

РАЗВИТИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ БУДУЩЕГО

АВТОРЫ:

А.В. ИВАНОВ,
ФГУП «ВНИИНМАШ»/
РОССТАНДАРТ

Ю.Н. КУЧЕРОВ,
Д.Т.Н.,
ФГУП «ВНИИНМАШ»/
РОССТАНДАРТ

В.М. САМКОВ,
К.Т.Н.,
ФГУП «ВНИИНМАШ»/
РОССТАНДАРТ

Д.А. КОРЕВ,
АО «РВК»

Стандартизации новых технологий в электроэнергетике уделяется огромное внимание в ведущих международных и региональных организациях.

В современной России активно развиваются процессы интеграции в электроэнергетику все новых и новых технологий. Эти процессы оказывают существенное влияние в первую очередь на распределительные электрические сети, переводя их на новый

качественный уровень развития и функционирования. Большое значение в трансфере новых технологий имеют стандартизация и подтверждение соответствия. Международный опыт в этой области является весьма полезным для отечественной электроэнергетики.

Ключевые слова: новые технологии; системы электроснабжения; распределенная генерация; электротранспорт; системы накопления; мультимикро-ЭЭС; агрегаторы; гибкие сети; стандартизация.



ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время значительная группа новых технологий, видов электротехнического оборудования и материалов, новых энергетических источников и систем управления в странах с развитой экономикой формирует новые тренды развития систем электроснабжения будущего [1, 2]. Важнейшим элементом данного развития является «цифровизация». Примером всеобщей «цифровизации» может служить проводимая в России политика формирования экосистемы экономики, основанной на глубоком внедрении информационных технологий [3]. Данное направление в последние годы активно поддерживается рядом национальных проектов в энергетике, деятельностью в рамках Национальной технологической инициативы (НТИ) и Дорожной карты «Энерджинет». По мнению Клауса Шваба, президента ВЭФ, мир вошел в эпоху формирования нового технологического уклада и четвертой промышленной революции [4] с вовлечением в этот процесс все большего количества стран и секторов экономики. СИГРЭ сформировало свою позицию по стратегии развития электрических сетей/систем электроснабжения будущего [5]. Ключевым моментом этой позиции является нахождение путей достижения гармоничного сочетания объектов традиционной (большой) и распределенной (малой) энергетики.

В мире проводится активный анализ системных вызовов и глобальных трендов с формированием позиций ведущих международных и региональных организаций — СИГРЭ (CIRGE), МЭК (IEC), ИСО (ISO), МСЭ (ITU), ИИЭЭ (IEEE), ЕКС-СЕНЕЛЕК (CEN-CENELEC) — по направлениям развития систем электроснабжения будущего, что отражается в инновационной политике глобальных компаний, реализации все более

масштабных инновационных проектов, консолидирующих множество участников, развитии нормативно-правовых и рыночных механизмов поддержки и др.

В электроэнергетике активно развиваются «интеллектуальные» технологии, все более приближенные к потребителю, которые не только формируют новый образ энергосистем, таких как Smart Grid, но и интегрируются с другими структурами обеспечения жизнедеятельности человека, такими как транспорт, системы тепло-газо-водоснабжения, «умные» дома, предприятия и города в целом [1, 6, 7].

Масштабное развитие идет с уровня потребителей, отвечая на главные вызовы — обеспечение безопасности, надежности, необходимого качества и эффективности электроснабжения, и в конечном итоге обеспечивая получение свободного доступа к электрической энергии, быстрое и гибкое подключение к сетям общего пользования.

Потенциал такого развития огромен и уже оказывает значительное влияние на общество и давление на сектор традиционной энергетики, как это происходит в Германии.

Применяемые и разрабатываемые новые технологии и оборудование требуют тщательного анализа их совместимости как между собой, так и с существующими системами электроснабжения, системами связи и управления в ЭЭС.

Передовые практики обуславливают необходимость решения целого ряда задач по развитию систем электроснабжения с учетом новых вызовов. Для этих целей необходимо использовать самый передовой международный опыт по стандартизации в инновационной сфере, направленный именно на обеспечение функциональной и информационной

совместимости новых технологий и оборудования как между собой, так и с технологиями традиционной электроэнергетики.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ БУДУЩЕГО

Приведенный выше подход сопряжен с решением ряда принципиально новых системных задач, которые ранее не выходили на первый план и не играли решающей роли в обеспечении надежного и безопасного электроснабжения, в числе которых:

- множество технологических достижений промышленного характера в потребительском секторе, интегрируемых в неадаптированную для этого систему электроснабжения, в том числе интеграция распределенной генерации разного типа в сеть общего пользования [8] (здесь под распределенной генерацией в соответствии с терминологией СИГРЭ понимаются генерирующие источники, а также накопители электроэнергии, которые могут быть включены для работы в распределительную электрическую сеть), вывод потребителей на рынок системных услуг, автоматизация зданий;
- новая парадигма развития распределительных сетей, в том числе предусматривающая двухстороннюю передачу электрической энергии как потребителю из сети, так и от него в сеть,

- высокий уровень наблюдаемости и управляемости, режимы микро- и мульти-микроЭЭС и др.;
- постоянно растущие требования к качеству и надежности электроснабжения и оказываемых услуг в данной сфере;
 - растущее множество потребителей нового поколения: высокотехнологичное производство, системы жизнеобеспечения, уникальные здания, центры обработки данных (ЦОД) и другие потребители, требующие особых условий подключения;
 - резко возрастающее количество новых и достаточное мелких в традиционном понимании объектов генерации и активных потребителей (просьюмеры, электротранспорт, накопители энергии), в том числе конечных потребителей,

- связанных с сетью общего пользования, которые в определенной степени должны быть наблюдаемыми и управляемыми;
- значительные массивы данных, которые невозможно полностью обработать и передать традиционными способами, что приводит к необходимости принятия оперативных решений в автоматизированном виде на распределенной основе;
 - развитие универсальной системы связи от бытовых сетей до центров диспетчерского управления верхнего уровня, основанной на единых моделях данных;
 - новые энерготехнологии и системы управления, отличающиеся достаточно легкой масштабируемостью и многофункциональ-

ностью, что позволяет получать синергетический эффект.

Особого внимания заслуживает процесс формирования новых объектов управления в ЭЭС [7], к которым, в частности, можно отнести: виртуальные электростанции, интегрирующие совокупность энергоисточников малой мощности, включая ВИЭ, на значительной территории [9, 10]; цифровые подстанции; гибкие распределительные электрические сети; агрегаторы [9–11]; микроЭЭС; системы накопления электроэнергии; электротранспортную инфраструктуру; энергетические хабы; сети электроснабжения «умных» домов и др.

Ввиду взаимосвязи и взаимовлияния в едином технологическом

процессе в составе энергосистемы всех электроустановок потребителей и оборудования электростанций и сетей принципиально важно для всех участников процесса придерживаться единых технических правил. Новое оборудование, объекты, технологии, пройдя стадию испытаний и ввода в эксплуатацию, не должны своей работой оказывать негативное влияние на другие объекты, снижать надежность ЭЭС или качество электрической энергии, быть в необходимом объеме наблюдаемыми и управляемыми со стороны системного, сетевого и рыночного операторов.

Для таких объектов и процессов необходима системная деятельность по их интеграции в ЭЭС, технологическому присоединению к сети общего пользования, режимам работы, защита, созданию функциональных моделей, развитию методологии планирования и управления, прежде всего в сетях со значительной долей ВИЭ, проведению испытаний, обеспечению функциональной и информационной совместимости, развитию регулятивной среды.

