самобалансирующийся энергоузел» требует достаточно строгой нормативно-технической поддержки, так как в действующих нормативных документах такого понятия нет. Поэтому ссылки на действующую энергетическую стратегию звучат хотя и понятно, но не очень убедительно.

В-третьих, разработанный программно-технический комплекс не интегрирован в систему оперативно-диспетчерского управления, так как его функционал не выходит за пределы оперативного управления, в то время как его измерительная база вполне может быть использована для планирования и оценки состояния оборудования.

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РАБОТЕ

Тема представленной на рассмотрение НИОКР «Разработка целевой модели (прототипа) Mini/

MicroGrid» безусловно является актуальной. Полученные результаты обладают научной и практической значимостью. На их основе можно уже в ближайшее время приступить к решению задач развития территорий на базе объектов распределённой энергетики, готовых к последующему включению в региональные распределительные сети.

Выполненная работа заслуживает положительной оценки и может быть рекомендована к расширенному использованию при проектировании новых и совершенствовании действующих объектов распределённой энергетики.

Свои мнения по работе высказали также руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределённой энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН» д.т.н. П.В. Илюшин, профессор ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ», д.т.н. М.Г. Тягунов, заместитель начальника Департамента развития и инноваций АО «Россети Тюмень» В.А. Карпухин; начальник Службы инноваций и энергоэффективности Департамента развития и инноваций АО «Россети Тюмень» В.Г. Васильев; профессор ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», д.т.н. А.Г. Фишов, заместитель директора ООО «Модульные системы Торнадо» Е.Н. Гежа.

Подводя итоги дискуссии, первый заместитель Председателя Научно-технического совета НП «НТС ЕЭС» профессор В.В. Молодюк заявил, что результаты опытно-промышленной эксплуатации опытного образца программно-технического комплекса (ПТК) сетей Mini/MicroGrid, разработанного в рамках НИОКР на тему «Разработка целевой модели (прототипа) Mini/MicroGrid», следует одобрить и рекомендовать ПТК MiniGrid для применения в локальных энергосистемах.

Участники совместного заседания отметили:

1. Высокую роль АО «Россети Тюмень» в инициировании и выполнении НИОКР, а также организации опытно-промышленной эксплуатации на современном научно-технологическом уровне. Полученные результаты обладают научной новизной и практической значимостью.

2. Разработанный и подготовленный к широкому использованию ПТК MiniGrid обеспечивает автоматическое режимное и противоаварийное управление самобалансирующимися MiniGrid (ЛИЭС), работающими как автономно, так и параллельно с внешней энергосистемой с положительным, отрицательным и нулевым перетоком мощности. Данное техническое решение является уникальным и имеет отраслевое значение.

3. Разработанный ПТК MiniGrid содействует информационному обеспечению оперативно-технологического персонала РСК необходимыми данными за счёт повышения наблюдаемости и управляемости сетью, а также позволяет снизить риски неправильных действий персонала и оптимизировать присоединение сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС) к сетям РСК.

4. В целях расширения применения потенциала ПТК MiniGrid целесообразно внести изменения и дополнения в существующие НПА и НТД, в том числе включающие методические рекомендации по обоснованию применения и проектированию сбалансированных MiniGrid (ЛИЭС), типовые технические условия на технологическое присоединение сбалансированных и избыточных ЛИЭС как объектов распределённой энергетики, а также в систему экономических отношений на розничном рынке электроэнергии и тарифное регулирование.

5. Наличие экспортного потенциала ПТК MiniGrid и возможность реализации международных проектов.

СОВМЕСТНОЕ ЗАСЕДАНИЕ РЕШИЛО

1. Одобрить результаты опытно-промышленной эксплуатации опытного образца программно-технического комплекса (ПТК) сетей Mini/MicroGrid, разработанного в рамках НИОКР на тему «Разработка целевой модели (прототипа) Mini/MicroGrid». Отметить, что полученные результаты обладают научной новизной и практической значимостью.

2. Рекомендовать ПТК MiniGrid для применения в локальных энергосистемах на базе объектов распределённой генерации мощностью до 25 МВт при автономной и параллельной работе в ЕЭС России, в т.ч. в режиме выдачи мощности. Реализация представленной разработки позволит существенно изменить возможности электрической сети по обеспечению надёжного и качественного энергоснабжения потребителей, обеспечит их эффективное взаимодействие с генерирующими источниками, снизит издержки сетевой инфраструктуры, создаст механизмы её сбалансированного развития и снизит затраты потребителей на энергоснабжение.

