

# Три пятилетки надёжности



Главный диспетчерский центр АО «СО ЕЭС»

17 июня 2017 года исполняется 15 лет со дня образования Системного оператора Единой энергетической системы — компании, осуществляющей оперативно-диспетчерское управление ЕЭС России. За это время облик российской электроэнергетики кардинально изменился — сама отрасль была реформирована, сформировался рынок, вступили в силу новые правила и механизмы, регулирующие деятельность энергокомпаний и потребителей. Эти изменения не обошли стороной и Системный оператор, однако, даже находясь в эпицентре преобразований, компания придерживалась заложенных при её создании принципов и неизменно поддерживала надёжную и эффективную работу национальной энергосистемы.



Ерохин П.М.



Аюев Б.И.

## НА ВОЛНЕ РЕФОРМ

Идея о создании независимого системного оператора Единой энергосистемы зародилась задолго до появления компании. Впервые она была высказана ещё в 1998 году в рамках рабочей группы при руководстве РАО «ЕЭС России», которая занималась разработкой концепции реформирования электроэнергетики. В числе участников группы были заместитель директора ОДУ Урала — директор ТРДЦ ФОРЭМ (в будущем генеральный директор ОДУ Урала) Пётр Ерохин и будущий Председатель Правления Системного оператора, а на тот момент заместитель директора ТРДЦ ФОРЭМ ОДУ Урала Борис Аюев.

Именно независимость органа оперативно-диспетчерского управления от всех остальных субъектов отрасли вкупе с обязательностью выполнения ими диспетчерских команд и указаний должны были стать (и стали) гарантией сохранения технологического единства Единой энергосистемы в процессе реформирования — когда старые административно-командные методы перестали работать, а новые принципы и отношения ещё находились на стадии формирования.

При разработке новой модели принимался во внимание международный опыт, который был тщательно изучен участниками рабочей группы. В итоге наиболее эффективной для российских реалий, как на стадии реформирования, так и после него, была признана модель с выделением функции оперативно-диспетчерского управления в самостоятельную, независимую государственную компанию. По прошествии 15 лет можно уверенно констатировать, что это решение было правильным, что подтверждают и последние тенденции, согласно которым многие страны, где эта функция закреплена за сетевыми компаниями, задумались о создании независимых системных операторов, а Мексика, Великобритания и Индия уже пошли по пути создания отдельного системного оператора.

В 2001 году в рамках рабочей группы по реформированию начала работать проектная группа «Системный оператор», разрабатывавшая страте-

гию изменения системы управления электроэнергетическими режимами, а уже 17 июня 2002 года новая компания — ОАО «Системный оператор — Центральное диспетчерское управление Единой энергетической системы» — была официально зарегистрирована. Организационной основой Системного оператора стала опробованная десятилетиями трёхуровневая система, существовавшая в отрасли с середины 1950-х и состоявшая из Центрального диспетчерского управления, Объединённых диспетчерских управлений и диспетчерских служб энергосистем. Соответственно ей выстраивалась и организационная структура новой компании с Главным диспетчерским центром в Москве, объединёнными диспетчерскими управлениями, отвечающими за контроль электроэнергетического режима семи энергообъединений, и региональными диспетчерскими управлениями, ответственными за режим территориальных энергосистем в 79 субъектах Российской Федерации.

