



ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ РФ¹ (начало в №4 (23) 2013 г.)

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены основные направления развития системы технического регулирования и стандартизации в электроэнергетике России, в том числе вопросы создания базы нормативно-технического обеспечения в современных условиях, указывается на несовершенство нормативной базы технического регулирования и стандартизации, а также изложены механизмы развития нормативно-технического обеспечения в электроэнергетике.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: техническое регулирование, стандартизация, система, развитие, электроэнергетика.

II Обосновывающие материалы

1. Зарубежный опыт регламентации технических требований в электроэнергетике

Зарубежный опыт свидетельствует о том, что нормативно-техническая база электроэнергетики и система ее институциональной поддержки последовательно развиваются вслед за рыночными преобразованиями.

В странах Западной Европы и Северной Америки реформирование электроэнергетики сопровождается пересмотром правил функционирования энергосистем и усилением требований к работающим в их составе объектам.

Законодательные акты высокого уровня – директивы и постановления Евросоюза, Федеральный закон США – определяют порядок в сфере нормативно-технического обеспечения электроэнергетики и роль организационной поддержки в разработке и обновлении, контроле исполнения и применения санкций за нарушение нормативных требований системного значения. Практически для всех крупных зарубежных энергосистем приняты специальные Системные (сетевые) кодексы и детализирующие их нормативные документы. Рассмотрим данные аспекты несколько подробнее.

Реформирование электроэнергетики, начавшееся с 90-х годов XX века и затронувшее многие развитые зарубежные страны, связано с реструктуризацией государственной монополии и переходом к рынку «единственного покупателя» или к конкурентным рынкам. В ряде случаев введение конкурентного рынка привело к кризисным явлениям, сопровождавшимся ростом цен и образованием дефицита мощности. Опыт крупных системных аварий, имевших место в странах Северной Америки и Западной Европы, выявил недостатки нормативно-правового и нормативно-

технического обеспечения надежности в условиях либерализованной электроэнергетики и показал необходимость создания действенных механизмов, направленных на обеспечение надежности электроэнергетических систем (ЭЭС) в конкурентных условиях.

Опыт ликвидации и анализа причин аварий придает мощный импульс совершенствованию нормативных, методических и организационных подходов в обеспечении надежности электроэнергетических систем в зарубежных странах. Развитие подходов происходит на фоне общемировых тенденций к глобализации рыночных отношений на континентальном и межконтинентальном пространстве, в том числе в электроэнергетике. В области торгово-экономических вопросов на мировом рынке товаров данные процессы во многом проходят в рамках соглашений и правил, разработанных Всемирной торговой организацией (ВТО).

Основным принципом международной торговли, определяющим характер установления нормативных требований, является обязательное обеспечение безопасности продукции и свободная конкуренция производителей в области качества товаров. Соглашение по техническим барьерам в торговле ВТО предполагает установление требований по ряду направлений (национальная безопасность, предотвращение обманной практики, защита здоровья и безопасности людей, жизни и здоровья животных и растений, охрана окружающей среды) в специального типа документе – «техническом регламенте». Документ, который содержит предназначенные для общего и многократного использования правила, руководства или характеристики (применительно к товарам или соответствующим процессам и методам их производства), соблюдение которых не является обязательным, относится к типу «стандарт».

По описанной выше логике развивается нормативное обеспечение в Европейском союзе (ЕС), представленное иерархичной системой «Директивы – национальные законы – стандарты ЕС».

¹ Состав авторского коллектива приведен в конце данной статьи.



Подтверждение соответствия продукции требованиям Директив ЕС обязательно на территории Европейского экономического пространства. В области электроэнергетики действует ряд Директив на энергетическое и электротехническое оборудование, например:

- «Электромагнитная совместимость» (Директива 2004/108/ЕС);
- «Низковольтное оборудование» (Директива 2006/95/ЕС);
- «Оборудование, работающее под давлением» (Директива 97/23/ЕС);
- «Машины и оборудование» (Директива 2006/42/ЕС) и др.

В качестве стандартов для подтверждения соответствия требованиям Директив ЕС применяются гармонизированные стандарты (стандарты EN) трех Европейских комитетов по стандартизации, являющихся уполномоченными органами по технической стандартизации в ЕС:

- Европейский комитет по стандартизации (товаров и услуг) – CEN;
- Европейский комитет по стандартизации в области электротехники и электроники – CENELEC;
- Европейский комитет по стандартизации в области телекоммуникаций – ETSI.

Комитеты по стандартизации отвечают за единообразное применение в европейских странах международных стандартов ИСО и МЭК. Налажено тесное сотрудничество международных организаций по стандартизации, например: стандарты для электротехнической продукции разрабатываются в МЭК, а CENELEC ратифицирует стандарты для применения в ЕС. Аналогичная схема действует в отношении разработки и внедрения стандартов ИСО и CEN.

Стандарты по электротехнической продукции, системам автоматизации, процессам обмена данными, качеству электрической энергии и пр. используются в электроэнергетике зарубежных стран совместно с нормативно-техническими документами общесистемного характера. В странах Западной Европы такие документы носят названия Системных (сетевых) кодексов и содержат обязательные требования к функционированию и планированию развития ЭЭС.

По структуре и охвату задач кодексы европейских стран схожи и, несмотря на отличия в технических требованиях, развиваются в сторону унификации в связи с ростом интеграционных процессов на европейском континенте.

В 2004–2006 гг. 24 страны Континентальной Европы в ответ на системные аварии, имевшие место в 2003 г., приняли единый Эксплуатационный кодекс, устанавливающий общие правила управления ЭЭС при межсистемных обменах мощностью в энергообъединении UCTE, в том числе по регулированию частоты, режимной надежности, действию в аварийных условиях и т.д. В 2010 г. Эксплуатационный кодекс UCTE был частично пе-

ресмотрен и получил статус правил региональной группы Европейской сети операторов электропередачи – ENTSO-E, которая объединяет 42 оператора электропередачи из 34 стран.

Дальнейшая интеграция системных операторов на европейском уровне в объединении ENTSO-E позволила приступить к разработке общеевропейского сетевого кодекса. Первый документ в составе этого кодекса – Требования к присоединению источников электроэнергии к сети, разработан и представлен на утверждение Регулятору – в Европейское агентство по кооперации энергетических регуляторов (ACER) в июне 2012 г.

Система нормативно-технического обеспечения торговли продукцией и услугами в США соответствует требованиям ВТО, и подтвержденный факт соответствия продукции (услуги) техническому стандарту организации, аккредитованной Американским национальным институтом стандартизации (ANSI), признается на национальном уровне. При этом, в отличие от европейских стран, в США приветствуется конкуренция между различными разработчиками стандартов.

Основными принципами стандартизации являются, с одной стороны, гласность обязательных норм (устанавливается государственными органами власти) и, с другой стороны, обновление стандартов вслед за совершенствованием технологий и материалов (осуществляется бизнес-сообществом).

Национальный институт стандартов и технологий США (NIST) является государственной организацией (агентство при Министерстве торговли США), координирующей работу по стандартизации и оценке соответствия на федеральном уровне. Институт ANSI является национальным органом по стандартизации (член ИСО и МЭК) и осуществляет функции по аккредитации и координации неправительственных организаций по стандартизации.

В перечень аккредитованных ANSI организаций входят:

- Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE);
- Североамериканская корпорация по надежности в электроэнергетике (NERC);
- Национальная электротехническая ассоциация (NEMA);
- Американское общество машиностроителей (ASME);
- Американское общество гражданского строительства (ASCE);
- Американское общество по испытаниям материалов (ASTM) и др.

Система нормативно-технического обеспечения США предоставляет ряду федеральных ведомств и комиссий право устанавливать обязательные стандарты в своей области. Такими правами обладают, например:

- Федеральная энергетическая комиссия (FERC);



- Национальная администрация по безопасности движения автомобильного транспорта (NHTSA);
- Федеральная торговая комиссия (FTC) и др.

Введение обязательных стандартов в электроэнергетике, утверждаемых FERC, явилось ответом на системную аварию 2003 г. в США, которая засвидетельствовала недопустимость применения принципов добровольного исполнения для требований системного значения.

Роль регулятора в энергетике США возложена на FERC, которая функционирует под эгидой Министерства энергетики и регулирует сферу транспортировки и торговли электроэнергией, газом и нефтью. Федеральный закон об электроэнергетике США (FPA), обновленный в 2005 г. Законом об энергетической политике (EPAAct), возлагает на FERC ответственность за обеспечение надежности высоковольтной электрической сети, наделяя ее полномочиями по установлению обязательных стандартов надежности и принуждению к их исполнению. В своей деятельности FERC не зависит от DOE, и ее решения могут пересматриваться только в федеральных судах и не могут пересматриваться ни Президентом, ни Конгрессом США.

