

# РАЗВИТИЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЭС РОССИИ

АВТОРЫ:

ШУЛЬГИНОВ Н.Г.,  
К.Т.Н.  
ОАО «СО ЕЭС»

ПАВЛУШКО С.А.  
ОАО «СО ЕЭС»

КУЧЕРОВ Ю.Н.,  
Д.Т.Н.  
ОАО «СО ЕЭС»

МАЛЬЦАН З.С.  
ОАО «СО ЕЭС»

ФЕДОРОВ Ю.Г.  
ОАО «СО ЕЭС»

**О**собенность развития нормативного обеспечения технологической деятельности в электроэнергетике России связана с реформированием системы технического регулирования, реструктуризацией электроэнергетики. Все это осложняется появлением множества независимых субъектов, необходимостью адаптации к современ-

ными условиям существующей нормативно-технической базы, проблемами внедрения зарубежного оборудования и новых технологий. Одной из важнейших задач отечественной электроэнергетики является необходимость формирования целостной системы нормативно-технического обеспечения системной надежности ЭЭС России.

**Ключевые слова:** энергосистема, нормативное обеспечение, техническое регулирование, стандарты, надежность.

## ИЕРАРХИЯ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ



## ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Существующая нормативно-техническая база в электроэнергетике, сложившаяся во многом в период централизованного управления отраслью, основывается на обширном перечне распорядительных и нормативно-технических документов (НТД), наиболее важные из которых представлены в «Сборнике руководящих материалов Главтехуправления Минэнерго СССР» (1989 г.). В период деятельности РАО «ЕЭС России» в отрасли в основном была сохранена система нормативно-технического обеспечения. Реестр действовавших в электроэнергетике на 01.07.2003 г. НТД содержит 1761 документ, некоторые из которых были утверждены приказами Минэнерго России в 2003 г.

Однако статус большинства НТД (включая пересмотренные под титулом стандартов организации РАО «ЕЭС России», это около 180 документов) остается неопределенным как в связи с реорганизацией и ликвидацией РАО «ЕЭС России», так и ввиду особенностей системы технического регулирования, формируемой в Российской Федерации и Таможенном союзе.

Согласно Федеральному закону «О техническом регулировании» область регулирования технических регламентов ограничена требованиями безопасности продукции, а все документы в области стандартизации имеют добровольный статус. При этом вопросы обеспечения надежности и безопасности электроэнергетических систем и объектов электроэнергетики вообще выведены из сферы действия системы технического регулирования.

По тому же пути идет законодательство Таможенного союза. Создаваемая в нем система наднационального технического регулирования ориентирована на переход от ГОСТов к международным стандартам подтверждения качества товарной продукции. Основными целями принятия технических регламентов и иных документов по техническому регулированию в рамках Таможенного союза являются снятие технических барьеров в торговле и создание условий для обеспечения свободного обращения товаров на рынках государств – членов Таможенного союза. Не случайно и в Соглашении правительств государств – членов ЕврАзЭС от 25.01.2008 «О проведении согласованной политики в области технического регулирования, санитарных и фитосанитарных мер», и в Соглашении от 18.11.2010 «О единых принципах и правилах технического регулирования в Республике Беларусь, Республике Казахстан и Российской Федерации» речь идет исключительно об установлении требований к продукции и связанным с продукцией процессам.

Не менее остро в электроэнергетике стоит вопрос обновления нормативно-технической базы, унаследованной с дореформенного периода. Устаревшая база НТД требует пересмотра для приведения ее в соответствие с современным уровнем научно-технического прогресса и с учетом сложившейся структуры электроэнергетики [1].

С ликвидацией РАО «ЕЭС России» деятельность по разработке, сопровождению и актуализации отраслевых НТД продолжается в основном в крупных субъектах электроэнергетики, в том числе в ОАО «СО ЕЭС», и связана эта деятельность с регламентацией на уровне стандартов организаций. В то же время в электроэнергетике существует целый ряд задач нормативно-технического

### ИНФОРМАЦИЯ

## ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ РОССИИ

- Обретение генерирующими и сетевыми компаниями организационной самостоятельности существенно осложнило традиционные технологические связи.
- Экономический эффект работы рынка – минимизация стоимости, а не обеспечение надежности.
- Число аварий, имеющих системное значение, в т.ч. по причине отсутствия обязательных требований, не уменьшается.

регулирования, которые не могут быть полностью решены на уровне отдельных субъектов и требуют рассмотрения на отраслевом и национальном уровне. Проблема усложняется слабой межсубъектной координацией и отсутствием механизмов разработки общепромышленных нормативно-технических документов. Существующая система технического регулирования не способна решать вопросы обеспечения надежности и безопасности энергосистем и объектов электроэнергетики (рис. 1). Кроме того, внедрение зарубежного оборудования и новых технологий ставит новые вызовы в вопросах управления развитием и функционированием ЭЭС России [2].

## АСПЕКТЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРАВИЛ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ

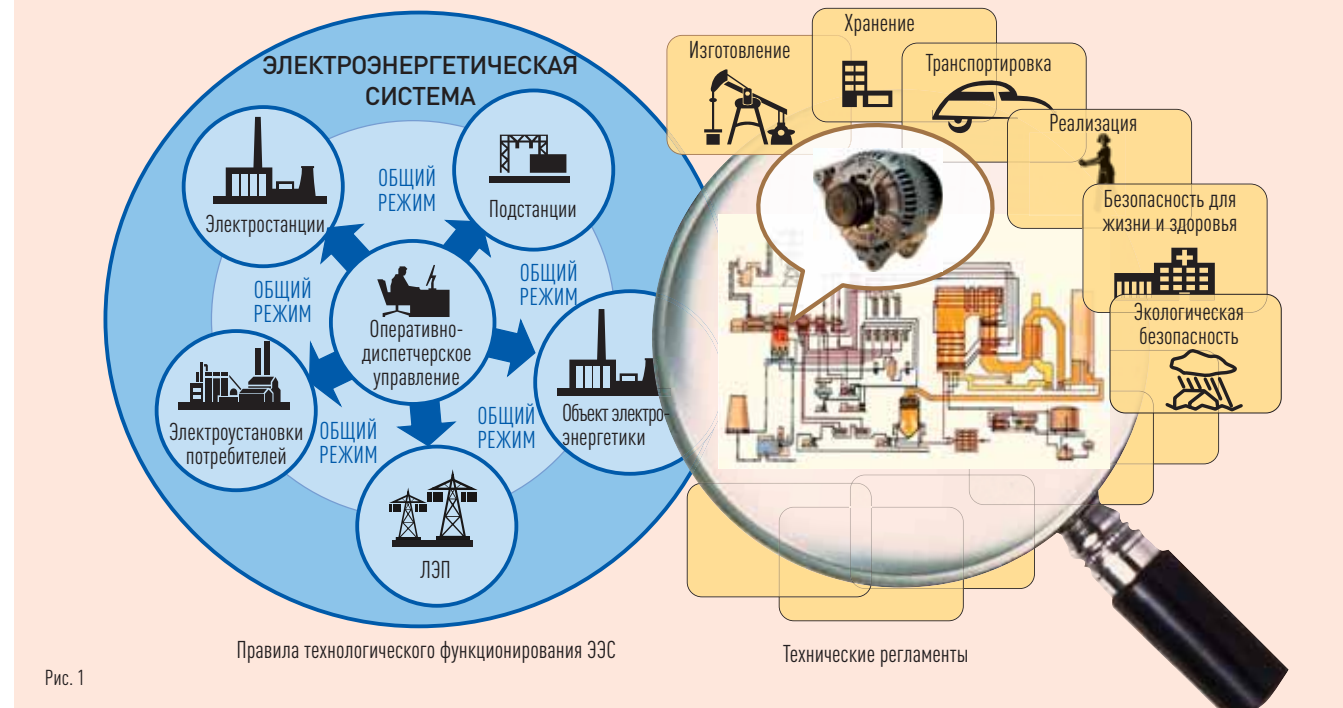


Рис. 1

В сложившихся условиях ОАО «СО ЕЭС» уделяет большое внимание задачам развития нормативно-обеспечения в технологической сфере электроэнергетики, где ЕЭС России являются базовым производственным звеном, требующим самостоятельной регламентации, и проводит работы по следующим направлениям:

- разработка и продвижение общесистемных требований к функционированию и развитию энергосистем;
- разработка и пересмотр стандартов ОАО «СО ЕЭС» по технологическим вопросам, а также рассмотрение стандартов других организаций отрасли и содействие их распространению;
- разработка национальных

стандартов Российской Федерации системного значения во взаимодействии с техническими комитетами по стандартизации Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт); согласование требований национальных стандартов РФ на оборудование объектов электроэнергетики с общесистемными требованиями к параметрам настройки режимной и противоаварийной автоматики;

– развитие системы добровольной сертификации оборудования объектов электроэнергетики в соответствии с требованиями стандартов ОАО «СО ЕЭС».

## РЕГЛАМЕНТАЦИЯ СИСТЕМНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ЕЭС РОССИИ

Необходимость скорейшего установления общеобязательных требований к электроэнергетической системе (ЭЭС) и входящим в ее состав объектам электроэнергетики, оборудованию и устройствам является задачей первоочередной важности по развитию базы НТД в электроэнергетике. Существует насущная потребность в принятии комплексного нормативного правового акта – **Правил технологического функционирования электроэнергетических систем** (далее – Правила). Такие Правила были разработаны в ОАО «СО ЕЭС» по поручению президента РФ по ре-

зультатам заседания президиума Госсовета РФ 11.03.2011 и в соответствии с поручением министра энергетики РФ. Правила разрабатывались в рамках экспертной рабочей группы с участием представителей Минэнерго России, широкого круга ведущих энергетических компаний, проектных и научно-исследовательских организаций отрасли.

В состав Правил включены минимально необходимые технические требования, принципы и условия совместной работы объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок потребителей в составе энергосистемы; требования к самим объектам электроэнергетики и энергопринимающим установкам потребителей, которые составляют основу ЭЭС; общие и специальные требования организационно-технического характера к субъектам электроэнергетики и потребителям электрической энергии; порядок и принципы взаимодействия субъектов отрасли и распределение обязанностей по их выполнению.

Правила должны стать фундаментом нормативно-технического регулирования и способствовать формированию единой технической политики в отрасли, что обеспечивается за счет комплексности и широты предмета регулирования Правил. Причем целый ряд требований являются новыми и ранее не были определены в НТД, а часть требований пересмотрена с учетом современного уровня развития техники и условий взаимодействия субъектов электроэнергетики.