В приложении приведены примеры целого ряда новых технологий для основных секторов ЭЭС, формирующих облик системы электроснабжения будущего. Данные технологии активно развиваются во всех секторах электроэнергетики, но особенно на стыке потребитель — электрическая сеть, что создает наибольший эффект вследствие снижения потерь электрической энергии, повышения надежности электроснабжения, приложения усилий многих новых заинтересованных лиц. Все большую роль в этом вопросе играют энергоисточники малой мощности разного типа, размещаемые в бытовых и коммунальных сетях, на низком и среднем напряжении, с возможностью выдачи избытка мощности в сеть общего пользования, а также информационно-коммуникационные

технологии (ICT) и новые технологии управления, включая интеллектуальные системы управления спросом (Demand Response).

Можно выделить важное обстоятельство применения целой группы технологий, которые имеют области функционального пересечения. При гармоничном применении новых технологий проявляется ощутимый синергетический эффект. Подтверждением этого являются следующие примеры:

- инверторы объектов в составе систем электроснабжения могут служить основой для построения распределенной системы регулирования;
- накопители электроэнергии разных объектов, как бытовых, сетевых, так и транспортных (мобильных), позволяют создать основу для построения «виртуальных» распределенных систем накопления (объектов нового типа), предоставляющих интегральные системные услуги;
- эффективное взаимодействие малых энергоисточников на стороне потребителей и электросетевых компаний и организация их работы в изолированном режиме микроЭЭС при выполнении функции электроснабжения выделенного района способны существенно повысить надежность и безопасность электроснабжения при аварийном разрыве связей с сетью общего пользования;
- интеллектуальные счетчики становятся основой интеллектуальных систем учета и управления энергопотреблением (AMI, АСКУЭ), в том числе с контролем надежности электроснабжения, качества электрической энергии, качества обслуживания; в то же время они являются интерфейсом для систем электроснабжения «умного» дома (здания — предприятия) на низовом уровне,

- связи с агрегаторами и оператором рынка на верхнем уровне. Эти же приборы рассматриваются как неотъемлемое звено в системе мер по существенному сокращению затрат на реализацию технологии обеспечения связи источников энергии домохозяйств различного типа с сетью общего пользования. К таким источникам могут быть отнесены фотоэлектрические панели, малые ВЭУ, топливные элементы, а также подключаемые к сети домовой накопитель энергии и бортовой накопитель электромобиля для двухстороннего обмена энергией как с сетью общего пользования (V2G), так и с домовой сетью (V2B);
- применение нового поколения коммутационной аппаратуры, универсальных сетей связи и моделей данных, информационно-коммуникационных платформ, датчиков, протоколов обмена данными позволяет выстроить процессы самодиагностики, автоматической реконфигурации оперативных схем подстанций и сетей в целом и восстановления электроснабжения в случаях его нарушения;
 - система измерений параметров электрического режима нового поколения (WAMS) дает возможность сформировать качественно новую модель энергосистемы и служить информационной основой для реализации задач превентивного управления нового уровня, позволяющих, в частности, предотвратить каскадные аварии в сложной ЭЭС и др.;
 - встроенные системы диагностики и мониторинга технического состояния оборудования позволяют выстроить эффективную систему ремонтов по состоянию и управлению производственными активами электрических сетей с учетом жизненного цикла в целом и др.

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА IECRE (МЭК ВИЭ)



Рис. 1

В настоящее время в мировой практике накоплен значительный опыт масштабного и комплексного внедрения новых технологий в системах электроснабжения, оказывающих все большее влияние на энергосистемы в целом.

Развитие и применение передового опыта стандартизации и подтверждения соответствия продукции значительно ускоряет процесс реализации и масштабирования инновационных проектов как на национальном, так и на зарубежных рынках. Рассмотрим данные процессы более подробно.

РАЗВИТИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРО- ЭНЕРГЕТИКЕ

Развитие новых энергетических и информационно-коммуникационных технологий, формирование новых объектов и систем управления, их интеграция в ЭЭС требуют решения сложных технических задач обеспечения их функциональной и информационной совместимости между собой и с технологиями традиционной электроэнергетики. Тем более это важно при развитии международного сотрудничества и торговли в электроэнергетике с созданием межгосударственных ЭЭС.

Регламентация данных направлений в зарубежной практике осуществляется путем разработки соответствующих международных стандартов МЭК и ИСО с привязкой

к конкретным группам оборудования и аспектам стандартизации. Стандарты разрабатываются на основе единых правил и процедур ИСО/МЭК с привлечением специалистов и экспертов всех заинтересованных стран — членов МЭК и ИСО, включая Россию. Применяются такие стандарты затем в соответствии с национальным законодательством. Разработанные стандарты активно применяются для целей подтверждения соответствия на международном уровне. В дальнейшем обеспечивается признание результатов работ по подтверждению соответствия в различных странах — членах международных систем сертификации МЭК [12]. В то же время необходимо отметить, что механизмы данного признания результатов реализуются на фоне различных подходов стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС) к решению разных проблем, в том числе по вопросам членства стран-участниц ЕАЭС в соответствующих международных системах подтверждения соответствия.

Россия имеет положительную практику применения документов по подтверждению соответствия в системах IECSE (низковольтное электрооборудование и электромагнитная совместимость), IECEx (электрооборудование для взрывоопасных сред) и IECQ (электронные компоненты), а также активно рассматривает перспективы участия в IECRE (оборудование возобновляемой энергетики). Организационная структура последней приведена на рис. 1 на с. 72. С учетом реализации в стране крупных проектов в области возобновляемой энергетики необходимо обеспечить членство в системе IECRE с дальнейшим развитием российской испытательной базы и компетенций сертификационных центров.

Одним из апробированных способов применения международных

систем подтверждения соответствия в России является разработка на их основе систем добровольной сертификации, функционирование которых позволит в дальнейшем оценить необходимость перехода на обязательное подтверждение соответствия. Для развития данного направления необходимо создать и развивать добровольную систему сертификации, зеркальную по отношению к IECRE, а также вести постоянную деятельность по поддержанию фонда стандартов на ВИЭ в актуальном и гармонизированном с МЭК состоянии. Эти цели можно обеспечить на основе активного участия энергокомпаний с учетом консолидации соответствующих ресурсов и компетенций. Полноправное членство России в МЭК во многом упрощает доступ к преимуществам, которые предоставляются системами сертификации на соответствие требованиям стандартов МЭК [13].

Данный подход, помимо содействия решению перечисленных выше задач, позволяет значительно снизить расходы производителей на подтверждение соответствия при выходе на национальные рынки и при поставках в различные страны — члены систем. При этом заинтересованные страны добровольно могут присоединяться к международным системам сертификации и работать в них. Данный опыт нашел широкое применение в системе технического регулирования в России [14, 15].

