

РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ СИГРЭ. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОДКОМИТЕТА С2 «ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОСИСТЕМ»

АВТОРЫ:

ДЬЯЧКОВ В.А.,
ОАО «СО ЕЭС»

АТАМАНКИН Д.В.,
ОАО «СО ЕЭС»

Подкомитет РНК СИГРЭ по тематическому направлению С2 «Функционирование и управление энергосистем» является ключевой отечественной платформой для информационного обмена и профессионального общения ученых, специалистов, научных центров по актуальным научно-

техническим вопросам и проблемам в предметной области С2. Предметная область Подкомитета С2 охватывает вопросы Исследовательского Комитета (Study Committee) CIGRE С2 «System Operation and Control», связанные с планированием и управлением электроэнергетическими режимами работы энергосистем.

Ключевые слова: РНК СИГРЭ; Подкомитет С2; режимы работы энергосистем; системный оператор; противоаварийное управление; мониторинг научно-технической активности; российское профессиональное электроэнергетическое сообщество.



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В целях координации и повышения эффективности научно-технической активности членов Российского национального комитета СИГРЭ (РНК СИГРЭ), мобилизации имеющегося научного и практического потенциала для эффективного решения задач научного обеспечения отечественной электроэнергетики в РНК СИГРЭ созданы и осуществляют деятельность подкомитеты РНК СИГРЭ по отдельным тематическим направлениям. Указанные подкомитеты создаются на базе ведущих российских электроэнергетических компаний, сфера деятельности которых прямо связана с основными направлениями функционирования подкомитетов.

Подкомитет РНК СИГРЭ по тематическому направлению С2 «Функционирование и управление энергосистемами» (далее Подкомитет С2 или Подкомитет) создан решением Технического комитета РНК СИГРЭ (протокол заседания Технического комитета РНК СИГРЭ от 21.08.2014 № 09.02-005) и действует на основании Типового положения о подкомитете РНК СИГРЭ по тематическому направлению (приложение 1 к Положению об организации деятельности подкомитетов РНК СИГРЭ по тематическим направлениям, утвержденному решением Президиума РНК СИГРЭ от 25.04.2014 № 3/8).

Подкомитет С2, в соответствии с Положением о подкомитете, является постоянно действующим коллегиальным рабочим органом РНК СИГРЭ, подотчетным Техническому комитету РНК СИГРЭ, и представляет собой объединение индивидуальных и коллективных членов РНК СИГРЭ, имеющих общие профессиональные научные и практические интересы по тематическому направлению деятельности Подкомитета С2.

НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основные направления деятельности Подкомитета С2 определяются предметной областью его функционирования и кругом возложенных на Подкомитет задач.

Предметная область деятельности Подкомитета С2 установлена решением Технического комитета РНК СИГРЭ и охватывает вопросы Исследовательского комитета (Study Committee) CIGRE С2 «System Operation and Control» («Функционирование и управление режимами работы энергосистем»), связанные с планированием и управлением электроэнергетическими режимами работы энергосистем, в том числе:

- управление взаимосвязанными технологическими режимами работы объектов электроэнергетики, переключения на объектах электроэнергетики;
- краткосрочное планирование электроэнергетических режимов и выбор состава оборудования;
- управление режимом работы энергосистем и объектов электроэнергетики в аварийных ситуациях;
- оценка и анализ режимов работы энергосистемы по стандартным показателям;
- влияние на цели, методы и результаты управления функционированием энергосистем со стороны институциональных структур, в том числе системного оператора, регулятора, участников рынка;
- функционирование рынка системных услуг;

- методы и критерии оценки при подготовке диспетчерского персонала, тренажерная подготовка и обучение персонала;
- информационные и телекоммуникационные средства поддержки диспетчерского персонала.