С целью организации деятельности по контролю за надежностью энергосистем в Северной Америке действует саморегулируемая организация – NERC. Организация была создана в 1968 г. как Совет по надежности, а в 2006 г. она получила статус специализированной организации (Electric Reliability Organization) по контролю за исполнением обязательных стандартов надежности и мониторингу надежности ЭЭС. Хотя NERC не является правительственной структурой, однако ее деятельность контролируется FERC.

Основная деятельность NERC включает следующее:

- работа с электроэнергетической отраслью для создания и развития стандартов надежности;
- принуждение к выполнению стандартов надежности, в том числе за счет штрафов за их несоблюдение;
- перспективная оценка надежности ЭЭС на период от полугода (зима/лето) до 10 лет;
- анализ системных аварий;
- регулярная оценка готовности субъектов электроэнергетики к выполнению стандартов надежности;
- мониторинг состояния ЭЭС;
- координация требований физической и информационной безопасности;
- выявление тенденций и потенциальных проблем по надежности;
- помощь в подготовке и обучении оперативного персонала;
- сертификация оперативного персонала.

Согласно FPA, стандартизация надежности энергосистем возложена на NERC. Стандарты надежности NERC являются обязательными

правилами планирования и управления энергосистем, соблюдение которых обеспечивает надежность ЭЭС. Стандарты NERC детально определяют объективно измеряемые требования, оговаривают роли и границы ответственности, методы взаимодействия субъектов в понятном и логически связанном виде. Стандарты распространяются на объекты электроэнергетики напряжением 100 кВ и выше.

В настоящее время утвержден и действует свод из более 130 стандартов надежности NERC, которые сгруппированы по 14 направлениям, таким как: балансирование генерации и потребления; проектирование установок, присоединение, обслуживание; моделирование, информация, методы расчета; планирование системы электропередачи и др. Свод стандартов надежности NERC по сути аналогичен европейским системным кодексам.

По своему характеру стандарты NERC можно разделить на четыре типа:

- технические стандарты, касающиеся обеспечения, эксплуатации, управления или состояния энергосистем, с указанием критериев по физическим параметрам;
- стандарты функционирования, касающиеся действий субъектов и измерения результата, или выполнения действий;
- стандарты готовности, относящиеся к действиям субъектов по готовности к аварийным ситуациям;
- стандарты сертификации организаций, относящиеся к определению возможности выполнять функции по обеспечению надежной работы ЭЭС.

Стандарты имеют унифицированную структуру и содержат 4 основных части: общая информация, требования, критерии и подтверждение соответствия. При этом в критерии подтверждения соответствия стандарту надежности указан объект применения критерия и ожидаемые показатели функционирования объекта.

Для распределения обязанностей по соблюдению стандартов надежности среди субъектов электроэнергетики NERC разработала Функциональную модель, которая классифицирует все виды деятельности по 18 функциям в четырех направлениях:

- стандартизация и исполнение (Разработчик стандартов; Управление по принуждению к исполнению; Страховщик по надежности);
- услуги по надежности (Координатор по надежности; Поставщик услуг по электропередаче; Координатор по планированию; Координатор по энергообменам; Управление по балансам);
- рынок (Оператор рынка);
- планирование и эксплуатация (Владелец электропередачи; Владелец генерации; Оператор электропередачи; Оператор генерации; Элек-



троснабжающая организация; Организация по купле-продаже; Планировщик электропередачи; Поставщик услуг в распределительной сети; Планировщик ресурсов).

Субъекты электроэнергетики могут совмещать несколько определенных функций, например: Оператор штата Нью-Йорк (NYISO) имеет функции Координатора по надежности, Управления по балансам, Управления по энергообменам, Оператора электропередачи, Поставщика услуг по электропередаче, Планировщика электропередачи и генерации.

Возможные нарушения стандартов надежности выявляются посредством:

- отчетности владельцев, операторов и пользователей основной части энергетической системы об инцидентах;
- периодических отчетов: ежегодных отчетов соответствия, региональных аудиторских отчетов, отчетов о контроле за растительностью;
- информации от других субъектов энергетики;
- программ аудита и мониторинга, выполняемых NERC;
- исследований NERC.

В случае нарушения стандартов надежности NERC оформляет уведомление о штрафе, которое затем регистрируется в виде приказа FERC. За нарушение стандартов надежности предусмотрены меры наказания в зависимости от тяжести и систематичности нарушения: ограничение или запрет на деятельность, распоряжение об устранении нарушений, денежные штрафы.

2. Актуальные задачи нормативно-технического обеспечения

С учетом реализации программных документов по развитию электроэнергетики страны – Энергетической стратегии России, Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики, Схем и программ развития ЭЭС России, а также документов, определяющих направления технической политики и инновационного развития субъектов электроэнергетики, приоритетными направлениями нормативно-технического обеспечения в электроэнергетике являются:

- общесистемные аспекты;
- электрические сети;
- генерация;
- энергоэффективность и экология;
- инновации и интеллектуальные энергосистемы;
- подготовка персонала и тренажерные системы.

Перспективные направления охватывают также сферу теплоснабжения (в зависимости от получения Минэнерго РФ соответствующих функций), а также электроустановки потребителей электроэнергии (в части систем жизнеобеспечения, «активных потребителей» и др.).

По всем эти направлениям предусматривается конкретная и значимая для отрасли раз-

работка нормативно-технических документов в 2013–2016 гг.

2.1. Опыт разработки общесистемных технических требований

Результаты эксплуатации объектов электроэнергетики и опыт аварий последних лет свидетельствуют о необходимости скорейшего обновления нормативно-технической базы электроэнергетики, установления общеобязательных требований к электроэнергетической системе, входящим в ее состав объектам электроэнергетики, оборудованию и устройствам. В условиях неработоспособности системы технического регулирования, отсутствия в электроэнергетике единой технической политики и развития либерализации рынка электроэнергии существует потребность в разработке и принятии комплексного нормативного правового акта, определяющего правила технологического функционирования электроэнергетических систем (далее – Правила). Разработка таких Правил ведется в ОАО «СО ЕЭС» согласно поручению Президента РФ по результатам заседания Президиума Госсовета РФ 11.03.2011 г. и в соответствии с поручением Министра энергетики РФ, в рамках экспертной рабочей группы с участием представителей Минэнерго РФ, широкого круга ведущих энергетических компаний, проектных и научно-исследовательских организаций отрасли.

Правила по своему содержанию включают минимально необходимые технические требования, правила, 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 энергосистемы; общие и специальные требования организационно-технического характера к субъектам электроэнергетики и потребителям электрической энергии; порядок и условия взаимодействия субъектов отрасли и распределение обязанностей по их выполнению.

Правила должны стать фундаментом нормативно-технического и нормативно-правового регулирования и обеспечения единства технической политики в отрасли. Комплексность и широта предмета регулирования Правил характеризуется распространением их положений на следующие направления, включая специфицированные требования по каждому из них, а также общие понятийные вопросы и принципы регулирования:

- системные требования и условия работы энергосистемы, в том числе правила и требования по классификации режимов работы энергосистемы, обеспечению устойчивости, системной надежности и живучести энергосистемы, допустимых токов короткого замыкания, а также систем-



ные условия работы объектов электроэнергетики и основного оборудования электрических станций и электрических сетей в составе энергосистемы;

- системы технологического управления, в том числе релейная защита, сетевая, противоаварийная и режимная автоматика, системы регистрации аварийных событий и процессов (далее – РЗА), информационно-технологическая инфраструктура;

- система планирования развития энергосистемы, в том числе требования по структуре, месторасположению, типу и параметрам генерирующих мощностей, структуре и пропускной способности электрических сетей, резервированию при планировании развития энергосистемы, планированию балансов электрической энергии и мощности, системные аспекты энергоснабжения крупных городов и мегаполисов;

- система планирования режимов работы энергосистемы, включая планирование электроэнергетических режимов на календарный год, месяц, недельный период, сутки и менее, размещение резервов мощности, скоординированное планирование ремонтов ЛЭП, энергетического и электротехнического оборудования и технического обслуживания устройств РЗА и средств диспетчерского и технологического управления;

- управление электроэнергетическим режимом энергосистемы, в том числе принципы режимного и противоаварийного управления, общие правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима работы в электрической части энергосистем;

- организация оперативно-диспетчерского управления энергосистемой и оперативно-технологического управления объектами электроэнергетики и энергопринимающими установками потребителей, производство переключений в электроустановках;

- организации параллельной работы ЕЭС России и электроэнергетических систем ЭЭС иностранных государств;

- обеспечение готовности различных категорий персонала и организация контроля надежности функционирования энергосистемы.