В частности, в проекте Правил разработан специальный подраздел по системной надежности. Требования к созданию релейной защиты и автоматики, организации эксплуатации, выполнению расчетов и выбору параметров настройки соответствующих устройств собраны воедино с учетом обновления норм

более чем 60 действующих документов. Большинство требований подраздела по режимной автоматике актуализированы и впервые закреплены в качестве общеобязательных. Особое внимание уделено вопросам создания и модернизации систем технологического управления на смежных и иных технологически связанных объектах электроэнергетики (это так называемая проблема обратных концов).

Впервые на нормативном уровне в проекте Правил закреплены требования к организации параллельной работы ЕЭС России и электроэнергетических систем иностранных государств. Определены требования к организации и осуществлению оперативно-технологического управления, в том числе с учетом телеуправления. Актуализированы требования к организации переключений в электроустановках. Правила также определяют особенности технологического управления энергосистемой в условиях низких и высоких температур окружающего воздуха, в условиях режима высоких рисков нарушения электроснабжения, в период паводка, в вынужденных режимах. Впервые нормативно закреплены системные аспекты энергоснабжения крупных городов и мегаполисов и установлены системные требования к их энергоснабжению.

В ходе подготовки проекта Правил многие нормы и требования претерпели обобщение, комплексную переработку, что позволило поднять на качественно новый содержательный уровень и актуализировать нормы и требования с учетом сложившейся практики, анализа функционирования ЕЭС России и перспектив развития электроэнергетики в России, а также с учетом передового зарубежного опыта. Работа над проектом Правил велась более трех лет, документ прошел несколько стадий обсуждения и согласования

в профессиональном электроэнергетическом сообществе – с ведущими научно-исследовательскими, проектными организациями, заводами – изготовителями оборудования, электросетевыми и генерирующими компаниями, представителями потребителей электрической энергии. Более 20 организаций отрасли приняли участие в экспертизе тех или иных разделов Правил. В 2010–2011 гг. проект Правил неоднократно рассматривался на совместных заседаниях научного совета РАН по проблемам надежности и безопасности больших систем энергетики и научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС» [3–5] и получил всестороннее одобрение и поддержку. В 2013 г. Правила прошли согласование на площадке Минэнерго России и НП «Совет рынка» и были вынесены Минэнерго России на общественное обсуждение в форме проекта постановления Правительства РФ.

Помимо перечисленной выше работы, ОАО «СО ЕЭС» уделяет значительное внимание созданию системы отраслевых общеобязательных требований на уровне актов Минэнерго России. С учетом разнотипности и множественности вопросов, подлежащих регламентации в сфере электроэнергетики, необходимости дифференциации степени их проработки в зависимости от уровня нормативного регулирования и решаемых задач, наряду с принятием Правил представляется необходимым развитие в электроэнергетике **системы отраслевых обязательных требований**, принимаемых на уровне Минэнерго России. Данная работа включает в себя, в первую очередь, определение правового статуса НТД, проведение их ревизии в целях актуализации, пересмотра или отмены устаревших и др. С целью обеспечения возможности утверждения актуализированных НТД на отраслевом уровне инициировано внесение

изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике», направленных на наделение Минэнерго России полномочиями по установлению обязательных требований к объектам электроэнергетики и энергопринимающим установкам, входящим в их состав оборудованию и устройствам, устойчивости и надежности электроэнергетических систем и планированию их развития, требований к релейной защите и автоматике, включая противоаварийную и режимную автоматику, работе с персоналом в электроэнергетике и т. д.

В целом отмеченная проблематика неоднократно и широко обсуждалась научно-технической общественностью отрасли, в частности на секционных и пленарных заседаниях НП «НТС ЕЭС», на заседаниях различных координационных, межведомственных и рабочих групп и совещаниях, а предложения ОАО «СО ЕЭС» по ее решению получили поддержку всего отечественного энергетического сообщества. Соответствующие рекомендации в адрес федеральных органов власти даны протокольными решениями [5, 6].

## РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ ДЛЯ ЗАДАЧ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Технические правила и требования системного характера в электроэнергетике, обязательные для исполнения всеми субъектами отрасли, должны быть основой развития стандартизации при условии проведения взаимосогласованной технической политики в отрасли.

С принятием соответствующего Федерального закона «О стандартизации в РФ» стандартизация в электроэнергетике получит новый импульс к развитию [7, 8].

Стратегическими целями развития стандартизации в электроэнергетике являются:

- повышение роли стандартов, устанавливающих технические требования системного характера;
- гармонизация нормативных требований по функционированию ЭЭС, требований национальных стандартов Российской Федерации (ГОСТ Р) и технических требований к оборудованию и устройствам объектов электроэнергетики.

Принимая во внимание специфику нормотворческой деятельности, наряду с нормативными правовыми актами Правительства России и Минэнерго России, необходимы разработка и выпуск ГОСТ Р по общепромышленным вопросам в развитие положений нормативных документов верхнего уровня.

С целью создания системы требований к функционированию и развитию ЭЭС ОАО «СО ЕЭС» разрабатывает ряд ГОСТ Р **в новой серии «Единая энергетическая система и изолированная работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление»**. Данная работа ведется во взаимодействии с Росстандартом и Техническим комитетом по стандартизации ТК 007 «Системная надежность в электроэнергетике» (обновлен по инициативе ОАО «СО ЕЭС» в 2012 г.).

