

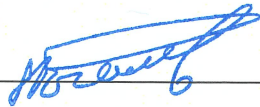


**Некоммерческое партнерство
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ
Единой энергетической системы»**

111 250, Москва, проезд Завода Серп и Молот,
дом 10, офис 608, Тел. (495) +7 495 012 60 07
E-mail: dtv@nts-ees.ru, <http://www.nts-ees.ru/>
ИНН 7717150757

УТВЕРЖДАЮ

Председатель Научно-технической
коллегии, д.т.н., профессор



Н.Д. Рогалев
«02» декабря 2020 г.

ПРОТОКОЛ № 5

заседания секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» НП «НТС ЕЭС» для рассмотрения доклада по теме: **«Обзор трендов развития и опыта использования распределенных энергетических ресурсов по состоянию на 2020 г.»**

12 ноября 2020 года

г. Москва

Присутствовали: члены секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», сотрудники НП «НТС ЕЭС», ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», АО «НТЦ ФСК ЕЭС», ООО «Компания ДЭП», НИК С6 РНК СИГРЭ, ФГБУН «ИНЭИ РАН», ООО «Интеллектуальная энергия», ФГБОУ ВО «Новосибирский ГТУ», АО «Техническая инспекция ЕЭС», АО «Русатом Автоматизированные системы управления», ООО Калининградский инновационный центр «Техноценоз», всего **37** человек.

Со вступительным словом выступил председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», к.т.н., гл. науч. сотр., руководитель Центра «Интеллектуальные электроэнергетические системы и распределенная энергетика» ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН» Илюшин П.В.

Во вступительном слове было отмечено, что доклад о состоянии развития техники и технологий распределенных энергетических ресурсов на основе материалов CIGRE представляется 1 раз в 2 года по результатам заседаний Исследовательского комитета (ИК) С6 на очередной сессии CIGRE. В 2020 г. 48 сессия CIGRE прошла в формате дистанционного представления докладов.

Приоритетными для научно-технических исследований на протяжении многих лет остаются вопросы интеграции объектов распределенной энергетики, в том числе на основе ВИЭ, в электроэнергетическую систему и изолированные

энергорайоны, а также организации эффективного управления ими.

Для руководителей и специалистов, занятых в сфере отечественной электроэнергетики, результаты анализа представленных на сессии CIGRE докладов ИК С6 особенно актуальны. Это обусловлено вводом больших объемов мощностей объектов ВИЭ на Юге России и в некоторых других регионах, а также с появлением потребителей электроэнергии, участвующий в ценозависимом снижении потребления, в том числе через Агрегаторов спроса.

С докладом **«Обзор трендов развития и опыта использования распределенных энергетических ресурсов по состоянию на 2020 г.»** выступил Самойленко Владислав Олегович – к.т.н., доцент кафедры «Автоматизированные электрические системы» ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», представитель России в международном исследовательском комитете С6 CIGRE.

Основные положения доклада приведены ниже. Презентация доклада прилагается (**Приложение 1**).

Одной из наиболее обсуждаемых в мире тем является опыт проектирования современных распределительных систем с распределенными энергоресурсами и интеграции разнородных энергетических ресурсов, в том числе, с помощью накопителей энергии и агрегаторов спроса. Далее обзор выполняется на основе исследовательских материалов CIGRE, опубликованных на 48 сессии 2020 г., с указанием номеров докладов (статей).

В статьях *С6-101*, *С6-102*, *С6-103* выполняется обзор опыта подключения фотоэлектрической генерации и накопителей энергии к распределительным сетям среднего напряжения (СН) в Бразилии. Типовая конфигурация фидеров СН включает сложную ветвящуюся радиально-магистральную схему с локально-кольцевыми участками. Типовая длина составляет 21-29 км, класс напряжения 13,8 кВ, нагрузка 3,15-4,63 МВт. К сетям подключается до 87 фотоэлектрических микроэлектростанций суммарной установленной мощностью 0,55-1,57 МВт и накопители энергии мощностью до 1,2 МВт и энергоемкостью до 1,3 МВт*ч. При этом наиболее актуальной проблемой до подключения являлось отклонение модуля напряжения за пределы допустимого в меньшую сторону. Увеличение модуля напряжения в результате подключения фотоэлектрической генерации и накопителей энергии составляет 1,2-4,0 %.