Международная стандартизация глубоко интегрирована в деятельность различных организаций и профессиональных сообществ. Например, в технических комитетах и рабочих группах СИГРЭ обобщаются знания о новых технологиях, условиях их применения в различных странах с выпуском технических брошюр (ТВ), на основании многих из которых разрабатываются документы

СОТРУДНИЧЕСТВО ВЕДУЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ В СФЕРЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

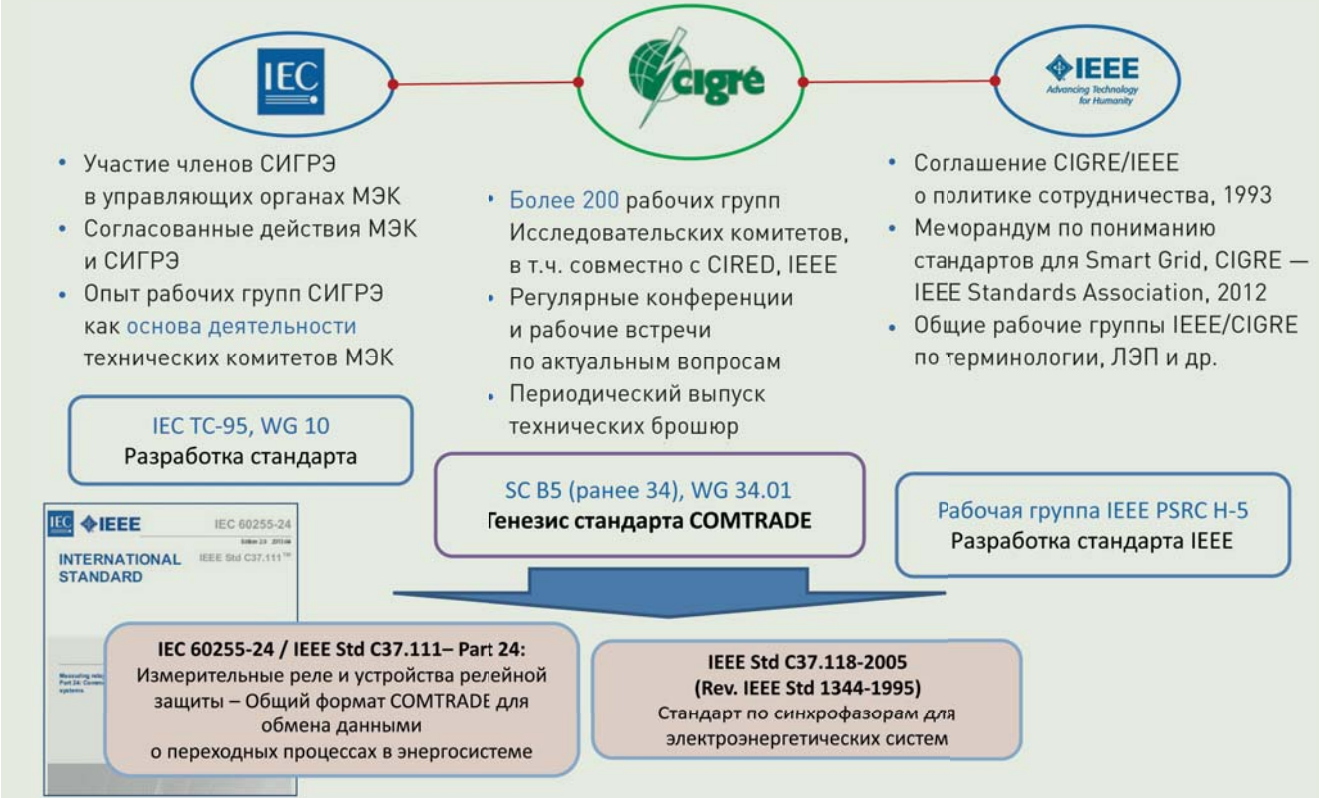


Рис. 2

по стандартизации, применяемые в дальнейшем в электроэнергетической отрасли. Зачастую данные документы по стандартизации выходят в нескольких организациях синхронно и имеют общие обозначения, терминологию, область применения и др. (рис. 2).

Следует подчеркнуть, что стандартизация на международном уровне ставит первоочередные задачи — унификацию подходов к разработке документов и консолидацию участников для наибольшего охвата стандартизуемых решений и технологий, как правило, на основе принципа консенсуса. Стандартизации новых технологий уделяется огромное вни-

мание в МЭК, ИСО, МСЭ, ИИЭЭ и др. В разработке стандартов принимают участие ведущие специалисты и эксперты как крупнейших мировых производителей оборудования, систем управления, разработчиков программного обеспечения, интеграторов, так и специалисты энергетических и инжиниринговых компаний, проектных институтов, технических университетов.

Можно выделить ведущую роль МЭК в стандартизации инновационных технологий, в рамках которой разработана и представлена дорожная карта стандартов в области Smart Grid и ее эталонной архитектуры

(рис. 3 на с. 76) [16; первая версия вышла еще в 2010 г.]. Данная архитектура интегрирует основные секторы энергосистемы и показывает развитие стандартов для обмена информацией на всех уровнях ЭЭС — от сетей низкого напряжения до операторов всех секторов, от электростанций до конечных потребителей, от рынков до технологических процессов.

Карта стандартов МЭК в области Smart Grid (рис. 3) направлена на стандартизацию инфраструктуры учета электроэнергии, связи и коммуникаций, автоматизации распределения электроэнергии, оборудования распределенных источников

энергии, систем управления распределением, управления спросом на электроэнергию, систем энергетического менеджмента, электро-транспорта, управляемых (гибких) систем передачи переменного тока, систем передачи электроэнергии постоянным током, автоматизацию подстанций, систем накопления электроэнергии, «умного» дома и др. При этом выделен целый ряд сквозных задач стандартизации, играющих связующую роль на горизонтальном уровне в таких сферах, как электромагнитная совместимость, качество электрической энергии, модели и обмен данными, информационно-коммуникационные

технологии, аутентификация, авторизация, синхронизация времени, системы учета, кибербезопасность, функциональная безопасность и др.

Спецификой деятельности МЭК является организация выпуска и сопровождение использования серий стандартов. В качестве примера можно выделить ряд основополагающих документов МЭК в области Smart Grid:

1. IEC/TR 62357 «Управление энергосистемами и связанный с ними обмен информацией (SA0)».
2. IEC 61850 «Системы автоматизации и сети связи на подстанциях».

3. IEC CIM 61968/61970 «Общая информационная модель — определяет интерфейсы для всей архитектуры взаимосвязей в системе управления электроснабжением, включая потребителей, выведенных на рынок, регулирование электропотребления, управление распределительными и магистральными сетями».
4. IEC 62351 «Безопасность данных и коммуникаций».
5. IEC 62056 «Обмен данными при измерении электрической энергии».
6. IEC 61508 «Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные

КАРТА СТАНДАРТОВ МЭК В ОБЛАСТИ SMART GRID [HTTP://WWW.SMARTGRIDSTANDARDSDMAP.COM]