Исходя из установленной области деятельности, на Подкомитет С2 возложено решение следующих основных задач:

- координация и мониторинг научно-технической активности индивидуальных и коллективных членов РНК СИГРЭ по тематике С2, а также экспертов, не являющихся членами РНК СИГРЭ, но имеющих профессиональные интересы в области деятельности подкомитета;
- организация коммуникации в российском профессиональном электроэнергетическом сообществе для формирования экспертных мнений и выработки позиций по актуальным научно-техническим вопросам и проблемам развития отечественной электроэнергетики;
- представительство и эффективное участие российского профессионального энергетического сообщества в работе Study Committee CIGRE С2 «System Operation and Control».

Следует отметить, что в настоящее время, в соответствии с функциями и полномочиями, Подкомитет С2 не проводит самостоятельных научных исследований, выполняя в основном координирующие и управ-

ИНФОРМАЦИЯ

ВЕДУЩИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР

Между РНК СИГРЭ и ОАО «СО ЕЭС» (Системный оператор), являющимся коллективным членом РНК СИГРЭ, 25.08.2014 г. заключено «Соглашение об организации деятельности и организационно-техническом обеспечении деятельности подкомитетов РНК СИГРЭ по тематическим направлениям» (Соглашение о предоставлении статуса «Ведущий научно-технический партнер РНК СИГРЭ») сроком на 5 лет, в соответствии с которым ОАО «СО ЕЭС» принимает обязательства по организации и организационно-техническому обеспечению деятельности Подкомитета С2, а РНК СИГРЭ предоставляет ОАО «СО ЕЭС» статус «Ведущий научно-технический партнер РНК СИГРЭ».

ляющие функции. Вместе с тем, подкомитет оказывает содействие и поддержку научно-технической активности в российском профессиональном сообществе по своим направлениям деятельности, в том числе способствует проведению различных научных исследований.

Таким образом, Подкомитет С2 является:

- для членов РНК СИГРЭ — платформой для информационного обмена и профессионального общения в сфере научно-технических и производственных интересов по направ-

- лениям деятельности подкомитета;
- для РНК СИГРЭ — эффективной формой коммуникации ученых, специалистов, научных центров для выполнения целей и задач РНК СИГРЭ;
- для профессионального энергетического сообщества — площадкой для обсуждения и формирования консолидированных экспертных мнений и решений, выработки согласованных позиций по актуальным научно-техническим вопросам и проблемам развития российской электроэнергетики.

СОВРЕМЕННЫЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОДКОМИТЕТА С2

Подкомитетом С2, в процессе реализации возложенных на него функций и задач, в 2015 г. выполнялся обзор и анализ российских и международных тенденций в области функционирования и управления электроэнергетическими режимами работы энергосистем. Указанный анализ проводился посредством изучения направлений и результатов научно-технической активности экспертов в области интересов Подкомитета, результатов научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности в указанной сфере, а также оценки основных достижений и задач системных операторов и сетевых компаний крупнейших энергосистем мира.

Результаты сопоставления актуальности, текущего состояния и активности работ по основным российским и международным тенденциям по направлениям деятельности Подкомитета С2 представлены в табл. 1.

В российской электроэнергетике развитие методов и средств противоаварийного управления является одним из основных направлений в области функционирования и управления электроэнергетическим режимом работы энергосистем. Создание централизованных систем противоаварийной автоматики, систем мониторинга запасов устойчивости, систем мониторинга системных регуляторов, развитие алгоритмов функционирования локальных устройств противоаварийной автоматики в последние годы осуществляется все более активно. Развитие противоаварийного управления позволяет обеспечить максимально полное использование пропускной способности имеющегося электросетевого комплекса и расширить область допустимых режимов работы энергосистем, повышая надежность и экономичность функционирования ЕЭС России и электроснабжения потребителей.