В статье *С6-104* рассматривается реализация планов по установке накопителей энергии в сельских сетях ЮАР. План предусматривает установку 1440 МВт*ч накопителей энергии в сельских сетях к 2023 г. и запуск их в работу к 2028 г. Ожидается, что внедрение накопителей энергии, помимо увеличения энергетической эффективности и декарбонизации, позволит решать режимные задачи в таких сетях. В действительности проблемы с инжинирингом могут

приводить к обратному эффекту. В частности, для одной из частей ЭС совпадение часов ветреной погоды и часов системного пика привело к увеличению перегрузки фидера за счет одновременной выдачи мощности ветроэнергетических установок и накопителей энергии (по жестко заданной временной программе).

В статье *С6-106* раскрывается работа по выбору накопителя энергии для резервирования слабой связи ЭС острова Крит с ЭС континентальной части Греции переменного тока пропускной способностью $2 \cdot 150$ МВт. Для уменьшения пика нагрузки величиной 677 МВт на 88 МВт с учетом вероятностной выработки объектами ВИЭ и условий окупаемости при работе на рынке электроэнергии необходим накопитель энергии мощностью 150 МВт и энергоемкостью 1200 МВт*ч. Ёмкость накопителя в рассматриваемом случае оказывала большее влияние на резерв пропускной способности, чем на мощность. Расчеты показали, что даже в теории невозможно получить резерв пропускной способности линии более 88 МВт (58,6 %), что привело бы к отказу от планов установки системы накопления энергии в пользу передачи постоянного тока пропускной способностью $2 \cdot 500$ МВт.

В статье *С6-108* показаны результаты расчетов вклада накопителя энергии в повышение пропускной способности с помощью регулирования P и Q в распределительных сетях Италии. С учетом электрического режима вклад накопителя энергии в повышение пропускной способности сети существенно выше, чем без учета такового. Во многих случаях достаточно задействовать регулирование по реактивной мощности вместо капитальных вложений в дополнительные ёмкость и мощность накопителя. Результирующая PQ -диаграмма обладает формой, не характерной для традиционных синхронных генераторов.

В статье *С6-109* рассматривается вклад накопителя энергии в регулирование частоты ЭС Багамских островов. До 2019 г. Багамская ЭС имела 65 МВт пиковой нагрузки при 97 МВт установленной мощности генерации. Суперпозиция нагрузок драглайна и портового крана в 2015-2018 гг. приводила к колебаниям нагрузки в 23-50 %, скорости набора-сброса нагрузки 12 %/сек и отклонениям частоты ± 1 Гц от номинальной. Установка в 2018 г. накопителя энергии мощностью 9,5 МВт и энергоемкостью 7,31 МВт*ч позволила удерживать отклонения частоты в пределах $\pm 0,4$ Гц. Примечательно, что в 2019 ураган 5-й категории «Дориан» вывел из строя 46 МВт генерации и часть нагрузки на острове за счет накопителя энергии продолжает успешно функционировать.

Аналогичный эффект расчетным путем был получен для ЭС острова Мадейра в статье *С6-211*. Данная микроэнергосистема характеризуется высокой неравномерностью графика нагрузки: 63 кВт – пиковая нагрузка, 1 кВт –

минимальная нагрузка. При установленной мощности генерации 38 кВт отклонения частоты часто составляют более 1,4 Гц, модуля напряжения – более 15 %. Согласно нормативам ENTSO-E в изолированных ЭС частота может отклоняться на ± 1 Гц, напряжение на ± 10 % от номинальных значений. Установка накопителя энергии мощностью 40 кВт и энергоемкостью 80 кВт*ч по расчетам позволит удержать отклонение частоты на уровне 0,95 Гц, а модуля напряжения – на уровне 2 %.