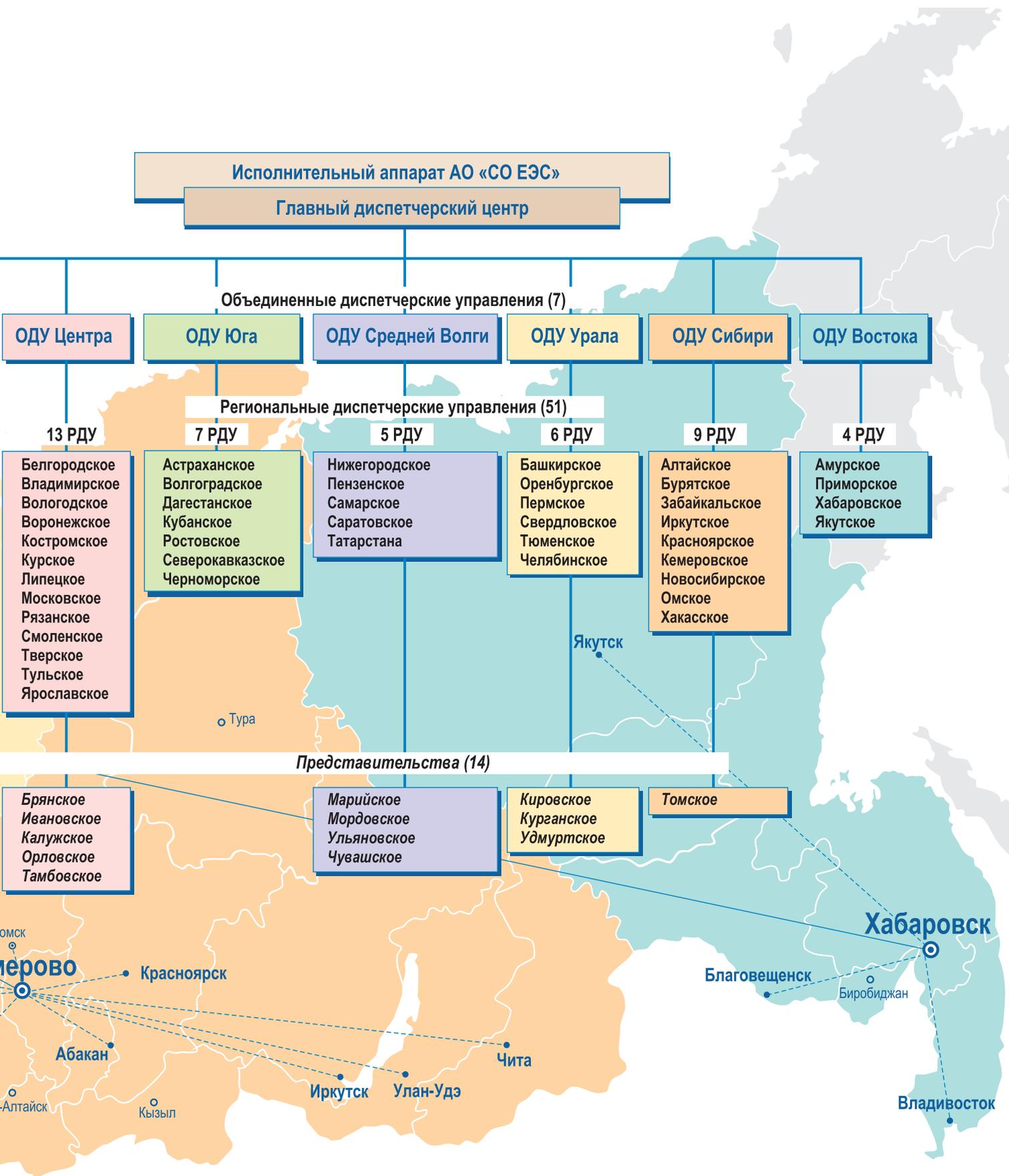
Вскоре после образования Системного оператора началась передача функций оперативно-диспетчерского управления из АО-энерго (дочерних структур ОАО «РАО ЕЭС») в филиалы вновь созданной компании — региональные диспетчерские управления. В самом Системном операторе вспоминают, что этот процесс не всегда проходил гладко. Сама идея передачи всех функций оперативно-диспетчерского управления сторонней компании