Из-за отличия (по структуре электрической сети и размещения генерирующих мощностей и крупных узлов нагрузки) большинства зарубежных энергосистем от Единой энергетической системы России развитие противоаварийного управления в зарубежных энергосистемах реализуется по другим направлениям и принципам. Основные усилия сетевых и системных операторов зарубежных энергосистем в области противоаварийного управления направлены на развитие алгоритмов и расширение функций некоторых локальных устройств противоаварийной автоматики (например, автоматики ограничения перегрузки оборудования), а также на разработку автоматизированных систем вос-

становления энергосистемы после ее полного погашения, которым посвящено значительное количество публикаций и докладов на сессиях CIGRE.

В зарубежной электроэнергетике в настоящее время большое внимание уделяется внедрению распределенной генерации и возобновляемых источников энергии. Интеграция подобных источников электрической энергии в энергосистемы предполагает необходимость решения многочисленных вопросов в области планирования электроэнергетических режимов работы энергосистем и оперативного

управлении ими. Ввиду все более возрастающего объема распределенной генерации в зарубежных энергосистемах, а также генерации, режим работы которой существенным образом зависит от погодных условий (ветровые и солнечные электростанции), указанные вопросы приобретают все большую актуальность, в связи с чем исследования в данном направлении в зарубежных энергосистемах также довольно активны и многочисленны.

Доля подобных источников электроэнергии в российском электроэнергетическом секторе по отношению к традиционным видам генерации

весьма невелика, что в настоящее время свидетельствует о фактическом отсутствии актуальности внедрения соответствующих разработок в практику планирования и управления электроэнергетическими режимами функционирования энергосистем. Однако наметившаяся в последнее время тенденция свидетельствует о неуклонном развитии распределенной генерации в Единой энергетической системе России, что приводит к необходимости уже в настоящее время изучения мирового опыта и планирования использования лучших мировых разработок в отечественной электроэнергетике.

ХАРАКТЕРНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПОДКОМИТЕТА С2

Направление	Тенденции в России	Тенденции за рубежом
Развитие методов и средств противоаварийного управления	Активное развитие: Разработка новых алгоритмов централизованной системы противоаварийной автоматики. Разработка систем мониторинга запасов устойчивости. Развитие локального противоаварийного управления. Стандартизация в области противоаварийного управления.	Ограниченное развитие по отдельным направлениям: Ограниченное использование ресурсов и возможностей противоаварийного управления. Преимущественное применение локальных устройств противоаварийной автоматики, в основном направленных на ликвидацию перегрузки ЛЭП и оборудования.
Определение области допустимых режимов работы энергосистем	Практическое применение: Используются различные принципы определения области допустимых режимов работы энергосистем. Указанные принципы развиваются и реализуются независимо.	
Использование технологий Smart Grid	Стадия развития: Разработка концепции использования технологий Smart Grid на уровне системообразующей электрической сети (2011 г.). Начальная стадия реализации отдельных пилотных проектов.	Стадия активного развития и практического применения: Активно развивается в энергосистемах мира на уровне распределительной электрической сети и у конечных потребителей.
Изменения в подходах к планированию и управлению электроэнергетическими режимами из-за увеличения интеграции распределенной генерации и генерации с использованием возобновляемых источников энергии	Начальная стадия развития: Доля малой генерации и генерации с использованием возобновляемых источников энергии существенно меньше, чем в зарубежных энергосистемах. Имеются единичные проработки проблематики.	Стадия активного развития и практического применения: Децентрализация электроснабжения потребителей с развитием распределенной генерации имеет широкое применение. Существенная доля генерации с использованием возобновляемых источников энергии вызывает необходимость разработки особых методов прогнозирования и управления электроэнергетическим режимом энергосистем.

Таблица 1

Определение области допустимых режимов работы энергосистем в российской и зарубежной практике планирования и управления электроэнергетическими режимами работы энергосистем исторически осуществлялось с использованием различных подходов, одной из причин чего является различная структура указанных энергосистем. В ЕЭС России определение максимально допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях, определяющих границы области допустимых режимов работы энергосистем, осуществляется в соответствии с требованиями и критериями, установленными Методическими указаниями по устойчивости энергосистем, утвержденными приказом Министерства энергетики РФ от 30.06.2003 № 277.