В статье *С6-108* рассматриваются результаты оптимизации размещения накопителей энергии в радиальной распределительной сети по критерию минимума потерь от сетевой компании в Испании. Оптимум достигается при результирующем минимуме потерь в оборудовании сети и самом накопителе энергии. Показано, что при наличии развитой собственной генерации более чем у 40 % конечных потребителей выгоднее установка накопителей именно у конечных потребителей, особенно, если мощность собственной генерации сопоставима с максимумом нагрузки. В иных случаях выгоднее установка накопителя на головном участке сети.

В статьях *С6-116* и *С6-118* показаны результаты численных экспериментов, выполненных учеными из Турции и Китая по оптимизации графика заряда наиболее популярных в мире моделей электромобилей от распространенных зарядных станций переменного тока небольшой мощности. Показано, что для сравнительно мощных и емких (порядка 100 кВт*ч) батарей электромобилей ключевую роль в определении влияния на сеть играет остаточный заряд батареи в момент постановки на зарядку. Ввиду необходимости зарядить батарею до достаточного уровня от маломощной сети процесс зарядки продолжается в течение длительного времени, что на практике лишает возможности зарядки только во время ночного спада нагрузки в энергосистеме и усугубляет вечерний и утренний пики нагрузки.

В статье *С6-113* рассматривается степень дисциплинированности потребителей ценозависимого потребления под управлением агрегаторов спроса в Великобритании. По данным статистики, снижение суточных пиков при использовании ценозависимого потребления составляет 3,2-12,5 %, снижение годового пика составляет 2,1-10,3 %. Медианное значение снижения пика составляет 9 %. Важно то, что максимальная вероятность снижения потребления на величину около 5 % достигается при задействовании большого количества потребителей (более 80), а максимальная вероятность снижения потребления на величину 15-20 % достижима только при опоре на небольшое количество (менее 20) наиболее оснащенных технически и дисциплинированных потребителей.

В статье *С6-114* описывается проблема согласования настройки средств регулирования напряжения в разветвленных распределительных сетях среднего

и низкого напряжения в штате Калифорния, США. Количество отпаяк от основного фидера достигает шести. Средства регулирования напряжения включают устройства РПН трансформаторов, управляемые батареи конденсаторов, инверторы ФЭС, инверторы накопителей энергии. Решение включает назначение ведущих по напряжению инверторов как наиболее пригодных для точечного регулирования устройств и подбор стратегий для них.

В статье *С6-115* раскрывается опыт Великобритании и Ирландии в задействовании сложно-замкнутой распределительной сети, ранее функционировавшей в радиальном режиме, для передачи электроэнергии от ВИЭ. Для выравнивания перетоков по 3 ветвям схемы применены наборы подвесных и стационарных реакторов индуктивным сопротивлением 1,65 и 1,45 Ом. Управление реакторами осуществляется через основной канал связи по частной сети 4G, а также резервный – по радио. Интерес представляет то, что индуктивное сопротивление сети наращивалось вместо применения продольной емкостной компенсации ВЛ, вероятно, в силу опасений подсинхронного резонанса ВИЭ на частотах 18-27 Гц.

Идея модульного конструирования низковольтных электрических сетей рассматривается авторами из Австрии и Германии в статьях *С6-127* и *С6-203*. Концепция создания сбалансированных по активной и реактивной мощности ячеек для упрощения их объединения в сети, а также расчета режимов переработана с появлением возможностей применения накопителей энергии. Критерии эквивалентирования частей сети в ячейки включают электрические и географические критерии.