*Передача функций оперативно-диспетчерского управления в ОДУ Урала*

# Структура АО «Системный оператор ЕЭС»





многим казалась сомнительной. Приходилось преодолевать сопротивление на местах, где многие директора АО-энерго выступали за создание собственных диспетчерских служб, которые получали бы команды от Системного оператора и транслировали их на объекты диспетчеризации. В основе этой по сути инерционной позиции лежала логика, присущая советской системе оперативно-диспетчерского управления. Проблема заключалась в том, что эта логика не работала в новой экономической системе, и взаимоотношения между уровнями оперативно-диспетчерского управления необходимо было пересматривать и серьёзно менять, чтобы система могла функционировать в условиях рынка электроэнергии и мощности. Но были и другие причины отказа от такого варианта. ЕЭС России отличается от других энергосистем мира огромным количеством станций, наша сеть имеет большую протяжённость, сильно загружена, её необходимо максимально эффективно использовать. Организовать работу ЕЭС из диспетчерского центра, который не подчиняется организации, отвечающей за эффективность и надёжность функционирования энергосистемы, было проблематично. Поэтому руководство Системного оператора было непреклонным: существование параллельных диспетчерских служб невозможно, оно способно внести путаницу в процесс управления режимами и тем самым снизить надёжность работы региональ-

ных энергосистем и ЕЭС России в целом. К тому же законодательство чётко позиционировало оперативно-диспетчерское управление как монопольный вид деятельности, осуществляемый именно Системным оператором.

В итоге процесс создания РДУ имел множество особенностей и нюансов. Чтобы их учесть, решено было сначала на пилотных проектах опробовать процесс выделения функций управления электроэнергетическим режимом энергосистем и передачи их в создаваемые РДУ. Окончательно же процесс создания единой вертикали оперативно-диспетчерского управления ЕЭС России завершился к ноябрю 2008 года.

### ЖИЗНЬ В УСЛОВИЯХ РЫНКА

После создания Системного оператора и формирования новой организационной системы управления режимами встала задача перевода энергетики на рыночные рельсы. Эта задача усложнялась тем, что, несмотря на все драматические преобразования, необходимо было сохранить стабильную работу энергосистемы — повышение аварийности могло свести на нет все планы о реформации. Нужно было создать технологическую инфраструктуру оптового рынка электроэнергии и мощности.

Запуск рынка требовал расчёта режимов в режиме реального времени. Старая технология планирования на основе модели, включавшей агрегированные генераторные и нагрузочные группы, была уже не способна это обеспечить. Тогда было принято решение разработать математическую модель на основе электрической расчётной схемы сети. Необходимый для этого расчёт синтезированной схемы Европейской части ЕЭС России был сделан уже в первые месяцы работы компании. В процессе подготовки единой расчётной модели ЕЭС были созданы фрагменты расчётных схем всех ОЭС, разработаны механизмы стыковки фрагментов единой расчётной модели и её актуализации — процедуры приведения модели к виду, описывающему текущее состояние электроэнергетической системы на каждый час планируемых суток. Помимо традиционных факторов, определяющих ежедневный режим работы энергосистемы (сезонная и суточная динамика потребления, ремонты оборудования, топология сети, топливообеспечение генерации и др.), нужно было учитывать рыночные факторы — например, цену, ежедневно складывающуюся по результатам предложений генераторов.

Переход от регулируемого оптового рынка к конкурентному начался в ноябре 2003 г. с запуском на ФОРЭМ сектора свободной торговли электроэнергией «5—15». Согласно его правилам, произ-



*Передача функций регионального оперативно-диспетчерского управления от ОАО «Тулэнерго» в Тульское РДУ*

водитель мог продать от 5 до 15 % выработанной электроэнергии по свободным нерегулируемым ценам. Сектор «5—15» стал своеобразным полигоном, на котором отрабатывались механизмы и принципы конкурентной торговли электроэнергией. Работа свободного сектора дала возможность наладить взаимодействие Системного оператора и Администратора торговой системы (компании, которая организует торговлю на оптовом рынке электрической энергии и мощности), спроектировать и проверить в работе всё необходимое для биржевой торговли программное обеспечение. Но главное — была подтверждена работоспособность созданной модели, внедрённых рыночных механизмов и рыночной инфраструктуры.

