

## НОВОСТИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ

### Системный оператор Единой энергетической системы

#### Выработка и потребление электроэнергии и мощности

*По оперативным данным АО «СО ЕЭС», потребление электроэнергии в Единой энергосистеме России в сентябре 2016 г. составило 77,4 млрд. кВт·ч, что на 1,9% больше объёма потребления за сентябрь 2015 г.*

*Потребление электроэнергии в сентябре 2016 г. в целом по России составило 79,3 млрд. кВт·ч, что на 1,6% больше, чем в сентябре 2015 г.* Суммарные объёмы потребления и выработки электроэнергии в целом по России складываются из показателей электропотребления и выработки объектов, расположенных в Единой энергетической системе России, и объектов, работающих в изолированных энергосистемах (Таймырской, Камчатской, Сахалинской, Магаданской, Чукотской, энергосистеме Центральной и Западной Якутии, а также в Крымской энергосистеме). Фактические показатели работы энергосистем изолированных территорий представлены субъектами оперативного-диспетчерского управления указанных энергосистем.

В сентябре 2016 г. электростанции ЕЭС России выработали 79,5 млрд. кВт·ч, что на 2,5% больше, чем в сентябре 2015 г. Выработка электроэнергии в России в целом в сентябре 2016 г. составила 81,1 млрд. кВт·ч, что на 2,3% больше выработки в сентябре прошлого года.

Основную нагрузку по обеспечению спроса на электроэнергию в ЕЭС России в сентябре 2016 г. несли тепловые электростанции (ТЭС), выработка которых составила 43,9 млрд. кВт·ч, что на 0,6% меньше, чем в сентябре 2015 г. Выработка ГЭС за тот же период составила 16,1 млрд. кВт·ч (на 17,7% больше уровня 2015 г.), АЭС – 15,0 млрд. кВт·ч (на 1,9% меньше уровня 2015 г.), электростанций промышленных предприятий – 4,6 млрд. кВт·ч (на 1,1% больше уровня 2015 г.).

Максимум потребления мощности в ЕЭС России в сентябре 2016 г. составил 122 915 МВт, что на 3,5% больше аналогичного показателя сентября 2015 г.

Увеличение потребления электрической энергии и мощности в минувшем сентябре связано с более низкой по сравнению с прошлым годом среднемесячной температурой наружного воздуха. В сентябре 2016 г. её значение по ЕЭС России составило 11,9°C, что на 0,8°C ниже, чем в сентябре прошлого года.

Потребление электроэнергии за 9 мес 2016 г. в целом по России составило 760,6 млрд. кВт·ч, что на 1,0% больше, чем за тот же период 2015 г. В ЕЭС России потребление электроэнергии с начала года составило 740,6 млрд. кВт·ч, что на 1,1% больше, чем в январе – сентябре 2015 г. Без учёта влияния дополнительного дня високосного года электропотребление по ЕЭС России и по России в целом увеличилось на 0,7 и 0,6% соответственно.

С начала 2016 г. выработка электроэнергии в России в целом составила 773,5 млрд. кВт·ч, что на 1,4% больше объёма выработки в январе – сентябре 2015 г. Выработка электроэнергии в ЕЭС России за 9 мес 2015 г. составила 756,6 млрд. кВт·ч, что на 1,3% больше показателя аналогичного периода прошлого года. Без учёта влияния дополнительного дня високосного года выработка электроэнергии по ЕЭС России и по России в целом увеличилась соответственно на 0,9 и 1,0%.

Основную нагрузку по обеспечению спроса на электроэнергию в ЕЭС России в течение 9 мес 2016 г. несли ТЭС, выработка которых составила 438,4 млрд. кВт·ч, что на 0,2% меньше, чем в январе – сентябре 2015 г. Выработка ГЭС за тот же период составила 135,0 млрд. кВт·ч (на 11,5% больше, чем за 9 мес 2015 г.), АЭС – 139,8 млрд. кВт·ч (на 3,3% меньше, чем в аналогичном периоде 2015 г.), электростанций промышленных предприятий – 43,3 млрд. кВт·ч (на 3,8% больше показателя января – сентября 2015 г.).

Данные за сентябрь и 9 мес 2016 г. приведены в таблице.

#### Техническое совещание

*В Великом Новгороде прошло техническое совещание руководителей технологического функционального блока Системного оператора с заместителями генеральных директоров филиалов АО «СО ЕЭС» – объе-*

ОЭС	Выработка, млрд. кВт·ч		Потребление, млрд. кВт·ч	
	Сентябрь 2016 г.	Январь – сентябрь 2016 г.	Сентябрь 2016 г.	Январь – сентябрь 2016 г.
Востока (с учётом изолированных систем)	3,5 (4,2)	34,8 (1,9)	3,0 (1,5)	32,1 (2,1)
Сибири (с учётом изолированных систем)	16,0 (-1,7)	156,3 (3,0)	15,8 (-3,3)	156,3 (1,1)
Урала	20,2 (-1,0)	187,2 (-0,8)	19,9 (-0,3)	187,9 (-0,3)
Средней Волги	7,7 (6,9)	77,3 (0,3)	8,3 (8,5)	76,3 (0,9)
Центра	18,9 (6,2)	168,2 (-2,4)	18,3 (4,6)	170,5 (1,5)
Северо-Запада	7,9 (3,9)	76,6 (4,9)	7,0 (4,0)	66,8 (2,2)
Юга	7,0 (4,2)	73,2 (10,9)	7,0 (1,6)	70,6 (1,6)

Примечание. В скобках приведено изменение показателя в процентах относительно аналогичного периода 2015 г.