Ряд требований являются новыми и ранее не были определены в нормативно-технической документации, часть требований пересмотрена с учетом современного уровня развития техники и условий взаимодействия субъектов электроэнергетики. Например, в проекте Правил разработан подраздел по системной надежности, включая терминологию, показатели балансовой надежности и подходы к обеспечению режимной надежности, живучести энергосистемы и отдельных объектов. Требования к созданию релейной защиты и автоматике, организации их эксплуатации, выполнению расчетов и выбору параметров настройки соответствующих устройств интегрируют с учетом обновления нормы более чем 60 действующих документов. Большинство требований подразде-

ла по режимной автоматике актуализированы и впервые закреплены в качестве общеобязательных. Отдельное внимание уделено вопросам создания и модернизации систем технологического управления на смежных и иных технологически связанных объектах электроэнергетики (так называемая «проблема обратных концов»).

Определены требования к организации и осуществлению оперативно-технологического управления, в том числе с учетом телеуправления. Актуализированы требования к организации переключений в электроустановках. Правилами также установлены технологические особенности управления энергосистемой в условиях низких температур окружающего воздуха, в условиях режима высоких рисков нарушения электроснабжения, в период паводка, в условиях высоких температур окружающего воздуха, в вынужденных режимах.

Конкретизируются и нормативно закрепляются системные аспекты энергоснабжения крупных городов и мегаполисов, устанавливаются повышенные системные требования к их энергоснабжению в части: электроснабжения жизнеобеспечивающих инфраструктурных объектов (системы водо-, теплоснабжения и канализации, метрополитен и т. п.), учета на стадии планирования и при определении области допустимых режимов более тяжелых нормативных возмущений (потеря крупной подстанции, электростанции или кабельных ЛЭП, проходящих в одном коллекторе), концентрации мощности на электростанциях и подстанциях, надежности ТЭЦ (включая подъем с нуля), использования кабельных ЛЭП и подстанций закрытого (в том числе подземного) типа и т. д.

В рамках работы над проектом Правил многие другие нормы и требования претерпели обобщение, комплексную переработку, поднятие на качественно новый содержательный уровень и актуализацию с учетом сложившейся практики, зарубежного опыта, анализа функционирования ЕЭС России, перспектив развития электроэнергетики в Российской Федерации в целом. В экспертизе разделов Правил приняло участие большое количество организаций отрасли. 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» в 2010–2011 гг. и получил всесторонне одобрение и поддержку. Согласно плану Правительства Российской Федерации (РП от 5 мая 2012 г. № 744-р) проект Правил должен быть представлен для выпуска в форме Постановления Правительства РФ в III квартале 2013 г.

Несмотря на широту регламентируемых вопросов, Правила не могут заменить собой весь массив отраслевых нормативно-технических документов ни по предмету регулирования, ни по характеру требований. Кроме того, ряд положений Правил должен быть гармонизирован с действующим за-



конодательством и интегрирован в него без ущерба для экономики и операционной деятельности предприятий субъектов электроэнергетики. С учетом разноплановости и множественности вопросов, подлежащих нормативно-технической регламентации в сфере электроэнергетике, необходимости дифференциации степени их проработки в зависимости от уровня нормативного регулирования и решаемых задач наряду с принятием Правил представляется необходимым *развитие в электроэнергетике стандартизации и создание системы отраслевых общеобязательных требований, принимаемых на уровне Министерства энергетики Российской Федерации.*

Развитие стандартизации является одним из условий обеспечения надежного функционирования и развития энергосистемы и важным направлением технической политики в отрасли. Стратегическими целями развития стандартизации в электроэнергетике являются: повышение роли стандартов с приданием им статуса общеобязательных в части технических требований системного характера, а также гармонизация нормативных требований к функционированию энергосистемы, требований национальных стандартов (ГОСТ Р) и технических требований к оборудованию и устройствам объектов электроэнергетики.

ОАО «СО ЕЭС» принимает активное участие в развитии отраслевой системы нормативно-технического обеспечения, в том числе:

- участвует во взаимодействии с техническими комитетами по стандартизации Росстандарта, Министерством энергетики Российской Федерации, ведущими проектными, научно-исследовательскими и инжиниринговыми организациями отрасли в разработке национальных стандартов системного значения, обновлении отраслевой нормативно-технической базы;

- осуществляет разработку новых и обновление существующих стандартов организации ОАО «СО ЕЭС», рассмотрение стандартов других организаций отрасли, развитие механизмов взаимного присоединения организаций отрасли к стандартам друг друга;

- взаимодействует с Межотраслевым советом по стандартизации в энергетическом машиностроении, содействует в формировании Межотраслевого совета по стандартизации в электроэнергетике;

- активно сотрудничает с НП «Научно-технический совет Единой энергетической системы» в рамках научно-технической экспертизы программных отраслевых документов, вопросов развития нормативно-технической базы и системы стандартизации в целом.

С целью создания связанной системы требований к функционированию и развитию энергосистемы ОАО «СО ЕЭС» организована разработка группы национальных стандартов, детализирующих требования Правил технологического функ-

ционирования электроэнергетических систем. Данная работа ведется во взаимодействии с Техническим комитетом по стандартизации Росстандарта ТК 007 «Системная надежность в электроэнергетике», который был обновлен по инициативе ОАО «СО ЕЭС» в 2012 г.

Организована разработка и подготовка к выпуску целого комплекса ГОСТ Р системного значения по таким приоритетным направлениям, как: автоматическое противоаварийное управление в энергосистемах, правила переключений в электроустановках, регулирование частоты электрического тока и перетоков активной мощности в ЕЭС России, предотвращение развития и ликвидация нарушений нормального режима в электрической части энергосистем, релейная защита и автоматика, требования к надежности и устойчивости энергосистем, методические указания по проектированию развития энергосистем и др. Ряд из указанных национальных стандартов уже прошел процедуру публичного обсуждения и экспертизу в ТК 007 «Системная надежность».

Разработка национальных стандартов системного значения предваряется выпуском стандарта организации ОАО «СО ЕЭС» с присоединением к нему генерирующих компаний и сетевых организаций и дальнейшей его трансформацией в проект ГОСТ Р. Практика применения соглашения об использовании стандартов организаций и иных договорных форм присоединения к стандартам ОАО «СО ЕЭС» показала хороший результат и должна получить дальнейшее развитие. Данный механизм существенно облегчает согласование нормативных требований, позволяет провести их практическую апробацию и сокращает срок подготовки проекта ГОСТ Р.

Данный опыт рекомендуется использовать и в других энергетических компаниях – ФСК ЕЭС, РусГидро и т.д. активно развивающих НТД уровня стандартов организации и планирующих повышение статуса наиболее значимых документов до уровня национальных стандартов – ГОСТ Р.

Особого внимания заслуживает разработка стандартов, устанавливающих требования к технологическому обеспечению совместной работы российской электроэнергетической системы и электроэнергетических систем иностранных государств синхронной зоны стран СНГ, параллельной работе синхронных зон стран СНГ и УСТЕ. Необходимо будет обеспечить оптимальный уровень международной гармонизации национальных стандартов.

2.2. Электрические сети – подсистемы передачи и распределения электрической энергии

Статистика показывает, что значительная часть нарушений в работе энергосистем происходит в электрических сетях. Это связано со старением и техническим несовершенством се-



тевого оборудования, недостатками проектов и низкими темпами реконструкции, технического перевооружения и капитального ремонта сетей. Проблема усугубляется непрерывным старением и снижением уровня нормативной документации, в том числе в сравнении с международными стандартами.

Для электросетевого комплекса рекомендуется концентрироваться на разработке следующих групп документов:

– Сетевой кодекс ЕНЭС, Сетевой кодекс распределительных сетей (Постановление Правительства РФ);

– ПУЭ, ПТЭ и др. (Приказы Минэнерго РФ, полномочия формируются);

– Первоочередные ГОСТ Р (регулирование напряжения в электрических сетях, АСУ ТП подстанций 35–750 кВ, объем и нормы испытаний электрооборудования, нормы технологического проектирования ВЛ и подстанций, нормы эксплуатации электросетевого оборудования и установок потребителей, предельные токовые нагрузки, молниезащита, метрологическое обеспечение и т. д.).

Должны быть разработаны стандарты технических требований к процессам эксплуатации электрических сетей и подстанций (распределительных устройств, комплектных распределительных устройств элегазовых, комплектных и блочных трансформаторных подстанций, преобразовательных подстанций), включая техобслуживание, ремонт, модернизацию и реконструкцию, ведение техдокументации, охрану окружающей среды и охрану труда, учет анализа и расследование нарушений, проверку и испытания оборудования (устройств релейной и защитной автоматики).