Разработан и готовится к выпуску комплекс ГОСТ Р системного значения по следующим задачам:

- автоматическое противоаварийное управление в ЭЭС (ГОСТ Р 55105–2012, введен в действие 01.07.2013);
- создание и эксплуатация релейной защиты и автоматики (ГОСТ Р 55438–2013, введен в действие 01.04.2014);
- переключения в электроустановках (ГОСТ Р 55608–2013, вводится в действие 01.07.2014);
- регулирование частоты электрического тока и перетоков активной мощности в ЭЭС России (ГОСТ Р 55890–2013, вводится в действие 01.09.2014);
- статическая и динамическая устойчивость ЭЭС;
- проектирование развития ЭЭС.

Разработка ГОСТ Р системного значения предваряется выпуском стандарта ОАО «СО ЕЭС», к которому в дальнейшем присоединяются генерирующие компании и сетевые организации, а затем на его базе готовится проект ГОСТ Р. Практика применения соглашения об использовании стандартов организаций и иных договорных форм присоединения к стандартам ОАО «СО ЕЭС» показала хороший результат. Такую практику следует развивать и в будущем. Данный механизм существенно облегчает согласование нормативных требований, позволяет в короткие сроки провести их практическую апробацию и сокращает срок подготовки проекта ГОСТ Р.

ОАО «СО ЕЭС» также активизирует работу в базовом отраслевом Техническом комитете по стандартизации «Электроэнергетика» (ТК 016). Предполагается формирование специального подкомитета по стандартизации в области электроэнергетических систем

## ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Помимо регламентации системных требований к ЭЭС России и входящим в ее состав объектам и установкам, российская электроэнергетика нуждается в институциональной поддержке требований общеобязательных НТД и стандартов на этапе их применения. Одним из механизмов такой поддержки является сертификация.

С целью расширения области применения обязательной сертификации ОАО «СО ЕЭС» планирует активно сотрудничать с Минэнерго России, Минпромторгом России, Росстандартом. Предполагается расширить единый перечень продукции (на национальном уровне и в рамках Таможенного союза), подлежащей обязательному подтверждению соответствия в части энергетического и электротехнического оборудования и систем автоматического управления объектами электроэнергетики.

В рамках развития **системы добровольной сертификации предполагается расширение области деятельности системы добровольной сертификации ОАО «СО ЕЭС»** (СДС «СО ЕЭС»), функционирующей с 2005 г. В настоящее время сертификация в СДС «СО ЕЭС» проводится в отношении энергоблоков тепловых электростанций и парогазовых установок с целью определения возможности их участия в нормированном первичном регулировании частоты электрического тока (НПРЧ) и автоматическом вторичном регулировании частоты электрического тока и перетоков активной мощности (АВРЧМ), энергоблоков атомных электростанций и гидроагрегатов гидравлических и гидроаккумулирующих электростанций – на участие

для решения системных вопросов стандартизации. Совместно с Росстандартом планируется разработать механизмы координации работ со смежными техническими комитетами. Область перспективного сотрудничества распространяется на более чем 30 технических комитетов, в том числе «Электрооборудование для передачи, преобразования и распределения электроэнергии» (ТК 037), «Оборудование энергетического стационарное» (ТК 244), «Газовые турбины» (ТК 414) и др.

Актуальной задачей является установление единых требований к частотному диапазону работы паросиловых, газотурбинных и парогазовых установок в составе ЭЭС. Действующие межгосударственные и национальные стандарты (ГОСТ 24278–89, ГОСТ 29328–92, ГОСТ Р 54403–2011, ГОСТ Р 55196–2012) по-разному нормируют условия работы турбинных установок при снижении частоты в ЭЭС. Такое рассогласование ставит под угрозу эффективность противоаварийного управления. Опыт внедрения парогазовых установок в ЭЭС России уже имеет примеры проблемных для эксплуатации и оперативно-диспетчерского управления энергообъектов. В целом данная проблема связана с закрытостью зарубежных автоматических систем управления технологическими процессами, которые не согласованы с настройками противоаварийной и режимной автоматики в ЭЭС России.

Следует отметить также проблемы согласования действующих и разрабатываемых стандартов в электроэнергетике в части понятийного аппарата (ГОСТ 19431–84, ГОСТ 21027–75, ГОСТ Р 53905–2010), требований к рабочему напряжению оборудования (ГОСТ 239322–92), требований по качеству электрической энергии (ГОСТ 32144–2013) и т. д.

в НПРЧ. В СДС «СО ЕЭС» также проводится сертификация автоматических регуляторов возбуждения (АРВ) сильного действия синхронных генераторов.

Функционирование СДС «СО ЕЭС» в указанной сфере позволило:

- организовать деятельность генерирующих компаний, инжиниринговых фирм и производителей оборудования;
- сформировать основы для процедуры оценки соответствия на рынке услуг по обеспечению системной надежности;
- повысить технический уровень эксплуатации сертифицированного оборудования объектов электроэнергетики, устройств противоаварийной и режимной автоматики и обеспечить их надежную работу в составе ЭЭС России.

Организация сертификации в СДС «СО ЕЭС» АРВ сильного действия синхронных генераторов стала важным шагом на пути обеспечения обязательного соответствия оборудования объектов электроэнергетики нормативным требованиям системного значения.