В соответствии с требованиями указанного документа область допустимых режимов работы энергосистем определяется по шести критериям, основными из которых являются критерии обеспечения устойчивости (статической аперидической и динамической), а также условиями гарантированного поддержания допустимых значений параметров электроэнергетического режима как в нормальной (ремонтной) схеме, так и в послеаварийных режимах после нормативных возмущений.

В зарубежной практике определение области допустимых режимов работы энергосистем зачастую сводится к проверке существования режима и возможности реализации контрактных поставок

электроэнергии в вероятных послеаварийных режимах.

Учитывая изложенное, как показывает анализ интересов и достижений в научно-практической деятельности, идеологические принципы и программное обеспечение, принципы и подходы, применяемые для определения области допустимых режимов работы энергосистем в российской и зарубежной практике, довольно сильно различаются.

Что касается применения практик и технологий Smart Grid, то в данной области российская и зарубежная электроэнергетики в настоящее время также развиваются по различным направлениям. В европейской практике, а также в практике энергоси-



стем ряда иных стран Smart Grid являются технологиями, которые применяются на уровне конечных потребителей и распределительной электрической сети, обеспечивая активное участие потребителей в создании оптимальных условий функционирования энергосистемы. В то же время в российской практике сделана попытка (на уровне разработанной концепции) применить основополагающие принципы и технологии Smart Grid для системообразующей электрической сети. В условиях практически полного отсутствия мирового опыта такого применения указанных технологий осуществляется реализация начальных этапов немногочисленных пилотных проектов, по итогам которых может быть сделан вывод об эффективности данного подхода.

Таким образом, основные тренды в развитии современной электроэнергетики России и зарубежных стран имеют общие точки соприкосновения, а ряд направлений находится на различных стадиях развития, в связи с чем тесное взаимодействие научного сообщества в области электроэнергетики России и зарубежных стран необходимо, является эффективным и будет приносить практические результаты.

ПЛАНИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Подкомитет С2 осуществляет функционирование в соответствии с разработанными планами научнотехнической деятельности. Согласно плану научнотехнической деятельности Подкомитета С2 в 2015 г. было запланировано выполнение мероприятий по следующим основным направлениям:

- содействие участию российских ученых и спе-

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОАО «СО ЕЭС»

ОАО «СО ЕЭС» — специализированная организация, единолично осуществляющая централизованное оперативно-диспетчерское управление в Единой энергетической системе России. Является важнейшим институтом инфраструктуры российской электроэнергетики, деятельность которого составляет технологическую основу функционирования ЕЭС России.

В процессе своей деятельности ОАО «СО ЕЭС» решает три основные группы задач:

- управление технологическими режимами работы объектов ЕЭС России в реальном времени;
- обеспечение перспективного развития ЕЭС России;
- обеспечение единства и эффективной работы технологических механизмов оптового и розничных рынков электрической энергии и мощности.

ОАО «СО ЕЭС» осуществляет:

- управление технологическими режимами работы объектов электроэнергетики в порядке, устанавливаемом основными положениями функционирования оптового рынка и правилами оптового рынка, утверждаемыми Правительством РФ с соблюдением установленных параметров надежности функционирования ЕЭС России и качества электрической энергии;
- регулирование частоты электрического тока, обеспечение функционирования системы автоматического регулирования частоты и перетоков активной мощности, режимной и противоаварийной автоматики;
- организацию деятельности по прогнозированию объема производства и потребления в сфере электроэнергетики, прогнозирование объема производства и потребления в сфере электроэнергетики и участие в процессе формирования резерва производственных энергетических мощностей;
- согласование вывода в ремонт и из эксплуатации объектов электросетевого хозяйства и энергетических объектов по производству электрической энергии, а также ввода их после ремонта и в эксплуатацию;
- выдачу субъектам электроэнергетики и потребителям электрической энергии обязательных для исполнения диспетчерских команд и распоряжений, связанных с осуществлением функций системного оператора;
- разработку оптимальных суточных графиков работы электростанций Единой энергетической системы России;
- организацию и управление режимами параллельной работы российской электроэнергетической системы и электроэнергетических систем иностранных государств;
- участие в формировании и выдаче технологических требований при присоединении субъектов электроэнергетики к единой национальной (общероссийской) электрической сети и территориальным распределительным сетям, обеспечивающих их работу в составе Единой энергетической системы России.