*диспетчерских управлений (ОДУ).* По видеоконференцсвязи в совещании также приняли участие директор по управлению режимами – главные диспетчеры, директора по техническому контроллингу, директора по развитию технологий диспетчерского управления филиалов Системного оператора ОДУ. Совещание проходило под руководством заместителя председателя правления АО “СО ЕЭС” Сергея Павлушко.

Открывая совещание, Сергей Павлушко сделал обзор основных событий в энергетической отрасли, подвёл итоги работы Системного оператора за период с момента проведения предыдущего технического совещания в апреле 2016 г. и рассказал об основных задачах, стоящих перед технологическим функциональным блоком.

Важными направлениями работы Системного оператора в этот период стали создание необходимых режимных условий для проведения весенне-летней ремонтной кампании и обеспечение вводов сетевого и генерирующего оборудования. Специалисты Системного оператора работали и реализовали режимные мероприятия для ввода в работу более 1,5 ГВт генерирующих мощностей, одной линии электропередачи (ВЛ) 500 кВ и пяти ВЛ 220 кВ, а также оборудования подстанции (ПС) 500 кВ. В энергосистеме Крыма обеспечен ввод в эксплуатацию оборудования ПС 220 кВ. В энергосистеме Республики Татарстан, впервые в ЕЭС России, реализован проект дистанционного управления (телеуправления) оборудованием подстанций 500 кВ из диспетчерских центров АО “СО ЕЭС” и центра управления сетями ОАО “Сетевая компания”.

Сергей Павлушко коснулся вопросов совершенствования нормативно-технического регулирования в электроэнергетике, отметив, что в июне этого года в Федеральный закон “Об электроэнергетике” внесены изменения, в соответствии с которыми Правительство Российской Федерации и федеральные органы исполнительной власти наделены полномочиями по установлению обязательных требований к обеспечению надёжности и безопасности электроэнергетических систем и объектов электроэнергетики. Таким образом, появились правовые основания для принятия новых и актуализации ранее принятых нормативно-технических документов в сфере электроэнергетики. Также введён в действие новый национальный стандарт в области релейной защиты и автоматики, утверждён стандарт организации АО “СО ЕЭС” по автоматическому противоаварийному управлению режимами энергосистем.

Член правления, директор по техническому контроллингу Павел Алексеев доложил о результатах проведённой в 2016 г. плановой проверки деятельности АО “СО ЕЭС” Ростехнадзором и сформулировал задачи по безусловному и полноценному устранению полученных предписаний. Также Павел Алексеев рассказал о порядке организации и проведения проверок готовности филиалов АО “СО ЕЭС” и субъектов электроэнергетики к работе в ОЗП 2016/17 гг. Он подчеркнул, что во время проверок энергокомпаний особое внимание нужно обращать на длительно выведенные из работы устройства РЗА, выполнение заданий по настройке параметров работы РЗА и реализацию мероприятий по результатам расследования аварий, а также мероприятий, включённых в приказ Минэнерго об утверждении перечня регионов с высокими рисками нарушения электроснабжения. Проверки готовности к работе в ОЗП филиалов сетевых компаний должны быть завершены после окончания пробных плавов гололёда в соответствии с согласованными диспетчерскими центрами Системного оператора графиками.

Заместитель главного диспетчера по режимам Владимир Дьячков представил доклад о разработке проекта национального стандарта по устойчивости энергосистем. Он отметил, что в настоящее время требования к устойчивости энергосистем, соответствующие терминология, принципы, правила и методология расчётов области допустимых режимов работы энергосистем, а также максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях (МДП и АДП), содержатся в Методических указаниях по устойчивости энергосистем Минэнерго России и принятом в 2013 г. стандарте АО “СО ЕЭС” “Правила определения максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях диспетчерского центра ОАО “СО ЕЭС”. Новый национальный стандарт позволит решить ряд вопросов, не затронутых в названных документах. Они касаются определения ряда терминов, классификации состава и параметров нормативных возмущений, возможности превышения АДП в послеаварийных режимах и классификации ремонтных схем. Новый национальный стандарт ГОСТ Р “Требования к устойчивости энергосистем” включён в Программу разработки национальных стандартов 2016 г. (ПРНС-2016), реализуемую подкомитетом ПК-1 “Электроэнергетические системы” Технического комитета Росстандарта по стандартизации в электроэнергетике (ТК 016).

Заместитель председателя правления АО “СО ЕЭС” Фёдор Опадчий проинформировал участников совещания о том, что после выхода 20 июля 2016 г. постановления Правительства РФ № 699 “О внесении изменений в Правила оптового рынка электрической энергии и мощности” в процедуры конкурентного отбора мощности 2017 г. будет включён механизм ценозависимого потребления, предусматривающий участие потребителей в обеспечении баланса спроса и предложения в ЕЭС России. Он остановился на актуальных вопросах работы процедуры выбора состава включённого генерирующего оборудования (ВСВГО) и представил предложения по оптимизации внутренних деловых процессов, обеспечивающих работу этого важного для участников рынка механизма. Фёдор Опадчий также обсудил вопросы регламентации деятельности блока ИТ Системного оператора; сообщил, что в АО “СО ЕЭС” разработан проект Положения о порядке нормативного регулирования деятельности блока ИТ, призванного упростить и упорядочить систему документационного обеспечения работы ИТ подразделений, реализация требований которого затронет все филиалы Системного оператора.