Многие принципы, отработанные в секторе «5—15», перешли в новый оптовый рынок, пришедший на смену ФОРЭМ, в частности, принцип почасового планирования с почасовой ответственностью участников за его результаты, принцип узлового маржинального ценообразования, механизм проведения торгов, при котором их результаты максимально исполнимы физически.

С 1 сентября 2006 года были введены Новые правила функционирования оптового рынка электроэнергии (мощности) и упразднён сектор свободной торговли электроэнергией «5—15». Запущенный тогда механизм часто называют «Новым оптовым рынком электроэнергии и мощности» (НОРЭМ). Эти правила изменили всю систему взаимоотношений покупателей и поставщиков электроэнергии — в регулируемом секторе она продавалась по регулируемым тарифам, в секторе свободной торговли (рынок на сутки вперёд и балансирующий рынок) — по свободным (конкурентным) ценам. В течение переходного периода происходила либерализация рынка, то есть поэтапное сокращение доли регулируемого сектора. К началу 2011 года вся электроэнергия в России (за исключением объёма, поставляемого населению) уже продавалась и покупалась по свободным, нерегулируемым ценам.

Выбранная на этапе разработки реформы модель оптового рынка кроме оптового рынка электроэнер-

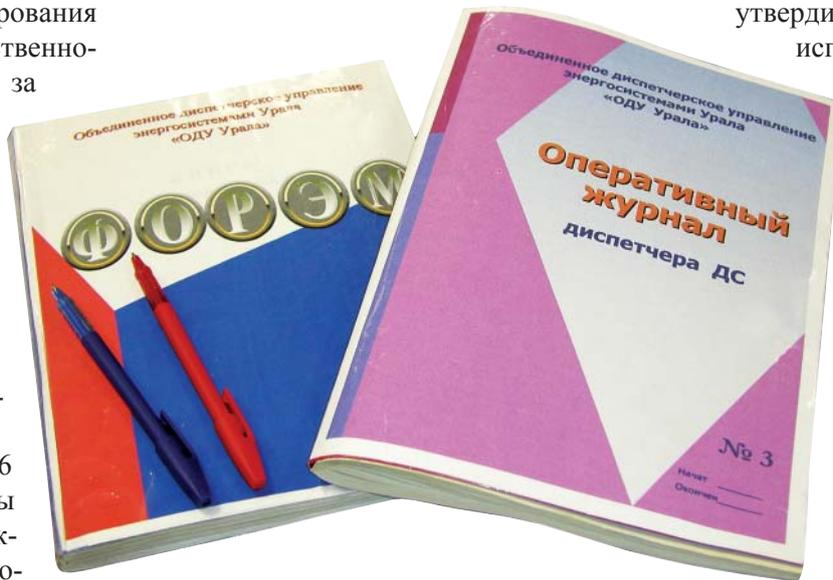
гии предусматривала ещё два сектора: оптовый рынок мощности и рынок услуг по обеспечению системной надёжности.

В феврале и апреле 2010 года вышло два постановления Правительства РФ, определивших правила работы рынка мощности. Они создали основу для нового механизма формирования долгосрочных обязательств владельцев электростанций по предоставлению генерирующей мощности на рынок и гарантий её оплаты. В отличие от ранее действовавших переходных правил рынка мощности, определявших оплату за мощность на основе утверждаемых государством тарифов, новые правила предусматривали оплату на основе рыночных механизмов. На Системный оператор была возложена задача проведения конкурентного отбора мощности, допущенной на рынок.