Реализация проекта в области передачи и распределения электроэнергии предусматривает разработку современных стандартов, устанавливающих общие требования к строительству и реконструкции сетей, включая требования к их проектированию, строительству, приемке и вводу в эксплуатацию линий передачи и подстанций (распределительных пунктов). Предстоит разработать новые и актуализировать действующие стандарты, устанавливающие требования к линиям передачи (воздушные линии электропередачи, силовые кабельные линии), подстанциям (распределительным пунктам), автоматизированным системам управления, автоматизированным информационно-измерительным системам учета электроэнергии (АИИС КУЭ), системам связи, сбора и передачи информации в энергосистемах.

Предстоит разработать новые и актуализировать действующие стандарты, устанавливающие технические условия на поставку и характеристики основного оборудования (устройств), приборов, материалов, в том числе приобретае-

мых сетевыми компаниями у внешних поставщиков, в т. ч.:

– устройства релейной защиты и электроавтоматики (РЗА);

– измерительные трансформаторы, измерительные приборы;

– средства учета электроэнергии;

– силовые трансформаторы и масляные шунтирующие реакторы;

– устройства регулирования напряжения под нагрузкой (РПН);

– управляемые устройства компенсации реактивной мощности;

– коммутационное оборудование;

– устройства защиты от перенапряжений, заземляющие устройства, устройства молниезащиты, вентильные разрядники, контрольно-измерительную аппаратуру (КИА);

– аккумуляторные, конденсаторные, электролизные установки;

– энергетические масла и др.

Первоочередными НТД документами для электросетевого комплекса, имеющими общепромышленное значение, являются:

– Нормы и требования технологического проектирования ПС переменного тока с высшим напряжением 35–750 кВ, (Прототип Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.10.028-2009);

– Нормы и требования технологического проектирования ВЛ электропередачи напряжением 35–750 кВ, (Прототип Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.55.016-2008);

– Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35–750 кВ. Типовые решения, (Прототип Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.30.010-2008);

– Нормы и требования по применению типовых принципиальных электрических схем распределительных устройств подстанций 35–750 кВ, (Прототип Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.30.047-2010);

– Нормативные сроки выполнения работ по проектированию, строительству и реконструкции подстанций и линий электропередачи 35–750 кВ, (Прототип СТО 56947007-29.240.013-2008);

– Нормы и требования оформления нормальных схем электрических соединений подстанций и графического отображения информации по средствам программно-технических комплексов» (Прототип Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.10.035-2009);

– Нормы и требования по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства 35–750 кВ, (Прототип Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.044-2010);

– Нормы и требования по обеспечению электромагнитной совместимости вторичного оборудо-



дования и систем связи электросетевых объектов 35–750 кВ (Прототип Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.043-2010);

- Нормы и требования обеспечения системами диагностики энергообъектов 35–750 кВ;

- Нормы и требования планирования, организации и проведения работ по метрологическому обеспечению систем технической диагностики состояния энергообъектов 35–750 кВ;

- Нормы и требования организации метрологического обеспечения энергообъектов 35–750 кВ;

- Типовые технические требования к системам автоматической диагностики силового оборудования (автотрансформаторы, трансформаторы и шунтирующие реакторы) при его первичном вводе в эксплуатацию энергообъектов 35–750 кВ;

- Типовые технические требования по конфигурации и приоритетности вывода на интерфейс АСУ ТП оперативного персонала энергообъектов 35–750 кВ данных от микропроцессорных устройств АСУ ТП и РЗА;

- Типовые технические требования по применению основных структурных схем и организации АСУ ТП энергообъектов 110–750 кВ с учетом функциональной достаточности и надежности;

- Типовые технические требования по организации сбора перечня сигналов, поступающих от РЗА, ПА, АИИС КУЭ, СИ, системам диагностики и инженерных систем подстанции в АСУ ТП.

2.3. Развитие стандартизации в сфере генерации электрической и тепловой энергии

2.3.1 Общие положения

1. В ближайшие годы в области производства электроэнергии целесообразно прежде всего стандартизация требований к технологическому оборудованию. Стандарты, содержащие общие технические требования, технические условия на поставку и т.д. известны в отечественной практике. С учетом рыночных отношений и возросшей важности обязательств поставщика целесообразно расширить их содержание отразив в большем объеме, например, для энергообъектов:

- технико-экономические показатели: мощность; удельный расход тепла или КПД при номинальных условиях, при различных внешних условиях (наружной температуре, барометрическом давлении и влажности воздуха), на разном топливе и разных (с комбинированным производством электроэнергии и тепла и без него) режимах работы и т. д.;

- диапазон нормальной работы, продолжительность пуска из различных тепловых состояний, затраты топлива и электроэнергии на них, динамические характеристики (или требования к участию в первичном и автоматическом вторичном регулировании частоты) и т. д.;

- полноту автоматизации, требования к АСУ ТП, точность контроля с ее помощью параметров

и показателей и возможность использования для проведения, например, приемочных испытаний;

- требования к топливам, их подготовке и подаче;

- экологические требования: выбросы загрязнителей в атмосферу, шум, стоки;

- требования к тепловой схеме и основному оборудованию, внешним факторам (запыленность и очистка воздуха, водно-химические режимы и т. п.);

- объемы технического обслуживания и ремонтов, их периодичность и продолжительность, объемы замены узлов и запчастей;

- типоразмерный ряд по производительности и параметрам;

- объемы и характер (степень детализации) передаваемой поставщиком информации, необходимой для организации и обслуживания;

- требования и методы испытаний и проведения приемки оборудования и энергоблока в целом, а также указания по его эксплуатации;

- требования и методы подготовки оперативного персонала, требования к техническим средствам обучения (тренажерам и обучающим программам).

Стандарты такого типа необходимо разрабатывать (актуализировать) для:

- паровых конденсационных энергоблоков большой мощности на угле;

- паровых энергоблоков с комбинированным производством электроэнергии и тепла;

- парогазовых энергоблоков большой мощности;

- паровых энергетических котлов на угле:

- а) с пылевым сжиганием,

- б) со сжиганием в циркулирующем кипящем слое;

- паровых турбин большой мощности для использования в паровых и парогазовых установках;

- паровых турбин для комбинированной выработки электроэнергии и тепла;

- газотурбинных установок большой (>50 МВт) мощности;

- электрических турбогенераторов большой мощности;

- трансформаторов большой мощности;

- коммутационной аппаратуры;

- мощных питательных насосов;

- теплообменных аппаратов;

- арматуры.

Возможно расширение этого перечня.

Другими важнейшими направлениями стандартизации в сфере производства электроэнергии являются актуализация:

2. Норм (правил) технологического проектирования электростанций;

3. Правил технической эксплуатации электростанций и сетей;

4. Технических требований к автоматизируемому оборудованию и к АСУ ТП электростанций.



Для обоснования возможных изменений в этих документах при их реализации потребуется проведение НИР.

Важное значение имеет стандартизация требований на энергетические угли. Это позволило бы существенно сократить разнообразие конструктивных и проектных решений по подаче и приготовлению топлива, горелкам и топочным устройствам энергетических котлов, системам очистки дымовых газов и утилизации воды.

2.3.2 Актуализация норм технологического проектирования ТЭС

Наиболее сложными являются вопросы, возникающие при актуализации норм технологического проектирования ТЭС.

Проекты энергообъектов разрабатываются в Российской Федерации на основе правил технологического проектирования (ПТП) и строительных норм и правил. Некоторые положения этих правил, а также СНиПов, которые в них использованы излишне консервативны и не учитывают новых, создавшихся в настоящее время возможностей по технологическому переоснащению объектов тепловой генерации. Целесообразна их переработка с учетом международного опыта сооружения паровых и парогазовых ТЭС: структурирование с выбором типоразмеров энергоблоков и ТЭС, выбор условий для базового варианта и возможных опций.

После обоснования и внесения изменений (уточнений) в требующие корректировки НТД, можно будет разрабатывать, обсуждать и вводить в действие новые ПТП и стандарты, в которых учитывать, по возможности, разнообразие условий сооружения и режимов работы энергоблоков.

Разработки базовых вариантов перспективных проектов целесообразно ориентировать на конкретные проекты с быстрой реализацией для практической проверки изменений, рассматриваемых при обновлении ПТП, для их подтверждения или корректировки.

В ПТП должны обязательно учитываться изменения методов эксплуатации ТЭС: автоматизация, фирменное техническое обслуживание, обучение персонала на современных тренажерах и т. п., которые должны найти отражение при пересмотре «правил технической эксплуатации электростанций» (ПТЭ) и поддерживающих их НТД.