Заместитель директора по управлению развитием ЕЭС АО “СО ЕЭС” Денис Пиленикс доложил о результатах работы созданного в Системном операторе в 2015 г. оперативного штаба по обеспечению ввода в работу объектов электроэнергетики. Он отметил, что Системный оператор осуществляет мониторинг реализации мероприятий по обеспечению ввода в работу более 75 строящихся, проходящих модернизацию, техническое перевооружение и комплексную реконструкцию генерирующих и электросетевых объектов, а также комплексов противоаварийной автоматики.

Заместитель директора по нормативно-правовому обеспечению АО “СО ЕЭС” Злата Мальцан сделала обзор недавно принятых и разрабатываемых изменений законодательства, регулирующего отношения в сфере электроэнергетики, а также представила разъяснения требований утверждённого руководством Системного оператора в августе 2016 г. нового порядка разработки и внесения изме-

нений в документы, регламентирующие технологическую деятельность АО “СО ЕЭС”.

Всего на совещании рассмотрено около двадцати вопросов. По итогам совещания сформированы поручения, направленные на решение актуальных задач по всем направлениям деятельности технологического блока Системного оператора и его филиалов.

В рамках технического совещания состоялся круглый стол, на котором обсуждались текущие вопросы технологической деятельности АО “СО ЕЭС” и повышения эффективности взаимодействия Системного оператора с субъектами электроэнергетики, в том числе при предотвращении и ликвидации нарушений нормального электроэнергетического режима.

## Развитие отраслевой стандартизации

*1 сентября введён в действие национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 56865-2016 “Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Релейная защита и автоматика. Технический учёт и анализ функционирования. Общие требования”.* Новый национальный стандарт был разработан АО “СО ЕЭС” совместно с ОАО “ЭНИН” и ФГУП ВНИИНАШ при участии ОАО “Фирма ОРГРЭС” в рамках деятельности технического комитета по стандартизации ТК 016 “Электроэнергетика” Росстандарта.

ГОСТ Р 56865-2016 утверждён приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 24 февраля 2016 г. № 66-ст. Официальное издание национального стандарта поступило в Федеральный фонд технических регламентов и стандартов в начале июня этого года. Текст стандарта доступен для ознакомления на сайте Росстандарта.

Стандарт устанавливает общие принципы, нормы и требования, которыми следует руководствоваться при организации и осуществлении технического учёта и анализа функционирования релейной защиты и автоматики. Стандарт предназначен для генерирующих компаний, сетевых организаций, потребителей электрической энергии, а также Системного оператора и субъектов оперативно-диспетчерского управления в технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах.

ГОСТ Р 56865-2016 разработан на базе отраслевого документа РД 34.35.516-89 “Инструкция по учёту и оценке работы релейной защиты и автоматики электрической части энергосистем” (утверждена Главтехуправлением Минэнерго СССР 06.04.89, разработана ЦДУ ЕЭС СССР, ПО “Союзтехэнерго”, ВНИИЭ) и призван заменить данный документ в современной модели отношений между субъектами электроэнергетики и организациями отрасли.

Применение стандарта позволит улучшить систематизацию технического учёта и анализ функционирования РЗА в ЕЭС России и изолированных электроэнергетических системах и на их основе обеспечить разработку противоаварийных мероприятий в целях повышения надёжности функционирования энергосистем России.

ГОСТ Р 56865-2016 – второй национальный стандарт в области релейной защиты и автоматики, разработанный АО “СО ЕЭС”. Первым в этой области стал стандарт ГОСТ Р 55438-2013 “Взаимодействие субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии при создании (модернизации). Общие требования”, который действует с 1 апреля 2014 г.

Новый национальный стандарт пополнил перечень национальных стандартов в области оперативно-диспетчерского управления, в числе которых разработанные и принятые начиная с 2012 г. стандарты по автоматическому противоаварийному управлению режимами энергосистем, переключениям в электроустановках, регулированию частоты и перетоков активной мощности, обеспечению согласованной работы АРЧМ и автоматики управления мощностью ГЭС, а также устанавливающие требования к диспетчерским наименованиям и графическому исполнению схем электрических соединений энергообъектов.

Разработка и принятие национальных стандартов направлены на совершенствование нормативной базы оперативно-диспетчерского управления и входят в число важнейших задач АО “СО ЕЭС”, закреплённых в технической политике компании. С 2014 г. эта работа ведётся в рамках технического комитета по стандартизации ТК 016 “Электроэнергетика” Росстандарта, базовой организацией которого является АО “СО ЕЭС”.