Проводимая в рамках указанной сертификации работа позволяет минимизировать случаи применения на электростанциях ЭЭС России АРВ, разработанных в соответствии с зарубежными стандартами, не соответствующих требованиям Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, Правил устройства электроустановок, межгосударственному стандарту ГОСТ 21588–2000, а также не содержащих базовых функций (например, релейной форсировки, блокировки

работы системного стабилизатора при небалансах активной мощности в ЭЭС и др.).

Дальнейшие планы развития СДС «СО ЭЭС» включают в себя сертификацию генерирующего оборудования тепловых электростанций на предмет возможности участия в автоматическом ограничении снижения частоты с принятыми в ЭЭС России параметрами настройки частотной делительной автоматики, а также сертификацию алгоритмов функционирования устройств автоматики ликвидации асинхронного режима.

ОАО «СО ЭЭС» также активно сотрудничает с НП «НТС ЭЭС» в решении научно-технических проблем развития системы стандартизации и по вопросам экспертизы отраслевых программных документов и НТД.

В рамках данного сотрудничества ОАО «СО ЭЭС» организована **секция «Техническое регулирование в электроэнергетике»** в составе научно-технической коллегии НП «НТС ЭЭС». В работе этой секции принимают участие субъекты электроэнергетики, ведущие проектные, эксплуатационные, научно-исследовательские и другие организации отрасли. На секции обсуждаются актуальные проблемы развития системы технического регулирования и стандартизации, проводится анализ передового отечественного и зарубежного опыта, рассматриваются проекты НТД, в том числе ГОСТ Р.

Работа секции предоставляет возможность для публичного обсуждения разрабатываемых техническими комитетами ТК 007 и ТК 016 стандартов, рассмотрения механизмов стандартизации в инновационной политике и актуальных предложений по развитию системы стандартизации в отрасли.

## ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РАЗВИТИЯ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

В ведущих зарубежных странах востребованы регламентации требований к работе энергосистем уделяется большое внимание. Учитывая интеграционные процессы в развитии регионального и международного экономического сотрудничества России с зарубежными странами в рамках Таможенного союза и Всемирной торговой организации, целесообразно обратить внимание на зарубежный опыт нормативного регулирования технологической деятельности в электроэнергетике.

Нормативная база в электроэнергетике ведущих западных стран традиционно развивается в контексте стратегических законодательных инициатив, установленных законодательными актами высокого уровня: директивами Европарламента (2005–2009 гг.) и постановлениями ЕС в рамках третьего законодательного пакета (2009 г.), законами федерального правительства и штатов США (2007–2009 гг.) [9, 10].

Основные цели такой деятельности состоят в:

- обеспечении энергетической безопасности;
- формировании условий для широкомасштабной конкуренции на рынках электроэнергии и системных услуг;
- поддержке развития нетрадиционной энергетики и внедрении современных информационных технологий;

– обеспечении высокого качества электроснабжения конечных потребителей.

Следует подчеркнуть, что нормативное регулирование в части функционирования и развития ЭЭС, подключения энергообъектов и работы оборудования в составе ЭЭС, взаимодействия субъектов и т. п. последовательно развивается в области регламентации как экономических, так и технических аспектов деятельности.

**В Европейском союзе** (ЕС) в рамках объединения системных операторов ENTSO-E и Ассоциации национальных регулирующих органов (ACER) с 2009 г. разрабатываются единые подходы и правила по техническим и экономическим вопросам обеспечения синхронной работы европейского энергообъединения и трансграничной торговли электроэнергией (таблица 1).

Согласно постановлению Европарламента 714/2009, в ENTSO-E ведется многолетняя программа по подготовке группы сетевых кодексов системного значения. Причем впервые национальным кодексам придается статус документов прямого действия, которые вступают в силу на 20-й день после публикации в официальном журнале ЕС и становятся обязательными во всех странах – членах ЕС. В настоящее время подобная обязательность нормативно-технических требований системного значения установлена в национальных законодательствах в виде ссылки на системный кодекс или в виде прямой регламентации технических требований, как это принято, например, во Франции на уровне постановлений правительства.

В отличие от действующего Эксплуатационного кодекса УСТЕ сфера регламентации новых кодексов расширена и охватывает следующие области: технические условия

## КОДЕКСЫ ENTSO-E

Кодексы присоединения к ЭЭС	Кодексы функционирования ЭЭС	Кодексы рынка
Требования по присоединению генерации (RfG)	Оперативная надежность (OS)	Распределение мощности и учет ограничений в сети (CACM)
Присоединение установок потребителей (DCC)	Оперативное планирование (OPS)	Балансирование электроэнергии (EB)
Присоединение установок постоянного тока (HVDC)	Регулирование частоты и резервы мощности (LFCR)	Перспективное распределение мощности (FCA)

Таблица 1

функционирования ЭЭС, требования на присоединение к ЭЭС и функционирование рынка электроэнергии.

В 2011–2012 гг. был подготовлен проект, проведено публичное обсуждение и представлен на утверждение регуляторов в ACER первый кодекс – Требования по присоединению генерации (RfG). В марте 2013 г. ACER приняла решение рекомендовать Еврокомиссии данный кодекс к окончательному утверждению.