Также весьма популярна тема применения современных технологий и решений, включая программно-аппаратные средства, для управления развитием и функционированием распределительных сетей и систем. В целом ряде статей приводятся предпосылки и обосновывается необходимости внедрения таких решений.

В статье *С6-201* рассматриваются последствия развития распределенной генерации в Северной Европе. В частности, в 1990 г. (перед запуском первого экспериментальной ветропарка Vestas) в Дании насчитывалось 15 электростанций, а в 2014 г. – несколько сотен электростанций плюс несколько тысяч отдельных маломощных электроустановок, способных вырабатывать электроэнергию. В Германии явление отрицательных цен на рынке электроэнергии может возникать несколько раз за сутки, суточный размах колебания цен проходит в границах от -20 до 40 евро/МВт*ч, часовой размах цен достигает 20 евро/МВт*ч. Величина оплаты за нормированное первичное регулирование частоты и мощности на рынке системных услуг достигает 5-кратного размаха в зависимости от режимной ситуации, за вторичное

регулирование частоты и мощности с 2012 г. находится около нулевых значений. В связи с этим подчеркивается необходимость развития виртуальных электростанций или других типов агрегаторов распределенных энергоресурсов, повышающих техническую и экономическую управляемость таких ресурсов.

В статье *С6-202* рассматривается очередь на технологическое присоединение электроустановок по производству электроэнергии в энергообъединении PJM (восток США). В настоящее время имеется 1376 объектов генерации суммарной установленной мощностью 180 ГВт. К 2029 г. подана 1021 заявка на присоединение 172 ГВт установленной мощности. Таким образом, за 10 лет ожидается двукратный рост мощностей генерации, 70 % из которых – ВИЭ, 10 % – накопители энергии, 10 % – ВИЭ плюс накопители энергии. Большинство собственников планирует ввод объектов генерации в горизонте 3 лет. Энергообъединение PJM оказалось не готово ни к изменению масштабов, ни структуры генерации. Отмечается, что горизонт упреждения при планировании ВИЭ и нормативно-технического регулирования технологического присоединения должен составлять не менее 3 лет.

Схожие проблемы, но в части текущего функционирования энергообъединения MISO, США рассматриваются в статье *С6-304*. В настоящее время более 38 % распределенной генерации является собственной генерацией потребителей электроэнергии, не находящейся даже в информационном ведении вышестоящих организаций. Как для неуправляемой распределенной генерации в силу резкопеременного характера выработки при поддержке накопителей энергии, так и для управляемой распределенной генерации выгодна работа на рынке электроэнергии на коротких коммерческих интервалах 5-15 мин, вместо традиционного 1 ч. Это позволяет снизить цены на электроэнергию на 8-17 %, а также степень износа электростанций, осуществляющих нормированное первичное и вторичное регулирование частоты и мощности.

В статье *С6-203* представлена система управления группой зарядных станций электромобилей в Южной Корее по технологии Vehicle-2-Grid (V2G). Система обучена, в частности, срезать пики нагрузки, избегать выдачи мощности в энергосистему и реверсивных перетоков. Необычной функцией является оптимизация цикла заряда-разряда внешнего смежного накопителя энергии для продления срока его службы.

В статье *С6-204* из США рассматриваются вопросы кибербезопасности. Показаны результаты опытов по достоверизация параметров и состояния микросети на основе «голосования» смежных микросетей с использованием механизмов достоверизации, схожих с используемыми в технологиях Blockchain. Последовательность включает оценивание состояния электрических параметров энергообмена между микросетями; при превышении порога разногласия –

«голосование» по вопросу расхождения параметров; отключение микросети с ошибочными параметрами. Автоматическое восстановление подключения микросети при возврате параметров в зону допустимых значений.