## Развитие

*Системный оператор ввёл в промышленную эксплуатацию информационно-справочную систему ГЭС России (ИСС ГЭС), повышающую качество планирования электроэнергетического режима Единой энергосистемы.* ИСС ГЭС решает задачи сбора, обработки, хранения в единой базе данных информации о состоянии гидроэнергетических ресурсов и работе ГЭС. Использование новой системы улучшает качество процессов подготовки и передачи водно-энергетической информации субъектами электроэнергетики в АО “СО ЕЭС”, а также использования её Системным оператором в процессе оперативно-диспетчерского управления.

С вводом в эксплуатацию новой системы субъектам электроэнергетики стали доступны единый, кроссплатформенный интерфейс подготовки и передачи в Системный оператор водно-энергетической информации, передача её из сторонних программных комплексов в автоматическом режиме с использованием специализированного сервиса, проверка отправляемой информации в режиме онлайн с использованием специальных алгоритмов, что исключает возможность передачи ошибочных данных.

ГЭС обеспечивают значительную долю выработки электроэнергии в ЕЭС России: по итогам 2015 г. – 17,07% общей выработки, в первом полугодии 2016 г. – 16,3%. Поэтому получение исчерпывающей и точной информации о работе гидроэлектростанций является важной частью планирования режимов работы ЕЭС.

Посредством ИСС ГЭС организована работа по получению водно-энергетической информации со всех гидроэлектростанций, являющихся объектами управления АО “СО ЕЭС”.

В соответствии с приказом Минэнерго России от 23.06.2012 № 340, субъекты электроэнергетики ежедневно предоставляют в диспетчерские центры АО “СО ЕЭС” водно-энергетические показатели работы гидроэлектростанций, сведения о текущих запасах воды и ежегодно – справочную информацию о запасах воды в основных водохранилищах гидроэлектростанций. Эта информация используется Системным оператором в процессе планирования электроэнергетических режимов и составления электроэнергетического баланса.



**15 сентября Системный оператор сократил до одного часа цикл расчёта планов балансирующего рынка (ПБР), завершив тем самым переход к целевой модели балансирующего рынка – ежечасному проведению расчётов электроэнергетического режима работы ЕЭС и формированию оптимальных графиков работы энергосистемы, исходя из актуальных параметров её работы.** Впервые переход к формированию графиков работы электростанций по результатам внутрисуточных расчётов ПБР был осуществлён в феврале 2006 г. – на тот момент проводился один внутрисуточный расчёт на 12-часовой интервал.

Переход на трёхчасовые расчёты ПБР (8 раз в сутки) произошёл в 2009 г., на двухчасовые (12 раз в сутки) – в 2012 г. Увеличение количества циклов таких расчётов, выполняемых в течение операционных суток, обеспечивалось как за счёт развития деловых процессов и программно-аппаратных комплексов планирования Системного оператора на всех уровнях диспетчерского управления, так и за счёт интенсификации информационно-технологического взаимодействия с участниками рынка.

Переход к ежечасным расчётам ПБР стал завершающим этапом внедрения целевой модели проведения расчётов балансирующего рынка, предусматривавшей создание автоматизированной системы оптимального распределения нагрузки между электростанциями исходя из поданных участниками рынка ценовых заявок с учётом актуальных параметров режима работы ЕЭС России. Полный цикл расчёта ПБР включает в себя актуализацию параметров работы энергосистемы, формирование актуализированной расчётной модели ЕЭС, расчёт электроэнергетического режима работы ЕЭС, формирование и доведение графиков до каждой электростанции.

“Максимально точное формирование управляющих воздействий Системного оператора с учётом актуального состояния оборудования и заявок участников является одним из необходимых условий работы балансирующего рынка. Сокращение интервала расчёта его планов позволяет точнее и оперативнее учитывать актуальное состояние ЕЭС России и заявки генерации при расчёте режимов работы, ценовых индексов, обеспечивая максимальную адекватность ценовых сигналов рынка актуальному режиму работы энергосистемы. Таким образом, при ежечасном составлении планов балансирующего рынка объекты генерирования получают возможность более оперативного, а значит более оптимального формирования графиков загрузки своего оборудования, что повышает энергоэффективность работы ЕЭС в целом, – отметил заместитель председателя правления АО “СО ЕЭС” Фёдор Опадчий. – Сокращение циклов планирования позволяет достичь увеличения эффективности загрузки генерирующего оборудования, а это выгодно всем участникам рынка электроэнергии. Системный оператор, в свою очередь, получает возможность минимизировать количество дополнительных корректирующих команд, потребность в которых возникает между регулярными циклами расчёта графика при изменении системных условий”.

В рамках подготовки к переходу на управление режимами ЕЭС России с ежечасным расчётом ПБР Системным оператором проведена работа по совершенствованию организационных и технических составляющих процедур краткосрочного внутрисуточного планирования и управления режимами работы ЕЭС: автоматизированы типовые расчётные операции, модернизирован информационный

обмен между компонентами программно-аппаратного комплекса, при помощи которого осуществляются расчёты ПБР, применены новые технические и логические подходы в подготовке информационной модели балансирующего рынка. Проведено большое количество технологических тестирований, что потребовало активного участия персонала электростанций, регламенты работы которого также нуждаются в изменениях.