- специалистов в международном научно-техническом обмене по линии CIGRE;
- содействие научно-техническому обмену по тематике Study Committee C2 «System Operation and Control» в России и развитие коммуникаций в российском профессиональном сообществе по актуальным научно-техническим вопросам функционирования и управления электроэнергетическими режимами работы энергосистем;
- участие в разработке и реализации проектов по сбережению и развитию образовательного и научно-исследовательского потенциала профильных российских технических вузов;
- информационно-издательская деятельность.

В соответствии с этими направлениями члены РНК СИГРЭ, а также ученые, эксперты, научные работники и сотрудники различных энергокомпаний, осуществляющие разработки в предметной области Подкомитета С2, принимали участие в ряде официальных мероприятий, в том числе в работе:

- Пятой Международной научно-технической конференции «Современные направления развития систем релейной защиты и автоматики энергосистем»;
- Шестой международной научно-технической конференции «Электроэнергетика глазами молодежи»;
- 87-м заседании Международного научного семинара им. Ю.Н. Руденко

«Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики» на тему «Актуальные проблемы надежности систем энергетики» и ряда других.

В рамках участия представителей России в международном научно-техническом обмене по линии CIGRE (Study Committee C2 «System Operation and Control») на заседании Технического комитета РНК СИГРЭ были отобраны четыре доклада для их представления на 46-й сессии CIGRE. По результатам их рассмотрения в центральном офисе CIGRE два из них были одобрены к представлению на сессии:

- «Система мониторинга запаса устойчивости энергосистемы» (Жуков А.В., Сацук Е.И. (ОАО «СО ЕЭС»), Лисицын А.А., Кац П.Я., Эдлин М.А. (ОАО «НТЦ ЕЭС»));
- «Повышение эффективности управления электроэнергетическим режимом энергосистем с учетом факторов, влияющих на пропускную способность электрических сетей» (Дьячков В.А., Репина Е.А. (ОАО «СО ЕЭС»)).

На 5-й Международной научно-технической конференции «Современные направления развития систем релейной защиты и автоматики энергосистем» участниками был представлен широкий спектр докладов по различным направлениям, связанным с тематикой С2. На конференции в том числе были обсуждены:

- основные тенденции и вопросы в области

- противоаварийного и режимного управления;
- основные направления повышения эффективности и надежности функционирования энергосистем;
- применение новых алгоритмов и технологий при организации противоаварийного и режимного управления.

Таким образом, по результатам участия Подкомитета С2 в данной конференции была получена информация о современных достижениях и основных направлениях развития технологий и алгоритмов противоаварийного управления, в том числе в части результатов их практического применения, в целях повышения надежности функционирования энергосистем и управления электроэнергетическим режимом работы энергосистем.

На VI-й международной научно-технической конференции «Электроэнергетика глазами молодежи» молодыми специалистами, специализирующимися в области функционирования и управления электроэнергетическими режимами работы энергосистем, было представлено более 40 докладов по тематике С2. В рамках всестороннего обсуждения представленных докладов подробно рассмотрены наиболее интересные и имеющие практическое применение результаты исследований, достижений и направлений в развитии технологий и алгоритмов противоаварийного и режимного управления. Одним из основных результатов конференции стало то, что молодые специалисты получили дополнительный стимул и направление для продолжения собственных научных и практических изысканий, которые уже в ближайшем будущем могут принести положительный эффект для российской электроэнергетики.