В статье *С6-221* показано широчайшее разнообразие и диверсификация источников энергии и технических решений в распределительных сетях среднего напряжения в Новой Зеландии. Имеется 8 типов источников энергии. Применяются однофазные, двухфазные и трехфазные линии электропередачи, широко используются средства компенсации реактивной мощности. В распределительной сети определено до 5 точек деления энергосистемы на части в случае аварийных ситуаций.

В статье *С6-303* представлена эволюция балансов мощности и энергии в Бразилии на примере Северо-Восточного региона. За 10 лет доля гидроресурсов в балансе энергии уменьшилась с 85 % до 18 %, а доля малых возобновляемых источников энергии выросла до 52 %, в том числе, ветрогенерации – 49 %. КИУМ ветроэлектростанций достиг рекордного значения в 42 % (для сравнения, в Германии – 19 %, в Китае – 20 %).

Ещё одной важной тематикой, исследуемой и широко обсуждаемой в 2020 г., является повышение эксплуатационной гибкости, надежности и устойчивости энергосистем и электрических сетей с распределенными энергоресурсами.

По предложению General Electric в Великобритании в связи с широким распространением ветрогенерации вводится новый тип прогнозной информации – величина инерции в [ГВА*с]. В статье *С6-312* показано, что размах колебания инерции ЭС может составлять порядка 42 % от среднего значения в течение суток. При этом различия между отдельными частями ЭС могут достигать четырехкратного значения. Необходим переход к прогнозу инерции по зонам на сутки вперед. В противном случае регистрируются факты ложного срабатывания устройств автоматики и АСУ ТП, основанных на измерении значения скорости изменения частоты (ROCOF).

В Австралии инженеры и ученые работают над средствами и способами решения такой проблемы. В частности, в статье *С6-322* показаны результаты ввода искусственной инерции в систему управления накопителем энергии Далримпл, мощностью 30 МВА, энергоемкостью 8 МВт*ч. В сравнении с откликом различных синхронных генераторов отклик величины мощности накопителя на события в переходных процессах происходит по линии тренда переходного процесса, без каких-либо знакопеременных синхронных колебаний.

В статье *С6-312* анализируется скорость старта системы с нуля и восстановления электроснабжения в условиях системных аварий. В Великобритании. Оценивается пригодность технологий распределенных

энергоресурсов – ветрогенерации, фотоэлектрической генерации, накопителей энергии, ценозависимого потребления, поддержки ЭС от зарядных станций электромобилей по технологии V2G – для «пуска с нуля» ЭС. Время восстановления 100 % нагрузки составляет в условиях абсолютной децентрализации от 32 до 148 ч, что существенно больше традиционных ЭС с крупными электрическими станциями.

В Германии с целью недопущения системных аварий подобного рода выделяются кластеры распределенных энергетических ресурсов и микросетей, которые могут использоваться в поддержании и восстановлении частоты в ЭС. Соответствующее деление для нагрузок, ветрогенерации, фотоэлектрической генерации, с учетом доли отказов электростанций рассматривается в статье Сб-314. По результатам рассмотрения предложено формирование кластеров по поддержанию работоспособности ЭС. На основе статистических характеристик рассчитано, что вероятность получения управляющего воздействия по ограничению нагрузки на 25 ГВт составляет 99,95 %.

Для случая «пуска с нуля» ЭС один из системных операторов Германии Amprion формирует процедуру разворота ЭС с помощью мощного накопителя энергии на основе гидроаккумулирующей станции 450 МВА, которая должна соединяться с несколькими мощными угольными электростанциями в радиусе 750 км. Соответствующие результаты расчетов представлены в статье Сб-320. По данным расчетов, разворот ЭС возможен за 25 мин в ручном режиме или 70 мин в автоматическом режиме. Сборка схемы производится на напряжении ~ 0,7 о.е. от номинального для ограничения бросков тока намагничивания и перенапряжений на ЛЭП при частоте 51 Гц.