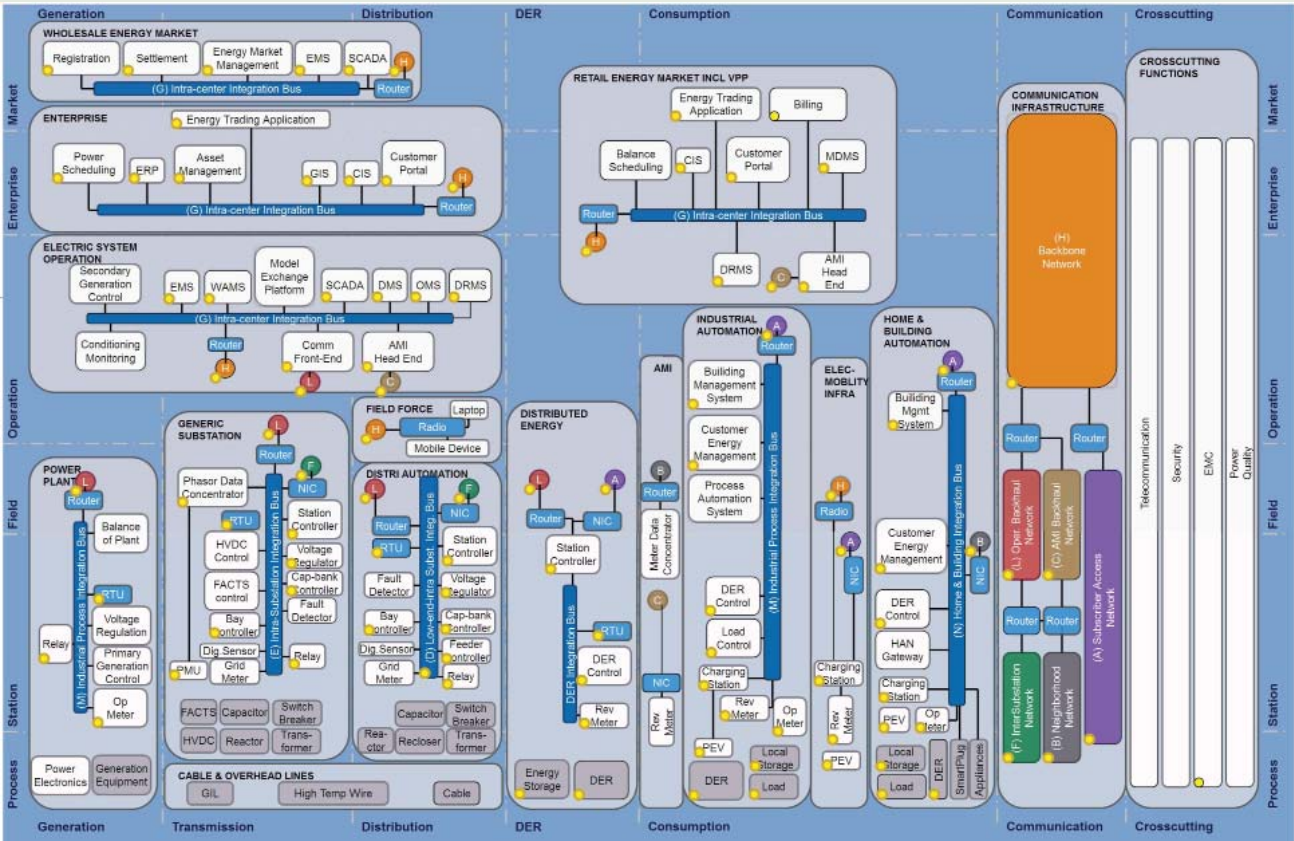


Рис. 3

УКРУПНЕННАЯ СТРУКТУРА ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ПОДСИСТЕМАМИ SMART GRID ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА (ПО ДАННЫМ ТК 57 МЭК)