Следует отдельно отметить, что в период подготовки к проведению VI-й международной научно-технической конференции «Электроэнергетика глазами молодежи» Подкомитетом С2 было организовано рассмотрение всех поступивших по тематике С2 докладов, их рецензирование и подготовка к представлению на научной секции «Моделирование и управление электроэнергетическими системами».

На 87-м заседании Международного научного семинара им. Ю.Н. Руденко «Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики» на тему «Актуальные проблемы надежности систем энергетики» были рассмотрены актуальные вопросы и задачи по обеспечению надежности функционирования энергосистем, а также применяемые инновационные технологии, используемые при планировании и управлении электроэнергетическим режимом энергосистем. Кроме того, рядом авторов были представлены новые методы и информационные технологии, использование которых представляется эффективным в целях обеспечения надежности энергосистем, тенденции и направления повышения надежности функционирования энергосистем на основе современных достижений и опыта, накопленного ведущими мировыми экспертами и российскими специалистами.

Подкомитетом С2 проведен исчерпывающий анализ представленных докладов, результаты которого будут использованы при организации и реализации научно-технического взаимодействия по тематике С2.

В целях организации эффективного обмена актуальной научно-технической информацией по тематике С2 в 2015 г. на сайте РНК СИГРЭ создана отдельная тематическая веб-страница Подкомитета С2

ЧЛЕНСТВО В ПОДКОМИТЕТЕ С2

Участие в научно-технической деятельности РНК СИГРЭ посредством работы в Подкомитете С2 предполагает, что член РНК СИГРЭ, имеющий профессиональные научные (информационные, производственные, иные) интересы по тематическому направлению Подкомитета С2:

- планирует свою научно-техническую активность во взаимодействии с Подкомитетом С2, в том числе ежегодно составляет индивидуальный план сотрудничества с РНК СИГРЭ;
- принимает участие в мероприятиях (событиях, научно-технических работах, исследованиях, др.) по тематическому направлению С2 в течение планируемого периода в соответствии с количественными и качественными показателями (параметрами) индивидуальной активности, предусмотренными планом сотрудничества с Подкомитетом С2;
- предоставляет в Подкомитет С2 отчетную информацию о своей научно-технической деятельности, включающую в том числе вид и форму участия в мероприятиях, результаты участия в указанных мероприятиях, состояние работ и исследований, достигнутый результат и иную информацию, рассматривая подобный информационный обмен в качестве средства информирования профессионального сообщества о полученных результатах работ.

(http://www.cigre.ru/research_committees/ik_rus/c2_rus/), на которой публикуются информационные сообщения и материалы обо всех важных событиях деятельности Подкомитета С2, а также еженедельные обзоры о деятельности зарубежных системных и сетевых операторов.

В рамках информационно-издательской деятельности Подкомитет С2 оказывает содействие в публикациях статей и материалов по тематике С2 в специализированных отраслевых журналах и изданиях.

В частности, в журнале «Электрические станции» (2015, № 11) опубликованы следующие статьи:

- «Система контроля текущего электрического режима энергосистемы по условиям статической и динамической устойчивости» (Кац П.Я.,

- Лисицын А.А., Сацук Е.И., Фролов О.В., Эдлин М.А.); «Планирование режимов работы энергосистем на основе методов многокритериальной оптимизации» (Коровкин Н.В., Одинцов М.В., Фролов О.В.); «Алгоритм выбора управляющих воздействий по условиям обеспечения динамической устойчивости в ЦСПА нового поколения» (Лисицын А.А., Эдлин М.А.).

Подкомитет С2 приглашает индивидуальных и коллективных членов РНК СИГРЭ, а также иных физических или юридических лиц, не являющихся членами РНК СИГРЭ, имеющих профессиональные научные (информационные, производственные, иные) интересы по тематике С2, к участию в работе подкомитета.