В марте 2010 года Правительство РФ утвердило правила отбора исполнителей и оказа-

ния услуг по обеспечению системной надёжности. Системному оператору, выполняющему функции по обеспечению установленных параметров надёжности функционирования ЕЭС России, государство поручило организовать отбор субъектов электроэнергетики для оказания систем-

ных услуг — нормированного первичного регулирования частоты (НПРЧ), автоматического вторичного регулирования частоты и перетоков мощности (АВРЧМ) и регулирования реактивной мощности с использованием генерирующего оборудования электростанций, на котором в течение периода оказания соответствующих услуг не производится электрическая энергия (РРСК), а также заключение договоров, оплату оказанных услуг и координацию действий участников рынка. Для запуска механизмов рынка системных услуг Системным оператором была создана технологическая база, включающая систему мониторинга участия энергоблоков в НПРЧ. Под новые задачи была модернизирована Центральная координирующая система автоматического регулирования частоты и перетоков мощности (ЦКС АРЧМ) для управления энергоблоками, участвующими в АВРЧМ.



## ОБЕСПЕЧИВАЯ УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

Энергетику невозможно развивать, не видя далёких перспектив. Но в первые годы существования компании системы перспективного планирования в электроэнергетике просто не существовало. Именно Системный оператор выступил инициатором её воссоздания.

Целью новой системы планирования и управления развитием электроэнергетики стало обеспечение синхронизации вводов генерирующих мощностей и сетевой инфраструктуры, их технологическая совместимость для удовлетворения спроса на электрическую энергию (мощность) и предупреждение возникновения избытков или дефицитов электроэнергии в энергосистеме. Система должна была создать условия для привлечения негосударственных инвестиций и обеспечить надёжность функционирования энергосистемы в долгосрочной перспективе.

Первым шагом в этом направлении стало утверждение Правительством РФ в октябре 2009 года Правил разработки и утверждения схем и программ перспективного развития электроэнергетики. Этот документ на законодательном уровне определил цели и задачи разработки схем и программ перспективного развития электроэнергетики, закрепил основные принципы и правила их формирования, детализацию разработки, функции и сферы ответственности компаний отрасли и органов исполнительной власти.

Правила предусматривали комплексное регулирование вопросов разработки и утверждения трёх документов, формируемых для целей развития электроэнергетики: генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики, схемы и программы развития ЕЭС России, включающей в себя схему

развития Единой национальной (общероссийской) электрической сети (ЕНЭС), а также схем и программ развития электроэнергетики субъектов РФ.

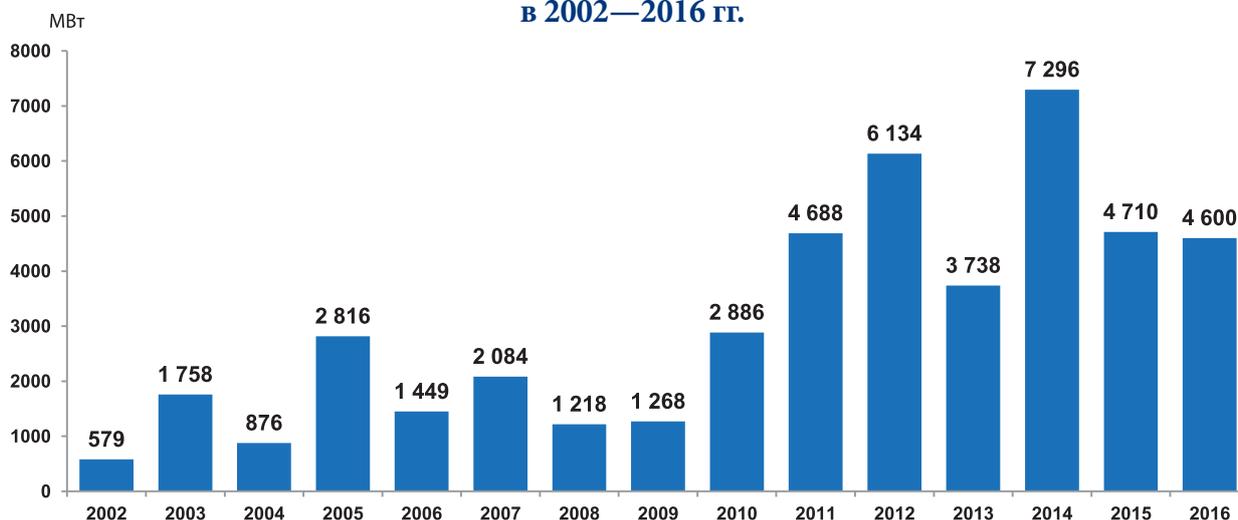
Так компания заняла своё место в новой системе перспективного развития ЕЭС. Сейчас Системный оператор и его филиалы принимают участие в разработке программ перспективного развития на всех уровнях: на региональном — в разработке органами исполнительной власти пятилетних Схем и программ развития электроэнергетики субъектов РФ, на межрегиональном — совместно с ПАО «ФСК ЕЭС» готовят семилетнюю Схему и программу развития ЕЭС России, на федеральном — участвуют в формировании 15-летней Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики, разрабатываемой Министерством энергетики РФ. Корректировка Схемы и программы развития ЕЭС осуществляется на базе перспективной расчётной модели ЕЭС Системного оператора, а разрабатываемый компанией среднесрочный прогноз спроса на электрическую энергию ложится в основу Схем и программ — как региональных, так ЕЭС России.