В Австралии рассматриваются расширение использования водорода для накопления энергии и реализации системных услуг. Система, представленная в статье Сб-321, включает баковые накопители водорода, водородные топливные элементы, электролизеры, газовые турбины на водороде. Система готова предоставлять «вращающийся» резерв (постоянная времени на выдачу мощности менее 5 с), «горячий» резерв (~ 50 с), «холодный» резерв (> 3 мин).

В статье Сб-323 показан пример настройки АРЧМ ветропарка в Испании таким образом, чтобы она имитировала отклик традиционной управляемой генерации. При этом для ветропарка с располагаемой мощностью около 100 МВт резерв на загрузку поддерживается равным 60 МВт, резерв на разгрузку 40 МВт, частота управляющих воздействий 0,25 Гц. Моделируются аварийные для системы управления ситуации, как задержка на изменение мощности 24 с (шестикратное нормативное значение), несоответствие расчетной максимальной мощности и фактической (располагаемой) мощности ввиду ошибки прогноза или измерения скорости ветра, отсутствие измерения мощности (скорости ветра) с

переходом регулятора в режим оценки по установленной мощности.

В статье С6-326 рассмотрен пример работы виртуальной электростанции для регулирования перетоков активной и реактивной мощности в Германии. Фактический переток активной мощности практически всегда совпадает с оптимальным и проходит по верхней границе располагаемой мощности. Прогноз перетока реактивной мощности, напротив, обладает высокой погрешностью ввиду неопределенности положения устройств РПН (авто)трансформаторов в сетях более высокого напряжения.

Помимо статей в 2020 г. рабочие группы Исследовательского комитета С6 завершили формирование двух технических брошюр.

В брошюре WG C6.28 Hybrid Systems for Off-Grid Power Supply (секретарь – П.В. Чусовитин, Россия) выполняется обзор принципов планирования и функционирования систем электроснабжения: удаленные предприятия горнодобывающей отрасли – 4 примера; островные энергосистемы – более 10; иные изолированные энергосистемы – 8. Анализ успешности отдельных проектов выполняется по принципу кейсов и включает технические и технологические принципы функционирования; экономические принципы функционирования; потенциал для уменьшения нагрузки на окружающую среду; социально-экономические особенности; общая степень успешности проекта.

В брошюре WG C6.38 Rural Electrification выполняется обзор принципов сельской электрификации с использованием распределенных энергетических ресурсов. Отмечается, что в мире 14 % населения не имеют доступа к электроэнергии, в том числе 4 % – в городах и 27 % – в сельской местности. Рассматривается область эффективного применения микроэнергосистем в координатах: размер системы, плотность населения, расстояние до централизованной сети, сложность рельефа и ландшафта, инвестиционная привлекательность проекта против цены на ЭЭ конечному потребителю без учета субсидий. Рассматриваются особенности и нюансы электроснабжения сельских потребителей от экваториальной Африки до районов Крайнего Севера.

В целом и общем тенденции исследований в области распределенной генерации и распределительных систем можно охарактеризовать следующим образом: от электротехники – к электроэнергетике; от электроэнергетики к общей энергетике и экономике энергетике; от декомпозиции энергосистем к применению теории больших систем.

В обсуждении доклада и прениях выступили: Илюшин П.В. (председатель секции), Безруких П.П. (Комитет ВИЭ РосСНИО), Папков Б.В. (НГИЭУ), Грибков С.В. (Комитет ВИЭ РосСНИО), Щепетков С.К. (АО «Техническая инспекция ЕЭС»).

Безруких П.П. – Председатель комитета ВИЭ РосСНИО, академик РИА, д.т.н.

Обратил внимание, что современные ветроагрегаты оснащены преобразователями частоты или устройствами силовой электроники, позволяющими регулировать реактивную мощность и поддерживать заданный уровень напряжения на шинах распределительного устройства.

Отметил, что в энергосистемах Германии и Дании во время КЗ при наличии крупных ветропарков удавалось сохранить устойчивость энергосистемы за счет генерации реактивной мощности на данных электростанциях.