Важным дополнительным резонансом является недоступность для эксплуатационного персонала конкретной информации о конструкции и условиях работы деталей оборудования, ставших при рыночных отношениях ноу-хау поставщиков, и невозможность вследствие этого принятия ответственных решений на уровне энергообъектов.

В этих условиях становится целесообразным создание в крупных энергокомпаниях, а еще лучше для нескольких из них, самостоятельных сервисных предприятий с диагностическими и

обучающими центрами, укомплектованными необходимым оборудованием и квалифицированным персоналом, производством расходных запчастей (например, паро- и газотурбинных лопаток) и мобильными ремонтными подразделениями.

При разработке новой нормативной системы организацию таких предприятий необходимо планировать наряду с техническим перевооружением отечественных энергомашиностроительной, электротехнической и энергостроительной отраслей.

Целесообразна планомерная актуализация имеющихся и разработка новых стандартов с учетом изменившихся технических и хозяйственных реалий.

Эти стандарты необходимо ориентировать на показатели, достижимые при использовании наилучших доступных технологий и методов хозяйствования.

Их содержание и методику обоснования надо выбирать так, чтобы в совокупности они создавали возможность радикального улучшения Правил технической эксплуатации электростанций с учетом последних технических и организационно-хозяйственных достижений.

Для паровых энергоблоков (ТЭС с поперечными связями), комплектных газотурбинных и парогазовых энергетических установок необходимы стандарты, регламентирующие технические, экономические, природоохранные требования, требования к:

- маневренности (регулируемый диапазон, скорость изменения нагрузки, продолжительность пусков);
- автоматизации;
- надежности и безопасности;
- требования к техническим средствам обучения оперативного персонала.

Для основного энергетического оборудования: паровых котельных установок, паротурбинных установок (включая конденсационную установку и систему паровой регенерации), газотурбинных установок также необходимы стандарты, регламентирующие условия поставки, нормы и требования (включая технические, экономические и природоохранные), требования к надежности и безопасности, порядок приемки в эксплуатацию и необходимые при этом испытания, технологию и организацию эксплуатации, в том числе подготовки персонала, эксплуатационные испытания, контроль и диагностику, работу в маневренном режиме, технологические алгоритмы управления и требования к автоматизации, регулированию и защитами.

Стандарты такого общего характера целесообразны для АСУ ТП энергоблоков и вспомогательного тепломеханического оборудования и систем: конденсационных установок, систем паровой регенерации деаэратора, подогревателей конденсата и питательной воды, циркуляционной системы,



насосного оборудования разного назначения, трубопроводов, арматуры и т. д.

Необходимо стандартизировать природоохранные системы и оборудование ТЭС:

- нормы водопотребления,
- технологические мероприятия по уменьшению выбросов в атмосферу и стоков,
- системы и оборудование для восстановления оксидов азота,
- системы и оборудование для очистки дымовых газов от оксидов серы,
- системы и оборудование золоулавливания и транспорта золы.

Самостоятельное значение имели бы стандарты на:

- водно-химические режимы пароводяного контура на ТЭС и работающего в нем оборудования, требования к качеству воды и пара, средства для выполнения этих норм и обеспечения контроля,
- теплофикационные системы и установки, включая подогреватели сетевой воды.

Для рациональной организации эксплуатации и ремонтов тепловых электростанций и обеспечения на этой основе надежности и безопасности энергообъектов необходимо актуализировать СТО ОАО РАО «ЕЭС России»:

- Тепловые электрические станции. Методика оценки состояния основного оборудования,
- Основные элементы котлов, турбин и трубопроводов ТЭС. Контроль состояния металла. Нормы и требования,
- расчет показателей топливоиспользования и технического использования и надежности энергоустановок и ТЭС

- Газотурбинные установки
- Паровые котельные установки
- Паровые турбинные установки

Организация эксплуатации и технического обслуживания. Обучение оперативного персонала. Нормы и требования

2.3.3 Особенности стандартизации в сфере угольной генерации

На угольную продукцию действует около 200 государственных стандартов, в том числе:

- общетехнических, устанавливающих основные термины, определения и номенклатуру показателей качества;
- ряд классификационных стандартов, устанавливающих классификацию углей по маркам и технологическим группам, группам по степени окисленности, классам по размеру кусков и другим параметрам;
- ряд стандартов технических требований, устанавливающих требования к качеству угольной продукции по видам потребления;
- группа стандартов методов испытаний, уста-

навливающих методы определения химических и физико-механических свойств угля.

Условно все российские угли можно разделить на три группы. Первая группа – это дешевые бурые угли с низкой теплотворной способностью, которые сжигаются на электростанциях, размещенных в местах добычи. Практически все крупные мировые бурогольные разрезы функционируют таким образом. Российский пример – разрез «Березовский» и Березовская ГРЭС, где уголь прямо конвейерами поставляется на электростанцию. Экономическая эффективность такой интеграции очень высокая. Эти угли обогащения не требуют.

Вторая группа – ценные каменные угли с высокой теплотворной способностью (выше 6 тыс. ккал/кг). Из них делается стандартное топливо, с которым оперирует весь мировой рынок. Стандартизация таких углей – это мировая тенденция, к которой придется прийти и нам.

Третья группа углей, как правило, требует обогащения, потому что природных каменных углей высокой калорийности становится все меньше и меньше. В процессе обогащения получается три продукта: концентрат с характеристиками, приближенными ко второй группе, так называемый «промпродукт», с зольностью выше 25%, и шлам. Промпродукт получается не только из энергетических, но и из коксующихся углей и во всем мире его сжигают на месте. В России на него запроектирован ряд станций, сжигающих его с низким КПД и высокими выбросами твердых частиц, серных и азотистых соединений. Для эффективного использования промпродукта необходимо применение современных технологий, например, технологий с циркулирующим кипящим слоем.

Недостаточное применение обогащения и стандартизации энергетических углей, а также использование промпродукта в электроэнергетике породили проблему привязки каждой станции к конкретному типу углей. В СССР еще на стадии проекта строительства угольной станции осуществлялась привязка ее оборудования к «проектному» углю, создавался соответствующий котел со всем вспомогательным оборудованием. При этом полное или частичное замещение проектного угля для электростанции другими марками требует проведения сложных и дорогостоящих мероприятий.

Принятая во всех странах стандартизация топлива по влажности, содержанию серы, азота, золы позволит одновременно решить не только проблему «проектного топлива», но и экологические проблемы, связанные, в частности, с повышенной зольностью. Однако поскольку калорийность топлива зависит от состава угля, стандартного единого угольного топлива быть не может. Стандартного топлива, универсального для всех угольных станций, не сделаешь. Угольные бассейны с разным качеством. Следовательно, необходимо решить вопрос подъема качества



углей, в том числе через стандарты. Необходимо ужесточать требования, вынуждая угольную отрасль поставлять энергетике качественный уголь.

Большинство генерирующих объектов, работающих на угле, проектировались в привязке к конкретным сырьевым базам, маркам энергетического угля с определенными характеристиками и свойствами (проектный уголь). Это усложняет или исключает возможность перехода потребителей на использование иных марок углей, с другими качественными характеристиками. Ведет к низкому уровню взаимозаменяемости различных марок энергетического угля и требует концентрации значительных материальных ресурсов на модернизацию оборудования.

Для развития угольной генерации необходимо:

- проанализировать возможность налогового стимулирования работ по дегазации угольных пластов и утилизации метана на котельных и ТЭС;

- провести квалифицированный анализ эффективности использования обогащенных углей на ТЭС в масштабах страны и разработать проект Рекомендаций Минэнерго РФ по использованию обогащенных углей;

- внести предложения по обновлению требований к проектированию угольных энергоблоков. Рассмотреть возможность включения в проекты вспомогательного оборудования и арматуры с коэффициентами надежности не ниже коэффициентов надежности основного оборудования.

- совместно с заинтересованными организациями подготовить рекомендации по технико-экономическим обоснованиям перевода котлов на непроектные марки топлива, с использованием известных технологий и использование специальных мер по модернизации.

2.4. Развитие стандартизации с целью повышения энергетической и экологической эффективности объектов электроэнергетики

Потенциал повышения энергоэффективности в электроэнергетике очень высок практически во всех секторах. Важнейшим инструментом обеспечения повышения энергетической и экологической эффективности отрасли при производстве, передаче и распределении энергии является соответствующая нормативная база документов на всех этапах жизненного цикла – планирования, проектирования (создания), эксплуатации и ликвидации.

В соответствии с Национальным стандартом РФ ГОСТ Р 53905-2010 «Энергосбережение. Термины и определения»:

- «...энергетическая эффективность; энергоэффективность: характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования топливно-энергетических ресурсов к

затратам топливно-энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю»;

- «...показатель энергетической эффективности: Абсолютная, удельная или относительная величина потребления или потерь энергетических ресурсов для продукции любого назначения или технологического процесса».