## НОРМАТИВНЫЙ ФУНДАМЕНТ

Как любая сложная система, состоящая из огромного числа элементов, ЕЭС России не может функционировать без единых общеобязательных технологических требований к оборудованию и правил его совместной работы. Однако в последние годы именно так она и функционировала — после того как с завершением реформы отрасли канула в лету значительная часть нормативно-технологической базы российской электроэнергетики, опиравшаяся на внутренние документы ОАО РАО «ЕЭС России».

Усилия по формированию целостной системы нормативно-технического обеспечения в электро-

**Объёмы вводов генерирующего оборудования в ЕЭС России  
в 2002—2016 гг.**





энергетике, предпринимаемые Минэнерго России и Системным оператором, принесли результат. В июне 2016 года произошло знаковое событие — были приняты изменения в Федеральный закон «Об электроэнергетике», позволяющие правительству и уполномоченным им органам исполнительной власти устанавливать обязательные требования к обеспечению надёжности и безопасности энергосистем и объектов. До этого момента законодательство не регламентировало вопрос о полномочиях правительства и федеральных органов исполнительной власти по разработке и принятию такого рода документов. Как следствие, не могли быть актуализированы и приняты в форме нормативных правовых актов детализированные технические требования, в том числе требования к надёжности и безопасности электроэнергетических систем и входящих в их состав объектов электроэнергетики. Теперь основа нормативно-технического регулирования в электроэнергетике на базе нормативных актов отраслевого регулятора — Минэнерго России — восстановлена.

### ОТВЕТЫ НА ВЫЗОВЫ ВРЕМЕНИ

Второе десятилетие двадцатого века ещё не закончилось, однако уже сейчас можно сказать, что оно оказалось богатым на события в российской электроэнергетике. В первую очередь это связано

с динамичным развитием Единой энергосистемы вследствие различных перемен в политической и социальной жизни страны. Одним из наиболее значимых событий последних лет стало проведение в 2014 году XXII Олимпийских и XI Паралимпийских зимних игр. Системный оператор провёл масштабную, длившуюся более шести лет работу по подготовке энергосистемы Краснодарского края и Сочинского энергорайона к проведению этих важнейших для страны спортивных мероприятий. Для обеспечения ввода и реконструкции объектов электроэнергетики, необходимых для надёжного электроснабжения Сочинского энергорайона, специалистами Системного оператора были согласованы проектная и рабочая документации на каждый объект, выполнены расчёты режимов, рассчитаны и выданы настройки релейной защиты и противоаварийной автоматики с учётом вновь вводимых объектов. Были обеспечены режимные условия для вводов нового оборудования: семи объектов генерации суммарной мощностью более 850 МВт, шести подстанций 220 кВ, 25 подстанций 110 кВ, 45 линий электропередачи 110—220 кВ. Представители Системного оператора входили в Оперативный штаб по обеспечению энергоснабжения олимпийских объектов, работали в составе специально созданного в г. Сочи Центра управления энергоснабжением. Оперативное взаимодействие всех участников