### **Обеспечение вводов новых энергообъектов и проведения испытаний оборудования**

**9 сентября в селе Усть-Кан Республики Алтай введена в эксплуатацию новая солнечная электростанция мощностью 5 МВт. В торжественных мероприятиях приняли участие глава Республики Алтай Александр Бердников, директор Алтайского РДУ Виталий Кадошиников, другие руководители республики и энергетических компаний региона.** Республика Алтай является одним из самых солнечных мест в России – солнечная инсоляция (мощность) на 1 м<sup>2</sup> достигает 1390 Вт. После ввода третьей солнечной электростанции (СЭС) суммарная мощность СЭС, расположенных на территории Республики Алтай и работающих параллельно с ЕЭС России, составляет 15 МВт.

Строительство солнечной электростанции в селе Усть-Кан было включено в Схему и программу развития ЕЭС России на 2016 – 2022 гг. и реализовано в соответствии с постановлением Правительства РФ от 28.05.2013 № 449 “О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности”, которым установлены гарантии возврата инвестиций в строительство объектов возобновляемой энергетики через механизм договоров о поставке мощности по аналогии с новыми объектами традиционной генерации.

Развитие возобновляемых источников энергии оказывает положительное влияние на баланс электроэнергии Республики Алтай.

Специалисты филиала АО “СО ЕЭС” Алтайское РДУ обеспечили схемно-режимные условия для включения СЭС на параллельную работу с ЕЭС.

**Специалисты филиалов АО “СО ЕЭС” – ОДУ Урала и Свердловского РДУ разработали и реализовали комплекс режимных мероприятий для проведения испытаний и ввода в работу парогазового энергоблока мощностью 222 МВт (ПГУ-230) Академической ТЭЦ ПАО “Т Плюс”, построенной на юге Екатеринбургa.** Торжественная церемония, посвящённая пуску ПГУ-230 и вводу Академической ТЭЦ в работу, состоялась 13 сентября. В мероприятии приняли участие губернатор Свердловской обл. Евгений Куйвашев, председатель совета директоров ГК “Ренова” Виктор Вексельберг, заместитель директора – главный диспетчер Свердловского РДУ Алексей Петренко, представители органов государственной власти и местного самоуправления, руководители энергокомпаний региона.

Вводу Академической ТЭЦ в работу предшествовали испытания с включением нового объекта генерирования в сеть для проверки его готовности к промышленной эксплуатации. Во время испытаний осуществлялось тестирование ПГУ-230 в различных эксплуатационных режимах. Энергоблок непрерывно работал с номинальной нагрузкой в течение 72 ч и с минимальной нагрузкой в течение 8 ч. Кроме того, в соответствии с программой испытаний, проведена проверка параметров регулируемого диапазона

генерирующего объекта, проверена готовность нового энергоблока к участию в общем первичном регулировании частоты и устойчивой работе при выделении его на собственные нужды.

При подготовке к испытаниям ПГУ-230 специалисты ОДУ Урала и Свердловского РДУ выполнили расчёты электроэнергетических режимов Свердловской энергосистемы с учётом мощности нового объекта генерирования. Системным оператором проведены расчёты статической и динамической устойчивости энергосистемы, значений токов короткого замыкания в прилегающих электрических сетях, а также расчёты параметров настройки (уставок) устройств релейной защиты Академической ТЭЦ и электросетевых объектов, обеспечивающих выдачу мощности электростанции.

Во время испытаний генерирующего оборудования с включением его на параллельную работу с Единой энергосистемой России специалисты ОДУ Урала и Свердловского РДУ обеспечили устойчивую работу ОЭС Урала без нарушений электроснабжения потребителей. Успешное завершение испытаний подтвердило готовность нового объекта генерирования к работе.

Строительство Академической ТЭЦ осуществлялось в рамках инвестиционной программы ПАО “Т Плюс”. Проект реализуется для обеспечения тепло- и электроснабжения района Академический, где ведётся активное жилищное строительство, а также прилегающих районов Екатеринбург (Юго-Западный, Юг Центра, УНЦ).

В процессе строительства нового генерирующего объекта специалисты ОДУ Урала и Свердловского РДУ принимали участие в формировании технического задания на проектирование, согласовании проектной и рабочей документации, технических условий на технологическое присоединение к электрическим сетям. Специалисты Системного оператора участвовали в разработке программы испытаний генерирующего оборудования, а также в комплексных испытаниях и приёмке в опытную эксплуатацию каналов связи и системы сбора и передачи телеметрической информации в диспетчерский центр Свердловского РДУ. На завершающем этапе строительства энергообъекта специалистами Системного оператора проверено выполнение технических условий на технологическое присоединение к электрическим сетям.

Ввод нового объекта генерирования, работающего на основе парогазовых технологий, повысил надёжность электроснабжения потребителей г. Екатеринбурга, а также обеспечил дополнительные возможности по управлению параметрами электроэнергетического режима Свердловской энергосистемы.

## Работа с молодёжью

*С 19 по 23 сентября в Казанском государственном энергетическом университете прошла VII Международная научно-техническая конференция “Электроэнергетика глазами молодёжи – 2016”.* Конференция была организована АО “СО ЕЭС”, Российским национальным комитетом Международного совета по большому электрическим системам высокого напряжения (РНК СИГРЭ), ПАО “ФСК ЕЭС”, фондом “Надёжная смена” при поддержке Министерства образования и науки РФ и Министерства энергетики РФ.