Применительно к объектам электроэнергетики основными показателями энергоэффективности являются:

- для тепловых электростанций – удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии и тепла (УРУТ), а также коэффициент полезного использования тепла топлива (КИТ);

- для электрических сетей – абсолютные и относительные потери.

Основными причинами сравнительно низкой энергетической эффективности отечественной электроэнергетики являются:

- отсталые энергетические технологии, используемые на газовых и угольных электростанциях и в электрических сетях;

- использование морально и физически устаревшего энергооборудования на электростанциях и в электрических сетях;

- действующая модель рынка электроэнергии и мощности которая, в том числе сдерживает развитие когенерации и не создает стимулов для модернизации оборудования;

- отсутствие в настоящее время оптимальной системы управления отраслью в условиях образования многочисленных собственников энергетических объектов.

Характеризуя современное состояние стандартизации в сфере энергетической и экологической эффективности объектов электроэнергетики, необходимо отметить следующее:

- Действующая система планирования в электроэнергетике на федеральном и региональном уровнях, а также при планировании инновационного развития энергокомпаний не обеспечена в полной мере документами, регламентирующими учет и соблюдение требований по энергоэффективности и экологии на средне и долгосрочную перспективу.

- Действующий «ГОСТ Р 50831-95 Установки котельные. Тепломеханическое оборудование. Общие технические требования» не распространяется на высокоманевренные (пиковые и полупиковые) установки для маневренных энергоблоков, установки для энергоблоков, в состав которых входят газовые турбины, энерготехнологические установки, на установки с котлами, оборудованными топками кипящего слоя, и с котлами-утилизаторами.

- Требуют актуализации «Основные положения (Концепция) технической политики в электро-



энергетике на период до 2030 года», утвержденные РАО «ЕЭС России» в 2008 году.

– Применительно к тепловым электростанциям до настоящего времени действуют «Нормы технологического проектирования тепловых электрических станций» (ВНТП-81), ссылочные документы которых, в том числе по экологии и энергоэффективности были разработаны и утверждены более 30 лет назад. В разделе «Охрана природы» предъявляются экологические требования только к трем сферам воздействия – охрана земель, охрана воздушного бассейна, охрана водного бассейна. Отсутствуют требования по многим другим факторам воздействия (в том числе акустическое и электромагнитное воздействие, воздействие при обращении с отходами производства и потребления), установленные современным природоохранным законодательством.

– В «Правилах технической эксплуатации электрических станций и сетей», утвержденных Приказом Минэнерго РФ от 19 июня 2003 г. № 229, отсутствует раздел, регламентирующий природоохранную деятельность при эксплуатации электрических станций и сетей. В то же время «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей» (РД 34.20.501-95), утвержденные в 1995 г. включали в себя, в том числе, раздел «Соблюдение природоохранных требований».

– Электросетевой комплекс не обеспечен нормативным документом, содержащим основные требования по энергоэффективности, в то же время имеются стандарты организации, содержащие экологические требования при создании (проектировании, сооружении), эксплуатации (техническом обслуживании, ремонте, реконструкции) и ликвидации ЛЭП, но отсутствуют соответствующие документы для распределительных сетей.

– Для объектов гидроэнергетики разработаны и действуют стандарты организации: «Гидроэлектростанции. Энергоэффективность и энергосбережение. Основные требования» и «Гидроэлектростанции. Охрана окружающей среды. Оценка воздействия на окружающую среду. Методические указания», и на ближайшие годы намечена разработка/актуализация ряда важнейших стандартов по экологии и энергоэффективности.

Основные вызовы для объектов электроэнергетики в сфере повышения энергетической и экологической эффективности объектов электроэнергетики обусловлены:

– реализацией (правоприменением) норм и требований ряда нормативно правовых актов, подготовленных во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. N 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики»;

– необходимостью выполнения требований Государственной программы «Энергоэффективность и развитие энергетики», утвержденной рас-

поряжением Правительства Российской Федерации 3 апреля 2013 года №512-р, содержащей конкретные показатели по энергоэффективности в электроэнергетике (УРУТ и потери в сетях) и экологической безопасности;

– вступлением России в члены ОЭСР (Организации экономического сотрудничества и развития) и экологическими ограничениями, которые могут быть приняты в рамках ратификации ряда международных конвенций по охране окружающей среды и протоколов к ним;

– повышенными требованиями по экологии при получении кредитов от международных банков развития;

– гармонизацией с международными стандартами. Под гармонизацией подразумевается использование методологии и основных подходов при разработке аналогичных документов, но без обязательного принятия точно таких же количественных требований.

Для того, чтобы повысить энергетическую и экологическую эффективность объектов электроэнергетики и снизить эколого-экономические риски на всех стадиях их жизненного цикла, предлагается к разработке и/или актуализации нижеследующий перечень документов.

Перечень, рекомендуемых к разработке новых нормативных документов по энергоэффективности и экологии в электроэнергетике (нормативно-правовые акты Правительства РФ, приказы ФОИВ, национальные стандарты):

– Реестр «Наилучшие доступные технологии в электроэнергетике» и соответствующие им показатели энергетической и экологической эффективности (Постановление Правительства РФ).

– Справочник «Наилучшие доступные технологии в электроэнергетике» (совместный Приказ Минэнерго и Минприроды России).

– Показатели энергетической и экологической эффективности для перспективных (инновационных) технологий в электроэнергетике (Совместный Приказ Минэнерго, Минпромторга и Минобрнауки РФ).

– Интегрированные системы менеджмента в электроэнергетике. ГОСТ Р.

– Экологическая оценка документов стратегического планирования в электроэнергетике и программ инновационного развития энергокомпаний. ГОСТ Р.

Перечень рекомендуемых к разработке/актуализации/пересмотру, стандартов по энергоэффективности и экологии в теплоэнергетике:

– «ТЭС. Энергоэффективность и энергосбережение. Основные требования»

– «ТЭС. Экологическая безопасность. Охрана воздушного бассейна. Нормы и требования» (нормы и требования для трех стадий жизненного цикла: создание (проектирование), эксплуатация, ликвидация).

– «ТЭС. Экологическая безопасность. За-



щита водной среды. Нормы и требования».

– «ТЭС. Экологическая безопасность. Загрязнение почв (ЗШО). Предотвращение загрязнения почв золошлаковыми отходами, размещенными в золоотвалах. Нормы и требования».

– «ТЭС. Экологическая безопасность. Акустическое воздействие (шум). Нормы и требования».

– «ТЭС. Экологическая безопасность. Технические требования к установкам очистки дымовых газов от оксидов азота по технологиям селективного некаталитического восстановления оксидов азота (СНКВ) и селективного каталитического восстановления оксидов азота (СКВ) и системам управления азотоочистными установками».

– «ТЭС. Экологическая безопасность. Установки по очистке дымовых газов от оксидов серы. Нормы и требования».

– «ТЭС. Экологическая безопасность. Системы золоулавливания на ТЭС. Нормы и требования».

– «ТЭС. Экологическая безопасность. Технологические нормативы для предприятий тепловой энергетики».

– Методика определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок ТЭС.

– Инструкции по нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для тепловых электростанций и котельных.

– Инструкция по инвентаризации выбросов в атмосферу загрязняющих веществ тепловых электростанций и котельных.

– Правила организации контроля выбросов в атмосферу на тепловых электростанциях и в котельных.

– «Методика расчета выбросов бен(а)пирена в атмосферу паровыми котлами электростанций».

– «Методика определения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от ГТУ и ПГУ ТЭС»

– «Методические указания по оценке допустимых отклонений удельных выбросов загрязняющих веществ при участии энергоблоков в нормированном первичном и автоматическом вторичном регулировании частоты и мощности»

– «Методические указания по определению коэффициента оседания F при оценке загрязнения атмосферы твердыми выбросами ТЭС с учетом дисперсности летучей золы»

– «Положение о регулировании выбросов в атмосферу в период НМУ на ТЭС и котельных»

– «Методические рекомендации по оценке выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от вспомогательных производств теплоэлектростанций и котельных»

Перечень рекомендуемых к разработке/актуализации/пересмотру, стандартов по энергоэффективности и экологии в гидроэнергетике:

– «Гидроэлектростанции. Энергоэффектив-

ность и энергосбережение. Основные требования».

– «Гидроэлектростанции. Система управления охраной окружающей среды. Общие положения».

– «Гидроэлектростанции. Производственный экологический контроль. Нормы и требования».