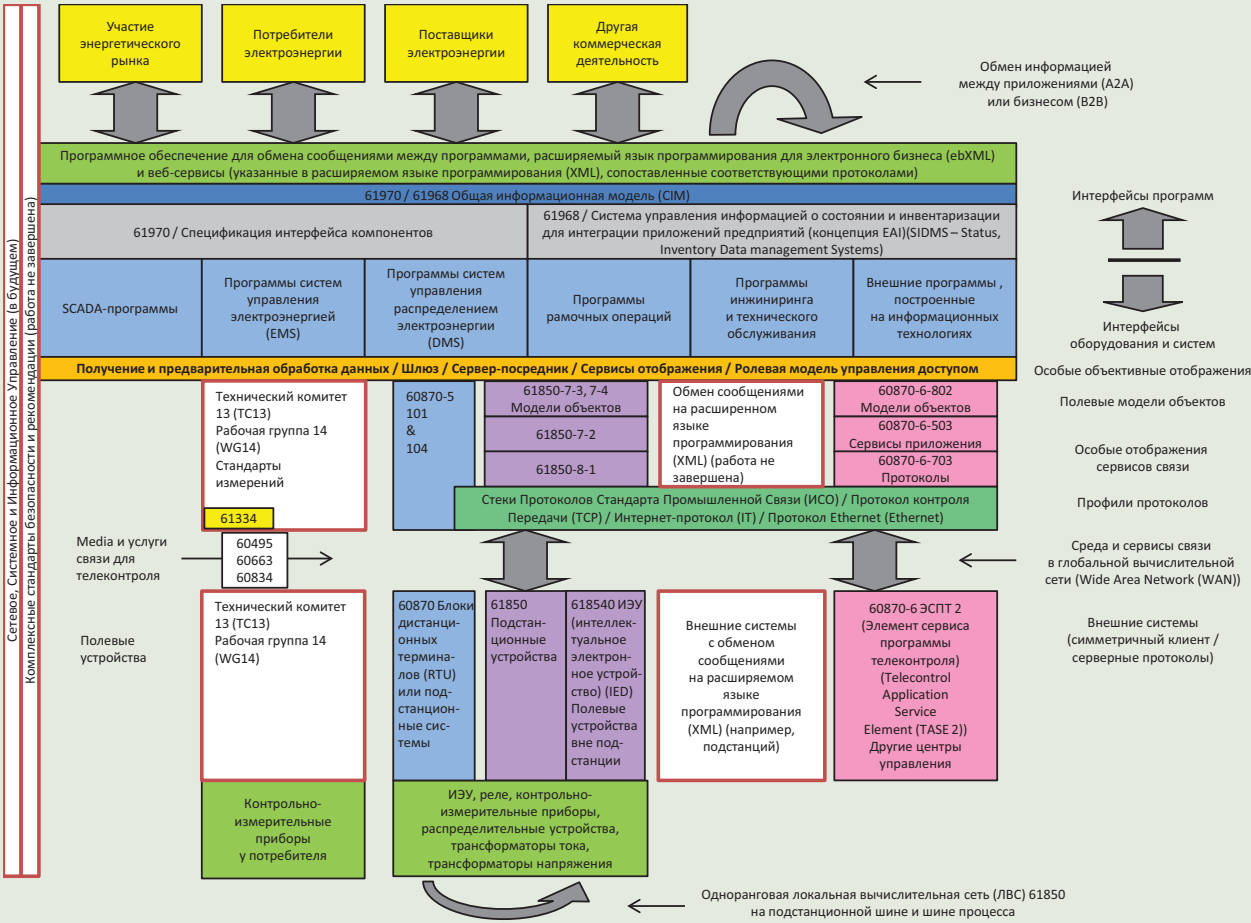


Рис. 4

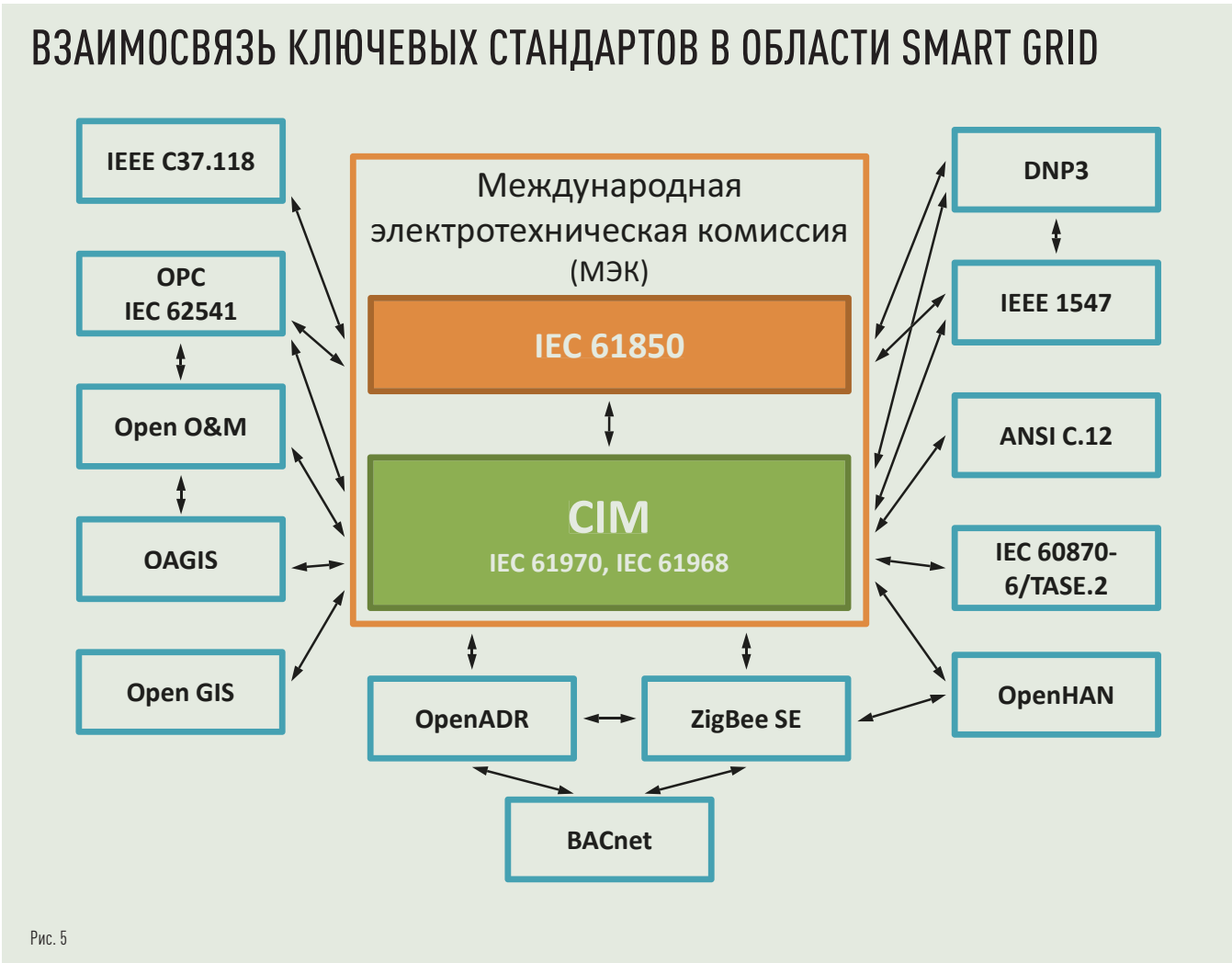
с функциональной безопасностью» и др.

Особое внимание в МЭК уделяется информационной совместимости всех сегментов интеллектуальных электрических сетей (рис. 4). Все преимущества применения данного подхода могут быть достигнуты только в том случае, если между устройствами беспрепятственно может осуществляться обмен данными и если все устройства подчиняются единой/общей информационной

модели (СИМ) и используются универсальные принципы и модели автоматического управления, а также протоколы обмена данными и связи, закладываемые в серию стандартов МЭК 61850. В целом это обеспечивается применением информационно-коммуникационных технологий (ICT).

Стандартизация в целях обеспечения безопасности функционирования оборудования энергосистемы является одной из приоритетных

задач МЭК. Реализация данной задачи осуществляется в тесном взаимодействии с ИСО в рамках совместного ТК по информационным технологиям, координации работ ряда ТК МЭК — ТК 57, 85 и др., а также с МСЭ. Реализация интеллектуальных электрических сетей приводит как к увеличению объемов информации между устройствами, так и к необходимости контроля и обеспечения безопасности обмена данными. Таким образом, кибербезопасность следует рассматривать



как важнейшее условие обеспечения надежности, эффективности и безотказной работы систем электроснабжения будущего.

Основной целью политики кибербезопасности является защита всех составляющих частей системы Smart Grid от любых видов опасности, таких как намеренные кибератаки, случайные ошибки, отказ оборудования, кража информации, природные и техногенные катастрофы. Эти риски в основном относятся к сфере IT и телекоммуникационной инфраструктуре. Для того чтобы достичь приемлемого уровня защиты данных, введение систем безопасности должно удовлетворять классическим

целям защиты, таким как соблюдение конфиденциальности, сохранности, доступности, безотказности и секретности, что обуславливает возникновение определенных проблем в развитии и быстром внедрении инновационных технологий в электроэнергетике.

Особое внимание защите данных должно быть уделено в процессах оперативно-диспетчерского и оперативно-технологического управления, выполняемых, как правило, в реальном времени. Коммуникация новых объектов управления малой мощности, подключаемых к сети общего пользования и агрегируемых для оказания системных услуг,

может нести значительные риски для сложившейся практики автоматического управления в ЭЭС в силу применения на низовом уровне протоколов интернета и технологий облачных вычислений. Потребуется более четкое разделение задач технологического и общего производственного управления в части используемых средств обработки и передачи данных в будущем.

Ключевые серии стандартов МЭК в области Smart Grid имеют тесную взаимосвязь с другими документами по стандартизации (рис. 5) таких организаций, как ANSI, NIST, EPRI, NERC, ISO, IEEE, OGC, OAGIS, OpenADR, Open O&M и др. При-

чем, ввиду все более широкого распространения стандартов МЭК на цифровые технологии, происходит взаимосвязанная трансформация стандартизации, а именно, внедряются технологии цифровых стандартов, разрабатываемых в машиночитаемом и машинопони-маемом формате. Данный подход требует специального рассмотрения для развития деятельности технических комитетов по стандартизации как на отраслевом, так и на национальном уровне в России.

В рамках МЭК работами по стандартизации технологий и оборудования в электроэнергетике занимается ряд технических комитетов, подкомитетов и рабочих групп по стандартизации (табл. 1 на с. 80). В ведущей группе ТК МЭК организуется работа по стандартизации традиционных технологий — ТК 2, 8, 11, 14, 17 и др. Комитеты могут образовывать подкомитеты высокого уровня «самостоятельности» (зачастую ведут другие страны) и множество рабочих групп по конкретным направлениям стандартизации. При организации работ особое внимание уделяется достижению консенсуса и механизмам обратной связи на этапе действия стандартов, что позволяет наилучшим образом учитывать опыт применения документов в отрасли и осуществлять их актуализацию. Для этой цели формируются группы по сопровождению конкретных документов (maintenance teams).

В табл. 1 также приведены информация о фонде стандартов и разрабатываемых документах и примеры наиболее значимых стандартов и серий стандартов МЭК в соответствующих ТК МЭК.

Задачи многих профильных комитетов МЭК для электроэнергетики России имеют инновационный характер, например, в таких сферах,

как интеграция в ЭЭС источников малой мощности (включая ВИЭ), накопление электроэнергии, электротранспорт, силовая электроника, техническая диагностика, системы измерения, интеллектуальные системы учета, управление качеством электроснабжения, автоматизация зданий, управление активами и др.

Особую роль в стандартизации технологий Smart Grid занимает ТК 57 МЭК (табл. 1). Это один из крупнейших технических комитетов МЭК, имеющий полувековую и плодотворную историю деятельности; членами комитета являются более 30 стран мира; возглавляет комитет представитель Франции (EDF), а секретариат ведет представитель Германии (Siemens). Важнейшими продуктами ТК 57 МЭК являются международные стандарты серий CIM, МЭК 61850, в том числе для специализированных систем управления — EMS, SCADA, OMS, DMS, AMI-коммуникаций и др., протоколы телеуправления, коммуникации на энергетических рынках, коммуникации для распределенных источников энергии (DER-MS), автоматизации зданий (H&B — MS), интерфейсы и протоколы обмена для новых объектов, кибербезопасность и др.