Основные цели конференции – развитие научного и творческого потенциала молодых учёных в области электроэнергетики, стимулирование творческого мышления молодёжи, обмен новыми идеями и разработками, форми-

рование кадрового потенциала для предприятий электроэнергетической отрасли и научно-образовательных учреждений России.

Конференция “Электроэнергетика глазами молодёжи” проводится ежегодно на базе одного из ведущих российских технических вузов, осуществляющих подготовку студентов по электроэнергетическим и электротехническим направлениям. Начиная с 2010 г. конференции проводились в технических университетах Екатеринбурга, Самары, Новочеркасска, Томска и Иванова.

В этом году на конференции было представлено 469 докладов по семи научным направлениям, в ней приняли участие студенты и молодые специалисты из 58 вузов и компаний электроэнергетики. К рецензированию материалов привлечены 73 ведущих эксперта отрасли и известных учёных. Материалы конференции представляют значительный научно-технический и практический интерес для отечественной электроэнергетики.

Приветственные обращения к участникам конференции направили министр энергетики РФ Александр Новак и председатель РНК СИГРЭ, председатель правления ПАО “ФСК ЕЭС” Андрей Муров.

Лично поприветствовали участников конференции: ректор ФГБОУ ВО “КГЭУ” Эдвард Абдуллазянов, генеральный директор ОДУ Средней Волги Олег Громов, генеральный директор филиала ПАО “ФСК ЕЭС” – МЭС Волги Владимир Вашкевич, генеральный директор ПАО “ТГК-16” Эдуард Галеев, руководитель оргкомитета Молодёжной секции РНК СИГРЭ Андрей Гофман и директор фонда “Надёжная смена” Артём Королёв.

Директор по управлению персоналом АО “СО ЕЭС” Светлана Чеклецова зачитала приветственное слово председателя правления АО “СО ЕЭС” Бориса Аюева. “Конференция стала традиционной площадкой для представления и обсуждения новейших результатов научных исследований и практических достижений в области электроэнергетики, развития и укрепления научных связей компаний электроэнергетики и вузов, привлечения молодых работников, студентов и аспирантов к научно-исследовательской деятельности”, – было отмечено в обращении.

Приветствие участникам конференции также направил председатель правления – генеральный директор ПАО “РусГидро” Николай Шульгинов. Он подчеркнул, что компания РусГидро заинтересована в обучении молодых специалистов, а также отметил что научно-технические конференции дают возможность всем участникам повысить свой профессиональный уровень, являясь надёжной поддержкой укрепления фундамента энергетической отрасли, усиления популяризации профессии энергетика среди молодёжи.

Церемония открытия конференции продолжилась выступлениями пленарных докладчиков. Заместитель директора по управлению режимами ЕЭС АО “СО ЕЭС” Андрей Жуков представил доклад о перспективах развития РЗА. Доклад на тему “Исследования, разработка и внедрение оперативного многоканального локационного мониторинга гололёдно-изморозевых отложений и повреждений на проводах воздушных линий электропередачи в целях энергосбережения и предупреждения аварий” подготовил Ренат Минуллин из КГЭУ. Доклад “Перспективы формирования глобального энергетического объединения” представили Павел Коваленко из Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина и Кирилл Осинцев из Института систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН.

Пленарное заседание конференции завершилось выступлением студентов КГЭУ – победителей Международного фестиваля “Студенческая весна стран БРИКС и ШОС-2016”.

На конференции этого года впервые была реализована возможность представления стендовых докладов, дающих возможность углублённого предметного обсуждения специалистами практической реализации научно-технических разработок. Участники конференции представили свои доклады в семи тематических секциях: “Основное технологическое оборудование электростанций”, “Основное оборудование электрических сетей и систем”, “Релейная защита и автоматика энергосистем”, “Управление электроэнергетическими режимами энергосистем”, “Информационные и телекоммуникационные системы в электроэнергетике”, “Перспективные направления развития и экономика электроэнергетики”, “Образовательные технологии и программы подготовки специалистов для электроэнергетики”.

Всего было представлено 266 очных докладов, в том числе 23 стендовых доклада. Это рекордные показатели числа участников конференции, которая проводится с 2010 г. По результатам работы секций в число лауреатов конференции вошли восемь специалистов Системного оператора. Семь представителей АО “СО ЕЭС” отмечены дипломами за активное участие.

В рамках конференции проведён конкурс докладов РНК СИГРЭ, а также прошла XI Открытая молодёжная научно-практическая конференция “Диспетчеризация и управление в электроэнергетике”, в рамках которой были представлены работы по направлениям “Информационные технологии” и “Новые приборы и аппаратные комплексы”. Победители были награждены руководителем оргкомитета Молодёжной секции РНК СИГРЭ Андреем Гофманом. Конференция организована Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере ([www.fasie.ru](http://www.fasie.ru)) и является полуфиналом Всероссийской молодёжной научно-технической конференции “ИДЕЛЬ”. Конференция “ИДЕЛЬ” в свою очередь призвана отобрать лучшие работы для участия в программе “У.М.Н.И.К.” (“Участник молодёжного научно-инновационного конкурса”) – конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов, организованного при поддержке Министерства образования и науки РФ. Победители конкурса получают грант в размере 500 тыс. руб. на 2 года на развитие инновационного проекта. Отбор работ проводится по следующим направлениям: информационные технологии, медицина будущего, современные материалы и технологии их создания, новые приборы и аппаратные комплексы, биотехнологии.