– «Гидроэлектростанции. Получение нормативной и разрешительной документации в области охраны окружающей среды. Методические указания».

– «Гидроэлектростанции. Производственный экологический контроль. Порядок организации и ведения».

– «Гидроэлектростанции. Охрана окружающей среды. Определение зон влияния водохранилищ ГЭС. Методические указания».

– «Гидроэлектростанции. Методические указания по очистке дренажных, сточных вод ГЭС. Нормы допустимого сброса загрязняющих веществ с дренажными сточными водами».

Перечень рекомендуемых к разработке/актуализации/пересмотру, стандартов по энергоэффективности и экологии в электросетевом комплексе:

– Актуализация, пересмотр с добавлением (включением) в них требований в отношении распределительных сетей и утверждение в качестве ГОСТ Р.

– «Электросетевой комплекс. Энергоэффективность и энергосбережение. Основные требования».

– «Экологическая безопасность электросетевых объектов. Требования при проектировании, сооружении и реконструкции».

– «Экологическая безопасность электросетевых объектов. Требования при техническом обслуживании и ремонте».

2.5. Стандартизация в сфере интеллектуальных энергосистем

2.5.1 Общие положения

В условиях ограниченности энергоресурсов и стремления эффективного использования энергии в производстве и жизнедеятельности в современном обществе, а также повышения требований к надежности энергоснабжения и качеству услуг для конечных потребителей к электроэнергетической системе (ЭЭС) предъядвляется ряд качественно новых требований, обуславливающих необходимость перехода на новую ступень развития.

Необходимым условием для реализации новых требований: интеграции разнородных источников электроэнергии, в т. ч. на основе возобновляемых энергоносителей, оптимизации загрузки силового оборудования электрических станций и сетей, точной оценки состояния ЭЭС и обеспечения адекватных управляющих воздействий, стимулирующего управления электропотреблением и т. п., является совершенствование систем управления



в ЭЭС. Поэтому, в первую очередь, перспективное направление развития ЭЭС связано с совершенствованием автоматических систем управления, повышением их «интеллекта», развитием способности к адаптивному поведению и осуществлению комплексной оптимизации функционирования ЭЭС. Отличительной особенностью интеллектуальной ЭЭС является развитая способность автоматического принятия решений, самодиагностика и самовосстановление. При этом развитие систем управления должно осуществляться как на уровне ЭЭС в целом, так и отдельных энергообъектов и их оборудования.

Возможности для интеллектуализации ЭЭС в соответствии с принципами кибернетического управления в настоящее время могут быть воплощены на более глубоком уровне, что во многом обусловлено достижениями в технике и технологиях. С одной стороны, новые технологии позволяют более полно оценивать состояние больших энергосистем и более гибко управлять потоками распределением мощности в электрической сети. С другой стороны, появились возможности для развития распределенной генерации и микроэнергосистем у потребителей электроэнергии, интегрированных с ЭЭС. В целом, создание интеллектуальной ЭЭС в перспективе сопровождается внедрением множества новых технологий во всех секторах ЭЭС – от производства, передачи и распределения электроэнергии, до конечных потребителей – и нарастанием соответствующих информационно-коммуникационных связей.

Применение новых материалов для силового энергетического и электротехнического оборудования позволяет увеличить плотность энергии, преобразуемой на объектах электроэнергетики, а также расширить ресурс и продолжительность межсервисного (межремонтного) интервала. Развитые информационные системы диагностики и контроля состояния оборудования, в том числе встроенные системы диагностики, позволяют более точно определять допустимую нагрузку и необходимость проведения технического обслуживания.

Ряд новых технологий, основанных на цифровой обработке информации, открыл новые возможности в управлении ЭЭС. Например, векторные измерения электрических параметров ЭЭС (WAMS) позволяют в перспективе формировать более адекватную модель энергосистемы и протекающих процессов, точнее оценивать состояние ЭЭС и анализировать запасы устойчивости синхронных электрических машин и др. Развитая информационная сеть предоставила возможность контроля состояния распределенных источников энергии в диспетчерских центрах. Цифровые устройства релейной защиты и автоматики помогают реализовывать более совершенные алгоритмы обнаружения и локализации нарушений в работе ЭЭС. Использование информационной шины на цифровой подстанции расширяет возможности

контроля и управления, в том числе дистанционного. Интеллектуальные средства измерений (AMI) у потребителей позволяют контролировать электропотребление и реализовывать как новые алгоритмы технологического управления, так и стимулирующие механизмы управления спросом.

Основные ожидания, связанные с построением интеллектуальной энергосистемы, включают достижение следующих целей и возможностей в соответствующих секторах электроэнергетики:

- производство электроэнергии – повышение степени готовности электростанций при авариях в ЭЭС;
- передача электроэнергии – автоматическая реконфигурация электрической сети и более гибкое распределение потоков электроэнергии;
- распределение электроэнергии – повышение уровня наблюдаемости электрической сети и внедрение телеуправления;
- потребление электроэнергии – обеспечение технологического присоединения к ЭЭС, включая потребителей и источники распределенной генерации, задач саморезервирования.

В целом, в интеллектуальной энергосистеме должны получить развитие следующие задачи:

- идентификация расчетной модели ЭЭС с помощью технологии синхронных измерений;
- совершенствование системы противоаварийного управления с реализацией принципов прогнозирования развития аварийных ситуаций с оптимальным управлением в динамических режимах;
- контроль и управление электропотреблением со стороны диспетчерских центров;
- повышение надежности и качества электропитания, снижение времени восстановления электропитания при аварийном отключении.

2.5.2 Нормативная база

Формирование интеллектуальной энергосистемы требует одновременного развития нормативно-правовой базы и разработки новых документов по стандартизации. При этом на законодательном уровне необходимо развивать механизмы практической поддержки проектов, относящихся к инфраструктуре и объектам интеллектуальных энергосистем. Координацию конкретных проектов целесообразно осуществлять под эгидой федеральных министерств. Стандартизации отводится ведущая роль в вопросах терминологии, концептуального проектирования и моделирования, выработки общих технических требований и типовых решений, регламентации технологических процессов, методического обеспечения и т. п.

На законодательном уровне необходимо разработать критерии, позволяющие проводить однозначную идентификацию новых технических решений, относящихся к интеллектуализации ЭЭС. Идентификация технических решений может быть проведена, во-первых, путем детализации Переч-



ня приоритетных и критически важных технологий в области интеллектуальных энергосистем (в развитие указов Президента РФ от 21.05.2006 №842-843) в нормативном документе, утверждаемом Правительством РФ. Во-вторых, на уровне Постановления Правительства РФ целесообразно определить критерии отнесения проектов строительства, модернизации и технического перевооружения объектов электроэнергетики к инфраструктуре интеллектуальных энергосистем.

Для мониторинга степени внедрения новых технических решений в ЭЭС при выполнении регулярных работ и планирования перспективного развития электроэнергетики (согласно Постановлению Правительства РФ от 17.10.2009 №823) необходимо установить показатели инновационного развития электроэнергетики, применяемые при разработке программных отраслевых документов.

На уровне федеральных министерств должна быть организована работа по координации конкретных проектов по формированию интеллектуальных энергосистем с учетом возможных сроков реализации, территориального размещения, механизмов финансирования и т. п. Соответствующий Перечень пилотных проектов по созданию инфраструктуры и объектов интеллектуальных энергосистем, реализуемых акционерными обществами с государственным участием, госкорпорациями и ФГУП, может быть принят приказом Минэнерго России. Реализацию пилотных проектов целесообразно проводить с участием Минпромторг России, координирующего технологическую поддержку со стороны инновационно-промышленных кластеров.

2.5.3 Основные направления стандартизации

На уровне федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) необходимо организовать работу по стандартизации, включающую формирование Программы стандартизации в области интеллектуальных энергосистем и разработку базовых стандартов.

При этом терминологические и концептуальные положения, относящиеся к области интеллектуальных энергосистем и их архитектуре, могут быть стандартизированы путем разработки и принятия национальных стандартов (предварительных), в т. ч.:

- Интеллектуальные электроэнергетические системы. Термины и определения.
- Интеллектуальные электроэнергетические системы. Архитектура системы и модели взаимодействия.

Стандартизация новых технологий для интеллектуальных энергосистем должна носить системный характер, что будет способствовать облегчению процесса внедрения и распространения новых технологий при развитии ЭЭС. С этой целью необходимо разработать Программу стандартизации в области интеллектуальных энергосистем. В

первую очередь, Программа должна способствовать решению вопросов технологической интеграции объектов, составляющих интеллектуальную энергосистему, в существующие ЭЭС в процессе нового строительства или модернизации (реконструкции, технического перевооружения) объектов электроэнергетики. В части технологий управления и информационных технологий необходимо стандартизировать структуру, модель, функциональные требования соответствующих систем, а также установить требования по обеспечению их кибербезопасности.