*Энергомост. Пуск 4-й ветки энергомоста Кубань—Крым. 11 мая 2016 г.  
Доклад Президенту РФ*

электроснабжения Олимпиады было отработано в ходе противоаварийных тренировок и командно-штабных учений. Вложенные усилия показали свою эффективность — их результатом было бесперебойное электроснабжение Сочинского энергорайона в период проведения олимпиады и паралимпиады.

Важнейшим событием 2014 года стало вхождение Республики Крым в состав Российской Федерации. Перед энергетиками стояла масштабная задача: обеспечить бесперебойное энергоснабжение республики, страдавшей от энергетической блокады, интегрировать энергосистему полуострова в состав ЕЭС России и в перспективе организовать надёжное управление электроэнергетическим режимом данного региона. В процессе проектирования, строительства и подготовки к вводу в эксплуатацию первой очереди энергомоста Кубань — Крым специалистами Системного оператора проведены рассмотрение и согласование основных технических решений, технических условий на технологическое присоединение, проектной и рабочей документации, осуществлён расчёт параметров настройки устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики в энергосистеме Крыма и Юго-Западном энергорайоне энергосистемы Кубани, выданы задания на их реализацию субъектам электроэнергетики. Были проведены необходимые расчёты электрических режимов с учётом разрыва связей с энергосистемой Украины, разработаны режимные указания и комплексные программы по вводу в работу новых линий электропередачи, оборудования и устройств в рамках реализации первого этапа сооружения энергомоста.

На финальных стадиях строительства, при подготовке к пуску и в процессе ввода в работу объектов энергомоста, Системный оператор координи-

ровал действия строительных, монтажных и эксплуатирующих организаций, диспетчерских служб ГУП РК «Крымэнерго» для достижения максимально конструктивного взаимодействия, оптимальной реализации технических решений, сокращения сроков работ. 2 декабря 2015 года состоялось включение в работу первой линии электропередачи между ЕЭС России и Крымской энергосистемой, обеспечившей совместную работу и восстановление энергоснабжения части отключённых потребителей Крыма. Включение в работу последнего элемента

энергомоста Кубань — Крым произошло 11 мая 2016 года, а 29 декабря энергосистема Крыма принята Системным оператором под централизованное оперативно-диспетчерское управление. Функции управления электроэнергетическим режимом на территории Крымского полуострова, ранее выполнявшиеся ГУП РК «Крымэнерго», приняты специально созданным для этой цели Филиалом АО «СО ЕЭС» «Региональное диспетчерское управление энергосистемы Крыма и города Севастополя» (Черноморское РДУ).

В ближайших планах компании — организация оперативно-диспетчерского управления Западным и Центральным энергорайонами Республики Саха (Якутия), присоединяемыми к ОЭС Востока. Ранее эти районы работали изолированно от ЕЭС России. Функции оперативно-диспетчерского управления на территории Республики Саха примет на себя Филиал АО «СО ЕЭС» «Региональное диспетчерское управление энергосистемы Якутии» (Якутское РДУ).

\* \* \*

За полтора десятилетия Системным оператором пройден большой путь: сформирована работоспособная система управления электроэнергетическими режимами ЕЭС России, в которую успешно встроены рыночные механизмы, чутко реагирующая на любые изменения и позволяющая успешно поддерживать надёжность работы Единой энергосистемы. Уникальный опыт, накопленный специалистами компании, современная техническая база, оптимально выстроенные деловые и технологические процессы — тот багаж, с которым Системный оператор подошёл к своему 15-летию.