Инновационные направления в табл. 1 выделены цветом. Несмотря на то что в рамках деятельности ТК 016 «Электроэнергетика» проведена значительная работа по привлечению российских специалистов к работе в МЭК, к сожалению, участие экспертов со стороны российских компаний во многом не соответствует уровню проблем и задач, стоящих перед отраслью, тем более в области инновационного развития.

Кроме стандартов, в МЭК разрабатываются и другие документы по стандартизации, как правило,

Тест Электро

Научно-производственное предприятие

Приборы испытания, диагностики и обслуживания высоковольтного оборудования. Механические испытательные системы.

реклама

НПП «ТестЭлектро» специализируется на разработке и производстве электронных приборов для электроэнергетики, охватывающих широкий спектр диагностики в различных областях энергетики и радиоэлектроники. Основная продукция, производимая в «Тест-Электро», предназначена для испытания высоковольтных выключателей и его элементов.

При производстве электронных устройств применяются самые современные технологии на базе платформ крупнейших и известнейших мировых электробрендов, позволяющие создавать уникальное и высокотехнологичное оборудование. В числе последних разработок компании — система температурного контроля «Зной» и модули индикации мнемосхем «КРУ-Мнемо-3» и «КСО-Мнемо-3» для дистанционного мониторинга температуры и контроля напряжения.

г. Самара
тел.: +7 (846) 312-7361
e-mail: pochta@testelektro.ru
www.testelektro.ru

ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМИТЕТЫ МЭК В ОБЛАСТИ ИННОВАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Обозначение и наименование ТК МЭК	Примеры значимых стандартов IEC	Страна, ведущая ТК МЭК, фонд и проекты	Соответствующие ТК РФ
ТК 2 «Вращающиеся машины»	IEC 60034	Великобритания, 73 стандарта, 12 проектов	ТК 333 «Вращающиеся электрические машины»
ТК 8 «Общесистемные аспекты электро-снабжения»	IEC 60038, IEC 60059	Италия, 12 стандартов, 15 проектов	ТК 016 «Электроэнергетика»
ПК 8А «Системная интеграция возобновляемых источников энергии»	Проект IEC 63102, IEEE 1547	Китай, 3 проекта	ТК 016 «Электроэнергетика»
ТК 11 «Воздушные линии электропередачи»	IEC 60826	ЮАР, 11 стандартов, 2 проекта	ТК 016 «Электроэнергетика»
ТК 13 «Оборудование для измерения электроэнергии и регулирования на-грузки»	IEC 62051	Венгрия, 89 стандартов, 14 проектов	ТК 232 «Оборудование и аппаратура для измерения электроэнергии, электрических и электромагнитных величин»
ТК 14 «Силовые трансформаторы»	IEC 60076	Великобритания, 36 стандартов, 14 проектов	ТК 016 «Электроэнергетика»
ТК 17 «Коммутационная аппаратура и устройства управления» ПК 17А «Аппаратура (оборудование)»	IEC 62271 (КРУ, КРУЭ) IEC/IEEE 62271	Швеция, 76 стандартов, 14 проектов	ТК 016 «Электроэнергетика», ТК 331 «Низковольтная коммутационная аппаратура распределения, защиты, управления и сигнализации»
ТК 20 «Электрические кабели»	IEC 60055	Германия, 247 стандартов, 13 проектов	ТК 46 «Кабельные изделия»
ТК 22 «Системы и оборудование силовой электроники», в том числе ПК 22G — частотный электропривод и ПК 22Н — ИБП	IEC 61954, IEC 62040	Швейцария, 118 стандартов, 25 проектов	ТК 016 «Электроэнергетика», ТК 044 «Аккумуляторы и батареи»
ТК 38 «Измерительные трансформаторы»	IEC 61869	Италия, 21 стандарт, 19 проектов	ТК 016 «Электроэнергетика»
ТК 42 «Методы испытаний высоким напряжением»	IEC 60060	Канада, 14 стандартов, 3 проекта	ТК 016 «Электроэнергетика»
ТК 56 «Надежность»	IEC 60300 IEEE 1366-2012	Великобритания, 60 стандартов, 10 проектов	ТК 119 «Надежность в технике»
ТК 57 «Управление энергетическими системами и обмен информацией»	IEC 61850, IEC 61968 (CIM), IEC 61970	Германия, 176 стандартов, 62 проекта	ТК 016 «Электроэнергетика», ТК 022 «Информационные технологии»
ТК 64 «Электроустановки зданий и защита от поражений электрическим током»	IEC 60364	Германия, 80 стандартов, 24 проекта	ТК 337 «Электроустановки зданий»
ТК 69 «Электромобили и грузовые электрокары промышленного назначения»	IEC 61851	Бельгия, 20 стандартов, 24 проекта	ТК 056 «Дорожный транспорт», ТК 044 «Аккумуляторные батареи»
ТК 73 «Токи короткого замыкания»	IEC 60300, IEC 60909	Норвегия, 14 стандартов	ТК 016 «Электроэнергетика»

в случаях недостижения необходимого консенсуса или необходимости быстрого апробирования новых технологий и решений. К таким документам в первую очередь относятся технические условия (TS) и технические отчеты (TR), которые включают передовой опыт в отдельных областях и служат для дальнейшего применения в качестве основы разработки стандартов МЭК.

Активизация участия российской стороны в деятельности МЭК, а также в ИСО и СИГРЭ представляет огромный потенциал для освоения новых знаний, передовых практик и технологий в инновационной сфере, в том числе по вопросам информационной и функциональной совместимости и безопасности. Для этого имеются все необходимые условия.

Россия является полноправным членом МЭК и ИСО, имеет доступ к фонду стандартов, осуществляет взаимодействие с МЭК и ИСО через секретариаты РосИСО и РосМЭК, созданные на базе Росстандарта. Участие в СИГРЭ поддерживается на отраслевом уровне также через Российский национальный комитет (РНК) СИГРЭ.