Отметил, что сетевыми кодексами ряда европейских стран предусмотрена выработка объектами ВИЭ только активной мощности, а дефицит реактивной мощности покрывается за счет прилегающей электрической сети.

Папков Б.В. – профессор кафедры «Электрификация и автоматизация» ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», д.т.н., профессор.

Обратил внимание, что в зарубежных энергосистемах с помощью накопителей электроэнергии решается вопрос избытка мощности, с ее последующей раздачей в часы пиковой нагрузки.

Отметил, что в отечественной энергосистеме существует другая проблема – дефицит мощности. Для его снижения ведется работа с потребителями электроэнергии: частичное отключение, сдвиг максимума нагрузки из пиковой зоны, выпуск других видов продукции.

Обратил внимание, что в зарубежных энергосистемах переход на возобновляемую энергетику зачастую имеет политическое решение, так как данный переход осуществляется несмотря на имеющиеся технические проблемы с электроснабжением.

Грибков С.В. – Председатель Комитета ВИЭ Федеральной палаты работодателей энергоэффективности и энергосбережения, ученый секретарь комитета ВИЭ РосСНИО, академик РИА, к.т.н.

Отметил, что в зарубежных энергосистемах в основном используются литий-полимерные накопители электроэнергии, а также другие батареи на основе литиевых технологий. В роли мощных накопителей электроэнергии используются ГАЭС, как и в России. При этом маховики и суперконденсаторы на практике широкого распространения не получили в силу своей высокой стоимости и значительных эксплуатационных затрат.

Отметил, что стоимость установки накопителя электроэнергии превышает стоимость генерирующего оборудования, способного выполнять аналогичные

системные задачи, примерно на 20 %. Однако, в связи с развитием технологий накопления электроэнергии, данное превышения постепенно снижается.

Обратил внимание, что проточные аккумуляторы применяются в электротранспорте, в некоторых технологических линиях, где обеспечивается накопление, но в качестве накопителей электроэнергии в электроэнергетических системах они пока широко не используются.

Щепетков С.К. – Советник Генерального директора АО «Техническая инспекция ЕЭС».

Обратил внимание, что на крупных солнечных электростанциях реализована функция анализа состава оборудования при регулировании напряжения в узлах электрической сети.

Отметил, что срок службы накопителей электроэнергии, по данным производителей, составляет не менее 3 лет, после которых, при интенсивном использовании, у них остается около 70 % остаточной емкости, что является нижним пределом технико-экономической целесообразности эксплуатации накопителя. Максимальный расчетный срок эксплуатации составляет 20-25 лет.

Илюшин П.В. – Председатель секции «АСРЭиРЭР», гл. науч. сотр., руководитель Центра «Интеллектуальные электроэнергетические системы и распределенная энергетика» ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН», к.т.н.

Обратил внимание, что в большинстве инверторов реализована функция снижения выдачи активной мощности и увеличения выдачи реактивной мощности при коротких замыканиях в прилегающей электрической сети. При этом, в зависимости от производителя инверторов, если короткое замыкание в сети ликвидируется за время более 0,5-0,8 с, то набора активной мощности не происходит, так как срабатывает защита инвертора и он отключается.

Отметил, что за рубежом, учитывая особенности законодательства, гарантированная разгрузка потребителей электроэнергии возможна не более, чем на 10 %, поэтому данный аспект является одной из предпосылок к широкому применению накопителей электроэнергии и механизмов управления спросом.

Обратил внимание, что в последнее время развитие технологий накопления электроэнергии на базе проточных аккумуляторов ведется в Южной Корее. Данное обстоятельство связано с большим количеством пожаров при использовании литий-ионных аккумуляторов, при том, что проточные аккумуляторы пожаробезопасны. Кроме того, их преимуществами также являются больший срок эксплуатации и большее количество циклов заряда-разряда, по сравнению с литий-ионными аккумуляторами.