В целом, Программа стандартизации должна включать основные направления стандартизации как силовой, так и коммуникационно-информационной составляющих интеллектуальной энергосистемы. При этом стандартизация охватывает три уровня иерархии: энергосистема, энергообъект и оборудование. Соответственно можно выделить следующие направления:

Общесистемные вопросы

- Системы диспетчерского управления (SCADA/EMS), использующие данные синхронных векторных измерений (WAMS).

- Адаптивная автоматическая защита и противоаварийное управление (WAMPAC) с развитым логико-аналитическим ядром для прогнозирования развития аварийных ситуаций и выбора оптимального управляющего воздействия («искусственный интеллект»).

- Моделирование энергосистемы на основе общей информационной модели (CIM), визуализация информационных комплексов.

- Расчетная оценка надежности ЭЭС на горизонте оперативного и долгосрочного планирования, анализ трендов и формирование отчетности по показателям надежности ЭЭС и аварийности оборудования.

- Автоматизация распределительных электрических сетей (DMS), в т. ч. обеспечение автоматической реконфигурации и ограничения уровней токов КЗ.

- Проектирование и управление микроэнергосистемой (microgrid), в т. ч. на основе мультиагентной технологии.

- Управление электропотреблением (DSM), надежностью и качеством электроснабжения.

- Системы автоматической тарификации и финансовых расчетов (биллинг).

- Геоинформационные системы (GIS) управления производственными фондами.

Объекты интеллектуальной энергосистемы

- Электростанции на базе возобновляемых источников (RES).

- Распределенная генерация на стороне потребителя (DER) и интерфейсы для интеграции в энергосистему

- «Виртуальные» электростанции и системы управления ими.

- Необслуживаемые подстанции, подстанции



на базе цифровых устройств и систем управления («цифровая подстанция»).

- Преобразователи и вставки постоянного тока на базе силовой электроники (HVDC, FACTS, VSC).

- Кабельные передачи высокого напряжения постоянного и переменного тока.

- Воздушные линии электропередачи с системой контроля токовой нагрузки (DLR) и состояния конструктивной части.

- Развитые системы измерений у потребителей (AMI) и системы автоматизации энергопотребления зданий (BMS);

- Кибербезопасность при управлении технологическими процессами.

Силовое и информационно-коммуникационное оборудование и устройства

- Типовые установки распределенной генерации.

- Кабели и токоограничивающие устройства на базе ВТСП.

- Газоизолированные линии (GIL) и трансформаторы;

- Силовые аппараты сверхвысокого напряжения переменного и постоянного тока;

- Накопители энергии на базе аккумуляторных батарей большой емкости (АББЭ).

- Интеллектуальные устройства контроля и управления (IED).

- Модели информационного взаимодействия устройств и систем.

- Развитые системы мониторинга и диагностики оборудования.

2.5.4 Организационная и научно-методическая поддержка

Работы по приведенным направлениям стандартизации целесообразно проводить с участием Минэнерго России, субъектов электроэнергетики и экспертного сообщества, используя для взаимодействия организационную форму технологических платформ, в т. ч.:

- «Интеллектуальная энергетическая система России» (координатор – РЭА Минэнерго России);

- «Малая распределенная энергетика» (координаторы – ЗАО «АПБЭ», ОАО «ИнтерРАО ЕЭС» и др.);

- «Перспективные технологии возобновляемой энергетики» (координатор – ОАО «РусГидро»);

- «Технологии механотроники, встраиваемых систем управления, радиочастотной идентификации и роботостроение» (координаторы – МФТИ, Роснано, ЦНИИ РТК).

Для организации работ по стандартизации в отмеченных направлениях требуется также проведение ряда приоритетных научных исследований (НИР) и консалтинговых работ, включая следующие:

- Анализ направлений стандартизации в области терминологии, методологии анализа и синтеза систем Smart Grid на базе зарубежного и

отечественного опыта и теории кибернетических систем (РАН, CIGRE, CIGRE, EPRI и др.);

- Анализ программ разработки и развития стандартов для интеллектуальной электроэнергетики зарубежных организаций по стандартизации (IEC (МЭК), CEN-CENELEC-ETSI (Евросоюз), NIST (США) и др.) и разработка рекомендаций для России;

- Анализ и проработка условий применения и адаптации международных стандартов (МЭК, IEEE (США) и др.) для развития национальной стандартизации интеллектуальных энергосистем в России;

- Анализ условий становления и разработка структуры системы стандартизации требований по надежности и качеству электроснабжения потребителей электроэнергии и формирование предложений по реализации в рамках создания интеллектуальных энергосистем.

Приложения

1. Термины и определения
2. О состоянии и развитии нормативно-технической базы электроэнергетики
3. Методология разработки и применения национальных стандартов в электроэнергетике
4. Состав Технических комитетов Росстандарта в электроэнергетике
5. Перечень основных действующих НПА в сфере обеспечения надежности в электроэнергетике
6. Перечень реестров основных действующих в электроэнергетике НТД
7. О деятельности Североамериканского объединения по надежности и структуре его стандартов
8. Создание и основные задачи Центра нормативно-технического обеспечения в электроэнергетике
9. Стандартизация метрологического обеспечения в электроэнергетике
10. О стандартизации разработки и внедрения интеллектуальных электроэнергетических систем
11. О нормировании тренажерной подготовки персонала электроэнергетики
12. Протоколы заседаний НТК НП «НТС ЕЭС»:
 - Деятельность Системного оператора в развитии системы стандартизации и сертификации (от 9 июля 2012 г.)
 - Проблемы и задачи организации технического регулирования в электроэнергетике (от 8 декабря 2011 г.)
 - Анализ зарубежного опыта технического регулирования в электроэнергетике и вопросы развития системы стандартизации для продвижения инновационной политики в электроэнергетике (от 5 июля 2012 г.)
 - Основные направления развития системы нормативно-технического обеспечения в электроэнергетике (от 6 декабря 2012 г.)



• Анализ зарубежного опыта развития интеллектуальных энергосистем и их стандартизации (от 21 февраля 2013 г.)

13. Предложения в Программу первоочередных мероприятий и разработки стандартов на период до 2016 года.

Авторский коллектив

Джинчарадзе Александр Константинович, директор по нормативно-техническим вопросам ФГБУ «РЭА», д.т.н., профессор.

Миль Инна Анатольевна, начальник отдела организации бюджетной деятельности ФГБУ «РЭА», аспирант.

Левина Лариса Анатольевна, заместитель генерального директора НП «ИНВЭЛ», к.ю.н.,

Свириденко Олег Николаевич, руководитель департамента нормативно-технической политики НП «ИНВЭЛ».

Самков Вячеслав Михайлович, первый заместитель директора ФГУП «ВНИИНМАШ», к.т.н.

Иванов Алексей Владимирович, заместитель заведующего отделом электротехники и энергетики ФГУП «ВНИИНМАШ».

Кучеров Юрий Николаевич, начальник Департамента технического регулирования ОАО «СО ЕЭС», д.т.н.

Федоров Юрий Геннадьевич, главный специалист Департамента технического регулирования ОАО «СО ЕЭС».

Сапаров Михаил Исаевич, заведующий лабораторией ОАО «ЭНИН им Г.М. Кржижановского», к.т.н.

Ольховский Гурген Гургенович, президент ОАО «ВТИ», д.т.н., член-корр. РАН.

Хромова Нина Анатольевна, директор департамента формирования и ведения информационных ресурсов ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ».

Софьин Владимир Владимирович, директор по инновационному развитию ОАО «ФСК ЕЭС».

Жулев Александр Николаевич, Начальник Центра нормативно-технического обеспечения Дирекции по управлению проектами ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС».

Башук Денис Николаевич, Генеральный директор ОАО «ОГК-2».

Вивчар Антон Николаевич, заместитель директора НП «Совет производителей электроэнергии», к.г.н.

Михайлов Игорь Анатольевич, генеральный директор ОАО «Теплоэлектропроект».

Гетманов Евгений Андреевич, заместитель главного инженера ОАО «Теплоэлектропроект».

Магид Сергей Игнатьевич, генеральный директор ЗАО «Тренажеры электрических станций и сетей», главный редактор журнала «Надежность и безопасность энергетики», д.т.н., профессор.

Неуймин Валерий Михайлович, ведущий специалист ООО «ИНТЕР РАО – Управление электрогенерацией», к.т.н.

Чернецов Виктор Федорович, заместитель начальника Департамента метрологического обеспечения и АСУ ТП – главный метролог ОАО «ФСК ЕЭС».