В рамках конференции также был проведён круглый стол “Вузовское образование для электроэнергетики” с представителями вузов и компаний, на котором обсуждались проблемы современного российского высшего образования, опыт российских и германских технических вузов, программы компаний по взаимодействию с вузами. С докладом “Высшее техническое образование в СССР и России” на круглом столе выступил Петр Бартоломей из Уральского федерального университета им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. Ведущий эксперт отдела административных сервисов Центра сервисного обеспечения АО “СО ЕЭС” Юрий Куликов представил доклад “Корпоративная подготовка инженеров в России в контексте всемирной инициативы CДИО”. Об инженерном образовании в Германии в своём выступлении рассказал Штеффен Курт (Steffen Kurt) из Института электронных

наносистем Фраунгофера (Fraunhofer ENAS). Доклад “Информационный сервис параметров профильной кафедры вуза” подготовил Александр Егоров из Уральского федерального университета им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, а Дамир Губаев из КГЭУ рассказал об опыте взаимодействия вуза с работодателем на примере КГЭУ.

На конференции были подписаны соглашения об информационном взаимодействии и публикации результатов мероприятия с ФГБОУ ВО “ИГЭУ”, являющимся учредителем журнала “Вестник Ивановского государственного энергетического университета”; ФГБОУ ВО “ИрНИТУ” – учредителем журнала “Вестник Иркутского государственного технического университета”; ФГБОУ ВО “НИУ “МЭИ” – учредителем журнала “Вестник МЭИ”; ОАО “ЭЛЕКТРОЗАВОД” – учредителем журнала “ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность”; ООО “РИЦ “СРЗАУ” – учредителем журнала “Релейная защита и автоматизация” и ЗАО “Научно-техническая фирма “Энергопрогресс” – учредителем журналов “Электрические станции”, “Промышленная энергетика”.

Для участников конференции были организованы экскурсии на объекты электроэнергетики Республики Татарстан, а также знакомство с образовательной базой и разработками учёных КГЭУ.

На церемонии закрытия эстафета конференции была передана Самарскому государственному техническому университету, который будет принимать молодых энергетиков в следующем году.

Конференция даёт участникам возможность получить объективную оценку своих работ, найти коллег по теме исследований. Лауреаты предыдущей конференции участвовали в отборе работ для представления на главном мировом событии в электроэнергетике – сессии СИГРЭ. Трое участников из России представили свои работы на обсуждение мировому сообществу учёных в сфере электроэнергетики на 46-й сессии в Париже в августе 2016 г. Лучшие работы данной конференции будут рассматриваться Техническим комитетом РНК СИГРЭ для представления от России на 47-й сессии СИГРЭ в 2018 г.

## Международное сотрудничество

*Системный оператор Единой энергетической системы стал участником соглашения о разработке технико-экономического обоснования проекта создания энергетического коридора “Север – Юг”, в рамках которого предполагается объединить энергосистемы России, Грузии, Армении и Ирана.* Соглашение подписано 16 сентября в Батуми (Грузия) на заседании Координационного совета по исследованию инициативы создания энергетического коридора “Север – Юг”. Другими его участниками стали компании “Оператор электроэнергетической системы” (Армения), “Высоковольтные электрические сети” (Армения), “Грузинская государственная электросистема”, “Иранская управляющая компания по производству, передаче и распределению электроэнергии”, “Иранская сетевая управляющая компания”, ПАО “Российские сети” и ПАО “Интер РАО”. Окончательная редакция соглашения одобрена Координационным советом, сопредседателями которого являются заместители министров энергетики Армении, Грузии, Ирана и России.

Заказчиком проекта технико-экономического обоснования и источником финансирования его разработки выступает компания “Грузинская государственная электро-



система”, которая выберет разработчика ТЭО из числа известных европейских компаний.

Целью ТЭО является изучение технических и экономических аспектов различных условий соединения энергосистем Армении, Грузии, Ирана и России. Необходимо исследовать текущие и перспективные возможности передачи электроэнергии (мощности) по электрическим связям стран – участниц соглашения, в том числе с учётом поэтапного увеличения её объёмов.

На первом этапе разработки ТЭО будет проведён анализ текущего состояния соединяемых энергосистем. Для его выполнения стороны соглашения предоставят разработчику ТЭО данные о режимно-балансовой ситуации в энергосистемах, принципах и особенностях работы энергетических рынков, структуре генерирующих мощностей, планах развития энергосистем, имеющих отношение к проекту энергетического коридора, и другую необходимую информацию.

В результате исследования будут определены требования к системам противоаварийной автоматики и релейной защиты, мониторинга запасов устойчивости, связи и обмена телеметрической информацией, а также технические мероприятия, подлежащие реализации в каждой из энергосистем.

Основные условия соединения энергосистем – неухудшение уровня их надёжности при совместной работе и экономическая целесообразность соединения, говорится в соглашении.

Разработка ТЭО должна быть выполнена в течение одного года.