Заслушав выступления и мнения экспертов по результатам дискуссии, заседание секции **«Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы»** отмечает:

1. Необходимость периодической актуализации знаний в области функционирования распределенных энергоресурсов и распределительных сетей с целью ознакомления с основными трендами развития и достигнутыми результатами в международном научно-техническом сообществе.

2. Важность детального изучения международного опыта для последующей разработки предложений по его использованию в энергосистемах России, учитывая практический опыт реализации как наиболее эффективных технических решений, так и неудачных.

3. Практическую значимость материалов Исследовательского комитета С6 CIGRE в условиях децентрализации, декарбонизации и цифровизации систем энергетики, как в России, так и мире.

4. Требуется разработка новых и корректировка действующих нормативно-правовых актов и нормативно-технических документов в области активных систем распределения электроэнергии и распределенных энергоресурсов с целью повышения эффективности их использования.

5. Вопросы участия распределенных энергоресурсов в рынках электроэнергии являются ключевыми, как для энергетической и экономической безопасности страны в целом, так и ее отдельных регионов, в которых наблюдается массовое развитие и использование указанных ресурсов.

Заседание секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» решило:

1. Положительно оценить работу автора доклада в области анализа трендов развития и опыта использования активных систем распределения электроэнергии и распределенных энергоресурсов в международной практике.

2. Рекомендовать руководителям и специалистам энергетических компаний России ознакомиться с актуальными исследовательскими материалами в области активных систем распределения электроэнергии и распределенных энергоресурсов с целью учета текущие тенденции в повседневной профессиональной деятельности.

3. Признать, что участие российских ученых в работе международных рабочих групп Исследовательского комитета С6 CIGRE является наиболее эффективным способом получения актуальной информации о концепциях научно-технического развития в рассматриваемой предметной области.

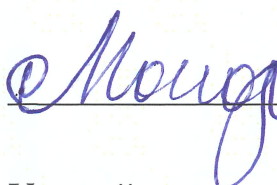
4. Рекомендовать специалистам-энергетикам, включая сотрудников профильных научных организаций и образовательных учреждений высшего

образования, принимать активное участие в деятельности российских проблемных рабочих групп, организуемых НИК С6 РНК СИГРЭ.

5. Рекомендовать руководителям профильных производственных, научных организаций и образовательных учреждений высшего образования рассмотреть возможность участия своих сотрудников в деятельности международных рабочих групп Исследовательского комитета С6 CIGRE, обеспечив их необходимыми ресурсами и возможностями.

С заключительным словом выступил председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы», к.т.н. Илюшин П.В., в котором отметил, что при планировании развития ЕЭС России важную роль должен играть анализ международного опыта применения различных современных инновационных технологий в области активных систем распределения электроэнергии и распределенных энергоресурсов с целью разработки рекомендаций по их использованию в России, с учетом особенностей отечественных энергосистем. Ознакомление с материалами представляемых докладов на регулярно проводимых сессиях CIGRE позволяет российским ученым выявлять области для дальнейших научных исследований, а также побуждает их к представлению результатов своих научных разработок на очередных сессиях CIGRE, содействуя таким образом укреплению международного научно-технического сотрудничества.

Первый заместитель Председателя
Научно-технической коллегии,
д.т.н., профессор

 В.В. Молодюк

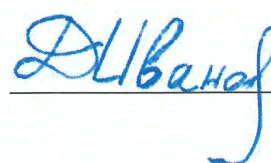
Ученый секретарь Научно-
технической коллегии, к.т.н.

 Я.Ш. Исамухамедов

Председатель секции «Активные
системы распределения ЭЭ и РЭР»
НП «НТС ЕЭС», к.т.н.

 П.В. Илюшин

Ученый секретарь секции «Активные
системы распределения ЭЭ и РЭР»
НП «НТС ЕЭС»

 Д.А. Ивановский