Сетевой кодекс RfG содержит технические требования, предъявляемые к генерирующим установкам разной мощности – от малых установок мощностью свыше 0,8 кВт в распределительных сетях номинального напряжения ниже 110 кВ (тип А) до крупных установок в сетях 110 кВ и выше (тип D). Отдельные главы этого документа посвящены «энергоцентрам» (в т. ч. прибрежным), представляющим совокупность генерирующих установок, которые присоединены к ЭЭС средствами силовой электроники. Особое внимание при этом уделяется установкам малой и средней мощности, подключаемым к распределительным сетям. Последнее обусловлено существенным ростом распределенной генерации в ЕС, в т. ч. на базе возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Требования сетевого кодекса RfG охватывают следующие вопросы:

- устойчивость генерирующей установки к изменениям частоты электрического тока и участие в автоматическом регулировании частоты;
- устойчивость к длительным изменениям и кратковременному снижению напряжения, участие в регулировании напряжения и реактивной мощности;
- участие в восстановлении ЭЭС, в т. ч. подъем электростанции с нуля и работа в изолированном режиме;
- оснащенность автоматическими защитами и средствами измерения;
- моделирование установившихся и переходных режимов, в т. ч. наличие описаний моделей и формата данных, расчет величины токов КЗ и др.

Первоначально в проекте кодекса RfG предлагалось унифицировать требования для ЭЭС всех стран – членов ЕС, однако впоследствии был сохранен принцип дифференциации требований для энергообъединений – синхронных зон континентальной Европы (бывшее УСТЕ), Великобритании, Ирландии, Скандинавских стран и стран Балтии.

Отдельные разделы кодекса RfG посвящены процедурным вопросам уведомления о подключении и проведении соответствующих испытаний, а также контроля соблюдения установленных требований, что подчеркивает важность принципа обеспечения ответственности за соблюдение технических требований в ЕС.

В 2012–2013 гг. в ENTSO-E подготовлены также следующие кодексы, находящиеся на различных стадиях согласования:

- «Присоединение установок потребителей», «Распределение мощности и учет ограничений в сети» и «Регулирование частоты и резервы мощности» – рекомендованы ACER для окончательного утверждения Еврокомиссией;
- «Оперативная надежность», «Оперативное планирование» и «Перспективное распределение мощности» – представлены на рассмотрение в ACER;
- «Балансирование электроэнергии» и «Присоединение установок постоянного тока» – в процессе публичного обсуждения.

ИНФОРМАЦИЯ

## НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ЕВРОПЕ

### Третий энергетический пакет

- Функциональное выделение системных операторов.
- Установление национальных регуляторов в электроэнергетике.
- Общеевропейская кооперация (ACER, ENTSO-E).

### Системные кодексы ENTSO-E:

- разрабатываются специалистами национальных системных операторов;
- проходят публичное обсуждение с заинтересованными лицами с целью разъяснения положений и сближения позиций;
- рассматриваются и получают обязательное одобрение регуляторов (ACER);
- согласовываются генеральной дирекцией Еврокомиссии по энергетике (DG ENER);
- утверждаются Еврокомиссией как нормативно-правовые документы прямого действия.

Таким образом, обновление нормативно-технического обеспечения в ЕС осуществляется комплексно, при этом сохраняется принцип преемственности ранее действовавших требований с учетом их актуализации. В ходе гармонизации требований в рамках общих правил ЕС, тем не менее, остается возможность для учета специфики региональных ЭЭС и энергообъединений.

В группе кодексов ENTSO-E большое внимание уделяется вопросам технологического присоединения к ЭЭС, в т.ч. установок распределенной генерации малой мощности. Разработаны отдельные положения для привлечения активных потребителей к участию в управлении режимом ЭЭС. Усилена регламентация вопросов координации действий в нормальных и аварийных режимах работы ЭЭС, детализированы требования в части взаимодействия не только между системными операторами, но также с операторами распределительных сетей и крупными потребителями. Современные кодексы ENTSO-E, учитывающие возрастающую роль распределительного сектора в формировании нового облика ЭЭС, являются эффективным и своевременным ответом на качественные изменения, произошедшие в электроэнергетике ЕС в последние годы. Эти кодексы в полной мере учитывают интеграционные процессы и необходимость гармонизации требований.

Регламентация системных требований к ЭЭС в системных кодексах поддерживается деятельностью организаций по стандартизации в ЕС, которые обеспечивают обновление и пополнение фонда стандартов на оборудование объектов электроэнергетики, протоколы информационного взаимодействия, качество электроэнергии и т.д. **При этом стандарты используются в качестве отсылочных норм в законодательных актах, а также в системных кодексах стран – членов ЕС.**

Например, закон об электро- и газоснабжении Германии от 07.07.2005 предписывает сооружать и эксплуатировать энергоустановки согласно техническим требованиям германской Ассоциации по электротехнике, электронике и информационным технологиям (VDE), а кодекс магистральных сетей Германии требует соответствия устройств для присоединения генерации к сети стандартам МЭК, Немецкого института по стандартизации (DIN) и т.п. Во Франции постановление правительства № 2003–588 от 27.06.2003 об установлении технических требований на присоединение к ЭЭС дает ссылку на стандарт МЭК 60909 в части расчета токов короткого замыкания.