Обозначение и наименование ТК МЭК	Примеры значимых стандартов IEC	Страна, ведущая ТК МЭК, фонд и проекты	Соответствующие ТК РФ
ТК 77 «Электромагнитная совместимость»	IEC 61000	Германия, 218 стандартов, 15 проектов	ТК 030 «Электромагнитная совместимость технических средств»
ТК 81 «Молниезащита»	IEC 62305	Италия, 17 стандартов, 5 проектов	ТК 337 «Электроустановки зданий», ТК 336 «Заземлители и заземляющие устройства»
ТК 82 «Солнечные фотоэлектрические энергосистемы»	IEC 60904, IEC 61215, IEC 61730,	США, 106 стандартов, 70 проектов	ТК 016 «Электроэнергетика»
ТК 85 «Аппаратура для измерения электрических и электромагнитных величин»	IEC 60051, IEC 61557, IEC 62586	Китай, 76 стандартов, 15 проектов	ТК 232 «Оборудование и аппаратура для измерения электроэнергии, электрических и электромагнитных величин»
ТК 88 «Системы генерации на основе энергии ветра»	IEC 61400	Дания, 32 стандарта, 25 проектов	ТК 016 «Электроэнергетика»
ТК 105 «Технологии топливных элементов»	IEC 62282	Германия, 19 стандартов, 10 проектов	ТК 044 «Аккумуляторы и аккумуляторные батареи»
ТК 113 «Нанотехнологии для электротехнической продукции и систем»	IEC 62607, ISO 80004	Германия, 33 стандарта, 53 проекта	ТК 441 «Нанотехнологии»
ТК 115 «Передача постоянного тока высокого напряжения (HVDC) для напряжения свыше 100 кВ»	IEC 62672, IEC 62978	Китай, 7 стандартов, 7 проектов	ТК 016 «Электроэнергетика»
РС 118 Пользовательский интерфейс интеллектуальных систем Smart Grid	IEC 62746 IEC 62939	Китай, 2 стандарта, 3 проекта	ТК 016 «Электроэнергетика»
ТК 120 «Системы аккумулирования энергии»	IEC 62933	Япония, 4 стандарта, 2 проекта	ТК 044 «Аккумуляторы и аккумуляторные батареи»
ТК 122 «Системы передачи переменного тока сверхвысокого напряжения»	IEC 63042	Япония, 1 стандарт, 3 проекта	ТК 016 «Электроэнергетика»
ТК 123 «Стандартизация управления активами в электроэнергетических системах»	—	Япония	ТК 016 «Электроэнергетика»
SyC LVDC «Постоянный ток низкого напряжения и доступ к постоянному току низкого напряжения»	—	Центральный офис МЭК	—
SyC Smart Cities «Умные города»	Проект IEC 63152, проект IEC 63188 (SCRAM)	Центральный офис МЭК, 2 проекта	—
SyC Smart Energy «Умная энергетика»	IEC 62559 (XML), IEC 63097 (ДК Smart Grid)	Центральный офис МЭК, 2 стандарта, 10 проектов	ТК 016 «Электроэнергетика»
ISO/IEC JTC 1 «Информационные технологии», в том числе кибербезопасность, ПК 38 — облачные вычисления, ПК 41 — интернет вещей, ПК 42 — искусственный интеллект	Стандарты на информационные технологии	Совместное ведение с ИСО 3159 стандартов, 26 проектов	ТК 022 «Информационные технологии», ТК 194 «Кибер-физические системы»

Таблица 1

ГЛОБАЛИЗАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЙ
И РЕШЕНИЙ НА ИХ
ОСНОВЕ

По новым направлениям инновационного развития в МЭК создаются системные комитеты и стра-

тегические группы. Особо можно выделить SyC Smart Energy «Умная энергетика» и SyC Smart Cities «Умные города». Главной задачей этих комитетов является обеспечение эффективной интеграции электрических сетей, газораспределительных систем, систем централизованного теплоснабжения и водоснабжения, транспортных систем и др. Системные комитеты

проводят всесторонние консультации в рамках МЭК и профессионального сообщества заинтересованных сторон. Осуществляется взаимодействие с техническими комитетами и подкомитетами ТК МЭК с целью использования единых подходов, реализации и продвижения «умных» технологий в сферах электротехнического оборудования, систем управления

и мониторинга в электроэнергетике, электронной, цифровой и информационной областях. Данная деятельность на национальном уровне многих стран — Китая, США, Японии, Индии, Бразилии, ЕС и др. — сопровождается формированием рабочих групп и программ по стандартизации интеллектуальных ЭЭС.

По стратегическим направлениям развития технологий и систем будущего в МЭК выпускаются концептуальные документы — белые книги [17–20], например: «умные» города, предприятия будущего, глобальная энергетическая взаимосвязь и др.

Хотя подобные масштабы развёртывания проектов очень амбициозны, в настоящее время такие технологии во многом малодоступны или находятся в стадии разработки. При этом технические трудности для крупномасштабной транс-континентальной или глобальной энергетической взаимосвязи будут обусловлены беспрецедентной степенью системной интеграции. Международные стандарты и спецификации станут незаменимой основой для разработки конкретных технических решений. Стандарты, особенно на системном уровне, будут способствовать развитию рынка оборудования, национальному и международному признанию, и будут играть стабилизирующую роль в проведении исследовательской деятельности, на основе которой создаются реальные рыночные возможности.

В контексте глобализации интеллектуальных сетей или интернета вещей (IoT — Internet of Things) важно отметить, что рынок интеллектуальных информационных технологий охватывает не только Smart Grid и входящие в ее архитектуру компоненты, но и такие направления жизнеобеспечения

человека, как здравоохранение, банкинг, образование, транспорт, торговля, общественная безопасность, экология, жилищный сектор, «умное» правительство и др., т.е. является центральным звеном обеспечения высокого уровня и качества жизни.

Выводы

1. Современный этап развития ЭЭС характеризуется масштабным применением целого ряда новых энергетических и информационно-коммуникационных технологий, приближенных к потребителю и создающих условия для нового уровня автоматизации в распределительных сетях, управления источниками распределенной генерации и электропотреблением.
2. Развитие ЭЭС определяет необходимость решения целого ряда новых задач управления функционированием нарастающего множества малых и агрегированных объектов, включая активных потребителей, обеспечения функциональной и технологической совместимости технологий и оборудования разных производителей для достижения надежной и качественной работы в составе ЭЭС.
3. Большое значение в трансфере новых технологий имеют стандартизация и подтверждение соответствия. Для обеспечения устойчивого инновационного развития систем электроснабжения будущего в России необходима активизация и усиление работ по стандартизации как на национальном и отраслевом уровнях, так и в форме участия экспертов по стандартизации от России в профильных технических комитетах МЭК.
4. Стандарты МЭК во многом носят для России инновационный характер и активно применяют-

ся для целей оценки безопасности продукции в соответствующих международных системах подтверждения соответствия (IECEE, IECEx, IECQ и IECRE). В дальнейшем обеспечивается признание результатов данных работ в странах, являющихся участниками систем, что позволяет сократить сроки трансфера технологий и снизить издержки. Для успешной реализации инновационной политики в электроэнергетике необходимо обеспечить членство России в системе IECRE с развитием российской испытательной базы и компетенций сертификационных центров.

5. Активное участие России в работах по стандартизации на международном и региональном уровнях (МЭК, ИСО, СИГРЭ, IEEE, CEN/CENELEC и др.) и применение международных и региональных стандартов у нас в стране с учетом отечественной специфики позволяет создать условия для развития электроэнергетической отрасли на основе применения наилучших зарубежных практик, а также способствует усилению позиций российских компаний на конкурентных рынках.

Литература

1. Инновационная электроэнергетика — 21 / Под ред. В.М. Батенина, В.В. Бушуева, Н.И. Воропаев. М.: ИЦ «Энергия», 2017.

2. Бухгольц Б.М., Стычински З.А. Smart Grids — основы и технологии энергосистем будущего. М.: Изд. дом МЭИ, 2017.

3. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. Распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р).

4. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: ЭКСМО, 2016.

5. Electricity Supply Systems of the Future / CIGRE WG “Network of the Future” // ELECTRA. June 2011. № 256.

6. Технологии и технические средства управления режимами электроэнергетических систем / Под ред. Ю.В. Шарова. М.: Инновационное машиностроение, 2017.

7. Кучеров Ю.Н., Иванов А.В., Березовский П.К. Обобщение тенденций развития систем электроснабжения будущего и механизмов стандартизации (передовая практика СИГРЭ и МЭК) / Smart Energy Summit. Москва, 27–28.03.2018.

8. Кучеров Ю.Н., Березовский П.К., Веселов Ф.В., Илюшин П.В. Анализ общих технических требований к объектам распределенной генерации при их интеграции в энергосистему // Электрические станции. 2016. № 3. С. 2–10.

9. TB 475 CIGRE: Demand Side Integration. WG C6.09, August 2011. Available at: www:e-cigre.org.

10. Next Kraftwerke. Available at: www:next-kraftwerke.com.

11. Концепция функционирования агрегаторов распределенных энергетических ресурсов в составе ЕЭС России. Агрегатор управления спросом на электроэнергию / АО «СО ЕЭС», версия 1.3, 18 мая 2018 г. Код доступа: www:so-ups.ru.

12. Кучеров Ю.Н., Самков В.М., Иванов А.В. О развитии стандартизации в электроэнергетике с учетом передовой практики МЭК. // Энергия единой сети. 2017. № 2 (31).

13. Иванов А.В., Кучеров Ю.Н., Самков В.М. Создание системы сертификации оборудования на основе возобновляемых источников энергии на соответствие стандартам Международной электротехнической комиссии (МЭК). // Электричество. 2018. № 2.

14. Иванов А.В., Кучеров Ю.Н., Самков В.М. Актуальные направления развития системы технического регулирования в России и Евразийском экономическом союзе. // Энергетическая политика. 2017. Вып. 2.

15. Иванов А.В., Кучеров Ю.Н., Самков В.М. Развитие системы технического регулирования и стандартизации в электроэнергетике. // Энергетическая политика. 2017. Вып. 6.

16. IEC TR 63097: 2017 Smart grid standardization roadmap. Edition 1.0. 2017.

17. IEC. White papers. Global energy interconnection. 2016.

18. IEC.White papers. Orchestrating infrastructure for sustainable Smart Cities. 2014.

19. IEC. White papers. Factory of the future. 2015.

20. IEC. White papers. Strategic asset management of power networks. 2015.

ПРИЛОЖЕНИЕ

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ФОРМИРУЮЩИЕ ОБЛИК ЭЭС БУДУЩЕГО

Сектор ЭЭС	Новые технологии
Силовое энергетическое и электротехническое оборудование	
Производство электроэнергии	– Парогазовые и пылеугольные энергоблоки высокой эффективности (КПД порядка 60 % и 48 % соответственно)
	– Ветроустановки, в том числе ветропарки большой установленной мощности (установки по 2–5 МВт и более, станции по несколько сотен МВт)
	– Солнечные электростанции (десятки и сотни МВт)
	– Установки распределенной генерации на стороне потребителя
	– Системы накопления энергии (СНЭ, BESS)
Преобразование и трансформация электроэнергии	– Подстанции нового поколения (закрытые, подземные, автоматизированные/цифровые)
	– Мощные транзисторы и тиристоры (IGBT, IGTC)
	– Тиристорные установки HVDC (мощностью до 9 ГВт на два полюса и напряжением до ± 800 кВ)
	– Транзисторные установки HVDC-Light (мощностью до 500 МВт и напряжением ± 200 кВ)
Передача электроэнергии	– Сухие трансформаторы
	– Комплексные распределительные устройства элегазовые (КРУЭ, GIS)
	– Новые электропроводящие и электроизоляционные материалы
	– Кабельные передачи постоянного тока с изоляцией из сшитого полиэтилена (мощностью более 1 ГВт)
	– ВЛ с высокотемпературными проводами повышенной нагрузочной способности (ACAR, AAAC)
	– Силовые коммутационные аппараты с высоким коммутационным ресурсом и номинальными параметрами (напряжение до 1200 кВ, токи короткого замыкания — 80 кА на высоком напряжении и 200 кА на генераторном)
	– Управляемые электропередачи (FACTS, VSC, UPFC)
	– Газоизолированные линии и трансформаторы
	– Кабели и токоограничивающие устройства на базе ВТСП

Сектор ЭЭС	Новые технологии
Распределительные сети	<div>– Реклоузеры</div> <div>– Адаптивная РЗА</div> <div>– Автоматическая реконфигурация ПС и сетей</div> <div>– Сети постоянного тока НН и СН</div> <div>– Интеграция электрозарядной инфраструктуры</div>
	<div>– Интеллектуальные бытовые приборы</div> <div>– Высокотехнологичное производство, ЦОДы, блокчейн-технологии и др.</div> <div>– Электротранспорт (EV), V2G, V2B</div> <div>– Накопители энергии</div> <div>– Интернет вещей (IoT)</div> <div>– Частотно-регулируемый электропривод</div> <div>– Инверторы</div> <div>– Интеллектуальные: дом, здание, предприятие, город</div>
Технологии управления	
Режимное и противоаварийное управление	<div>– Автоматические переключения и реконфигурация сети</div> <div>– Оценка надежности ЭЭС в оперативном режиме</div> <div>– Динамическая оценка состояния ЭЭС по данным синхронных векторных измерений (WAMS)</div> <div>– Глобальная система защиты и противоаварийного управления (WAMPAC)</div>
Управление потреблением электроэнергии	<div>– Системы интеллектуального учета (Advanced Metering Infrastructure, AMI)</div> <div>– Микроэнергосистема (microgrid)</div> <div>– Технологии «умный дом/офис»</div> <div>– Мониторинг надежности электроснабжения, качества электрической энергии и качества обслуживания</div>
Мониторинг состояния оборудования	<div>– Интеллектуальные устройства контроля и управления (Intelligent Electronic Device, IED)</div> <div>– Мониторинг и техническая диагностика оборудования</div> <div>– Управление производственными активами</div>
Информационно-коммуникационные технологии (ICT)	
Обработка и передача информации	<div>– Распределенные системы управления</div> <div>– Распределенные вычисления и облачные технологии</div> <div>– Технологии больших данных (BigData)</div> <div>– Мощные вычислительные машины</div> <div>– Быстрые каналы связи</div> <div>– Унифицированные протоколы обмена данными</div> <div>– Развитая сеть широкополосного доступа к Интернет, wi-fi, 5G, IoT, промышленный интернет</div> <div>– Кибербезопасность</div> <div>– Технологии распределенных реестров (блокчейн)</div>
Сервисы	<div>– Новые технологии проектирования (3D, 4D)</div> <div>– Виртуальное моделирование и прототипирование</div> <div>– Автоматизация цифровых процессов</div> <div>– Цифровая стандартизация</div>
Рынок	<div>– Интеллектуальные АСКУЭ</div> <div>– Применение технологий распределенных реестров</div> <div>– Смарт-контракты</div>

Таблица 2

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ
КОМПАНИЯ ЕДИНОЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ



ЭНЕРГИЯ ЕДИНОЙ СЕТИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

МЕДИАКИТ 2018

УЧРЕДИТЕЛЬ: ПАО «ФСК ЕЭС»
ИЗДАТЕЛЬ: АО «НТЦ ФСК ЕЭС»

+ 7 (495) 268-04-79 (доб. 104)
editor@ntc-power.ru



УМНЫЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

ЦЕЛЕВАЯ АУДИТОРИЯ

СЕТЕВЫЕ КОМПАНИИ
РОССЕТИ
ЛИЧНО В РУКИ
ФСК ЕЭС
ПРОИЗВОДИТЕЛИ ОБОРУДОВАНИЯ
СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ИНЖЕНЕРЫ
РУКОВОДИТЕЛИ
СПЕЦИАЛИСТЫ
МИНЭНЕРГО
МРСК
МЕНЕДЖЕРЫ
НИИ
РАН
ЭНЕРГОХОЛДИНГИ
ПМЭС
ЦЕЛЕВАЯ РАССЫЛКА
МОЛОДЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ
СТУДЕНТЫ
ПСТАВЩИКИ ОБОРУДОВАНИЯ
МЭС
ПРОЕКТИРОВЩИКИ
ГЛАВНЫЕ ИНЖЕНЕРЫ