В целом в области стандартизации в ЕС налажено тесное сотрудничество организаций по стандартизации. Так, стандарты для электротехнической продукции разрабатываются в МЭК при содействии национальных институтов по стандартизации, а Европейский комитет по электротехнической стандартизации (CENELEC) ратифицирует стандарты для официального применения в ЕС согласно Дрезденскому соглашению от 1996 г., благодаря чему достигается высокая степень гармонизации. На этапе разработки и обсуждения стандартов активную роль также играет СИГРЭ, создавая совместные рабочие группы в исследовательских комитетах и организуя дискуссионные площадки и встречи специалистов на международном уровне.

**Североамериканская система** нормативно-технического обеспечения в электроэнергетике базируется на стандартах специализированных организаций по стандартизации, аккредитованных Американским национальным институтом стандартизации (ANSI). В число таких организаций входят: Североамериканская корпорация по надежности в электроэнергетике (NERC),

## СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ США



Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE), Национальная электротехническая ассоциация (NEMA) и др. (рис. 2). Согласно международным принципам стандартизации, стандарты являются документами добровольного применения. В то же время ряд федеральных ведомств и комиссий США (включая Федеральную энергетическую комиссию – FERC) имеют право устанавливать обязательные стандарты в своей области.

Регламентация правил функционирования и планирования развития ЭЭС в Северной Америке базируется на своде стандартов надежности ЭЭС, разрабатываемых корпорацией NERC и утверждаемых с 2007 г. комиссией FERC в качестве общеобязательных требований. При этом в США сохраняется принцип уважения к региональной специфике нормирования технических требований (в т.ч. по регулированию частоты и уровню резервов мощности), допускающей принятие региональных версий стандартов надежности ЭЭС.

Стандартизация требований к оборудованию, применяемому в электроэнергетике, процессам проектирования и эксплуатации объектов электроэнергетики, организации информационного взаимодействия устройств и т.д. проводится организациями по стандартизации на принципах открытого участия всех заинтересованных лиц. В связи с этим необходимо особо отметить деятельность института IEEE, фонд стандартов которого для электроэнергетики составляет более 2 тыс. документов. Среди стандартов для электроэнергетики, которые законодательно получили статус документов обязательного применения, следует также отметить Национальный кодекс по электробезопасности (стандарт IEEE-C2) и Национальный электротехнический кодекс (стандарт NFPA-70 Национальной ассоциации по пожарной безопасности).

За последние три года NERC пополнила свод стандартов надежности ЭЭС стандартами по следующим направлениям:

- защита критически важной инфраструктуры и кибербезопасность – CIP-010 «Управление реконфигурацией и оценка уязвимости» и CIP 011 «Защита информации»;
- координация по надежности – региональные модификации стандарта IRO-006 по предотвращению нарушения допустимых пределов по режимным параметрам (Западное энергообъединение и энергообъединение штата Техас);
- релейная защита и системы управления – региональные модификации стандарта PRC-002 по мониторингу возмущений и PRC-006 по автоматической частотной разгрузке для трех подразделений NERC.

Анализ системных аварий в ЭЭС США, проводимый с участием NERC, также формирует условия для

ИНФОРМАЦИЯ

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ США

**Североамериканская корпорация по надежности в электроэнергетике – NERC**

- Является специализированной организацией по обеспечению системной надежности.
- Разрабатывает стандарты надежности в электроэнергетике для проектирования и эксплуатации энергосистем и объектов электроэнергетики.
- Свод обязательных стандартов по 14 направлениям (115 стандартов).

обновления стандартов надежности ЭЭС. После крупной аварии на юго-западе США 1–5 февраля 2011 г., которая сопровождалась веерными отключениями порядка 6 ГВт нагрузки на фоне аномально холодной погоды, возник вопрос о необходимости разработки обязательных требований к энергокомпаниям по подготовке к зиме. Соответствующего стандарта или регионального требования в США в настоящее время не существует. Эта авария показала неготовность основного и вспомогательного оборудования значительной части электростанций к работе в условиях холодной погоды. Поэтому в 2012 г. в NERC была образована специальная рабочая группа для разработки стандарта, а в марте 2013 г. состоялось внутриотраслевое обсуждение его проекта.

В результате другой крупной аварии в сентябре 2011 г., которая началась с ошибки ремонтного персонала на подстанции 500 кВ и развилась вследствие просчетов при планировании режима, без электроснабжения оказались 2,7 млн потребителей в Калифорнии, Аризоне и Мексике, а величина погашенной нагрузки составила 7,9 ГВт. В выводах о расследовании аварии было обращено внимание на неполное выполнение требований стандарта NERC по оперативному планированию на предстоящие сутки (TOP-002), а также на необходимость настройки устройств релейной защиты в соответствии с требованиями стандартов надежности ЭЭС (PRC-023) и координации действий противоаварийной автоматики.

В целом стандарты надежности ЭЭС обновляются в рамках регулярного процесса их пересмотра (т. е. раз в пять лет) и дополняются с учетом новых требований и региональных особенностей. Полный свод стандартов надежности ЭЭС содержит более 800 документов, включая все предыдущие версии стандартов. Перечень действующих стандартов, одобренных федеральной комиссией FERC и являющихся обязательными для применения, содержит 115 документов.

Таким образом, развитие нормативно-технического обеспечения в электроэнергетике в западных странах характеризуется широким охватом области регламентации, включающей технические и экономические вопросы функционирования и развития ЭЭС, обеспечения надежности и безопасности электроснабжения, технологического подключения к ЭЭС, совместимости устройств и т. д. Нормативно-техническая база поддерживается в актуальном состоянии с помощью регулярного обновления, а также изменений по результатам расследования аварий.

## ВЫВОДЫ

1. Проблемы легитимности отраслевой базы НТД, унаследованной с дореформенного периода, отсутствие процедуры принятия документов общепромышленного значения, в том числе регулирующих вопросы надежности и безопасности энергосистемы и объектов электроэнергетики, являются чрезвычайно актуальными для отрасли.

2. В странах Евросоюза и США реформирование электроэнергетики и либерализация рынков происходили одновременно с усилением регламентации технических правил работы энергосистем и объектов электроэнергетики в их составе, что сопровождалось предоставлением соответствующих полномочий регулирующим органам, общепромышленным инфраструктурным организациям и развитием институциональной поддержки стандартизации надежности энергосистем.

3. Комплексный документ общепромышленного характера – Правила технологического функционирования электроэнергетических систем – предназначен для ликвидации существенного пробела в нормативной базе в части регламентации технических и технологических вопросов общесистемного характера. Правила направлены на обеспечение надежного функционирования и развития российской энергосистемы как уникального, единого технологического комплекса и должны обеспечить надежную работу оборудования, объектов и устройств в ее составе.

4. Ввиду необходимости обновления отраслевой базы НТД в настоящий момент сформировались условия для активизации работы технических комитетов по стандартизации Росстандарта, а также для выработки механизмов взаимной координации их работы. Работа по под-

ИНФОРМАЦИЯ

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ США (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

**Институт инженеров по электротехнике и электронике – IEEE**

- 400 тыс. членов из 160 стран.
- 38 профессиональных сообществ, в т. ч. в электроэнергетике (IEEE-PES).
- Разрабатывает методические и руководящие указания, инструкции для электроэнергетики (более 2100 стандартов).
- Обязательный стандарт IEEE-C2 «Национальный кодекс по электробезопасности».

**Национальная ассоциация по безопасности – NFPA**

- Обязательный стандарт NFPA-70 «Национальный электротехнический кодекс» для проектирования электроустановок.

готовке национальных стандартов системного значения, инициированная ОАО «СО ЕЭС» в рамках деятельности ТК 007 «Системная надежность в электроэнергетике», является важным прецедентом в современной истории развития системы стандартизации в электроэнергетике.

5. Национальные стандарты и стандарты организации, разрабатываемые ОАО «СО ЕЭС» и другими организациями электроэнергетики, предоставляют существенную поддержку всей системе отраслевого нормативно-правового регулирования, сглаживают недостатки системы технического регулирования и отрицательные последствия отсутствия актуальной нормативно-технической базы в отрасли. Применение договоров и соглашений между субъектами отрасли о совместном использовании стандартов организаций является эффективным механизмом обеспечения единства стандартов и отраслевой технической политики.

6. В условиях незавершенности модели технического регулирования и фактического отсутствия возможности применения обязательной сертификации для нужд отрасли развитие системы добровольной сертификации оборудования объектов электроэнергетики, устройств противоаварийной, режимной автоматики и алгоритмов их функционирования для работы в составе ЭЭС России является одним из ключевых механизмов, обеспечивающих институциональную поддержку системных требований.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Башук Д. Н., Джинчарадзе А. К., Кучеров Ю. Н. и др. О развитии системы технического регулирования и стандартизации в электроэнергетике // Электрические станции, 2013, № 12. – С. 2–8.

2. Шульгинов Н. Г., Павлушко С. А., Дьячков В. А. Эффективное управление электроэнергетическими режимами работы ЭЭС России в современных условиях // Энергетик, 2013, № 6. – С. 20–24.
3. Технологические правила работы электроэнергетических систем (Основные положения) / Протокол заседания НП «НТС ЕЭС» от 28.07.2010 № 4/10.
4. Технологические правила работы электроэнергетических систем (проект) / Протокол заседания НП «НТС ЕЭС» от 16.05.2011 № 5/11.
5. Деятельность Системного оператора в развитии системы стандартизации и сертификации / Протокол заседания НТК НП «НТС ЕЭС» от 09.07.2012 № 4/12.
6. Протокол Всероссийского совещания «Об итогах прохождения субъектами электроэнергетики отопительного сезона 2011/12 года и задачах по подготовке к отопительному сезону 2012/13 года» с руководителями энергокомпаний и штабов по обеспечению безопасности электроснабжения в субъектах Российской Федерации от 25.04.2012 №АН-216 пр.
7. Основные направления развития системы нормативно-технического обеспечения в электроэнергетике / Протокол заседания секции «Техническое регулирование в электроэнергетике» НТК НП «НТС ЕЭС» от 06.12.2012 № 4/12.
8. Рассмотрение основных положений Федерального закона «О стандартизации в Российской Федерации» (проект) и его роли для электроэнергетики / Протокол заседания секции «Техническое регулирование в электроэнергетике» НТК НП «НТС ЕЭС» от 04.07.2013 № 2/13.
9. Анализ зарубежного опыта технического регулирования в электроэнергетике и вопросы развития системы стандартизации для продвижения инновационной политики в электроэнергетике / Протокол заседания секции «Техническое регулирование в электроэнергети-

10. Кучеров Ю. Н., Федоров Ю. Г. Современные тенденции в развитии нормативно-технической базы обеспечения надежного функционирования и развития энергосистем за рубежом // Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность, 2014, № 1. ■