Работа по проекту создания энергетического коридора “Север – Юг” общей пропускной способностью до 1200 МВт началась в декабре 2015 г. на прошедшей в Ереване встрече глав энергетических ведомств стран-участниц. В апреле 2016 г. в Ереване министры энергетики четырёх государств подписали “дорожную карту” проекта, предусматривающую совместную разработку ТЭО, а также меморандум о взаимопонимании при сотрудничестве в сфере электроэнергетики.

**26 – 28 сентября в Москве прошло очередное заседание Административного совета ассоциации GO15, объединяющей системных и сетевых операторов крупнейших энергосистем мира.** В мероприятии, организатором которого выступил Системный оператор Единой энергетической системы, приняли участие представители 14 компаний из России, США, Великобритании, Франции, Италии, Бельгии, Китая, Японии, Бразилии, ЮАР, Индии и стран Персидского залива.

Целями мероприятия, которое прошло в России в третий раз, являются обмен идеями, опытом обеспечения надёжности наиболее крупных национальных энергосистем и поиск новых путей сотрудничества.

Участники заседания обсудили ключевые вопросы, касающиеся гибкости управления энергосистемами, их надёжной и безопасной работы, экономические показатели устойчивости, проблемы внедрения информационных технологий и интеллектуальных систем в сфере оперативно-диспетчерского управления. Предметом обсуждения стали информационная политика GO15 и укрепление взаимодействия системных операторов, в том числе в кризисных ситуациях. Также участники мероприятия обсудили вопросы подготовки к годовому заседанию ассоциации, проведение которого запланировано на ноябрь 2016 г. в Кейптауне (ЮАР). В ходе предстоящего заседания плани-

руется определить направления деятельности экспертных комитетов GO15 на следующий год.

В ходе заседания Административного совета разработан проект декларации руководителей компаний – членов GO15, содержащий основные принципы и направления работы ассоциации на ближайший год. В документе подчеркивается важность формирования единых технических требований к оборудованию, системам управления, подготовке специалистов для успешного и безопасного функционирования электроэнергетики. Намечившееся в последние годы изменение структуры выработки электроэнергии в мире требует особого внимания при разработке и совершенствовании нормативной базы в электроэнергетике, отмечается в проекте документа. Декларацию планируется утвердить на годовом заседании GO15, которое состоится в ноябре в Кейптауне (ЮАР).

В рамках встречи в Москве Административный совет рассмотрел предложения членов ассоциации в план работы на 2017 г. Среди них – анализ текущего и перспективного состояния ИТ-технологий, используемых при управлении режимами работы энергосистемой в реальном времени (EMS, MMS, SCADA, AGC и др.), изучение особенностей использования центров обработки данных и современных ИТ-технологий виртуализации, кластеризации и других в автоматизированных системах диспетчерского управления, изучение опыта применения интеллектуальных преобразователей тока (Smart Inverters) в разных странах и формирование рекомендаций по разработке стандартов в этой сфере, исследование механизмов развития рынка системных услуг, поиск наиболее эффективных рыночных механизмов в меняющихся условиях функционирования энергосистем.

Заседание Административного совета предварялось совещанием руководителей пяти экспертных комитетов GO15, в рамках которых организована деятельность ассоциации: № 1 “Гибкость управления энергосистемой” (Grid for Flexible Resources), № 2 “Надёжность и безопасность работы энергосистемы” (Grid for Reliability and Security), № 3 “Экономические показатели устойчивости” (Grid Economic Sustainability), № 4 “Интеллектуальные системы и ИТ” (Grid Intelligence) и № 5 “Внешние связи” (Communication).

Руководители комитетов рассказали об их работе в 2016 г. В течение года комитеты ассоциации занимались исследованием лучших мировых практик и разработкой общих рекомендаций в части применения систем векторных измерений, анализа устойчивости работы энергосистем, использования высоковольтной электроники и передач постоянного тока. Также предметом исследования комитетов стали вопросы интеграции возобновляемых источников энергии в энергосистемы, развития сетевой инфраструктуры и средств автоматики, формирования гибкого спроса и управления потреблением, разработки и использования технологий сохранения энергии. В частности, были изучены подходы к формированию оперативных резервов мощности в условиях значительной доли ВИЭ в балансе производства. Обсуждались методики прогнозирования потребления с учётом роста солнечных, ветровых установок и накопителей энергии у бытовых потребителей.

Особое внимание при обсуждении результатов работы комитетов уделялось практическим результатам применения современных ИТ-технологий при оперативно-диспетчерском управлении во всё более усложняющихся энергосистемах.

Члены GO15 проанализировали действующую в разных странах нормативно-правовую базу, направленную на создание механизмов и моделей рыночного стимулирования инвестиций и инновационной деятельности. Кроме того, были изучены планируемые к внедрению в различных энергосистемах программные продукты для определения пропускной способности электросетевого оборудования в режиме реального времени в зависимости от фактического сочетания влияющих факторов, а также рассмотрена роль новых ИТ-решений для автоматических систем диспетчерского управления.

Также участники ассоциации обсуждали возможность и перспективы совместной работы с международными организациями, среди которых Международное энергетическое агентство (IEA), Международное сообщество поддержки интеллектуальных сетей (ISGAN), Европейская ассоциация операторов распределительных сетей (EDSO) и др.

## ООО “Интертехэлектро – Новая генерация”

*На Ноябрьской парогазовой электростанции выполнен плановый капитальный ремонт основного оборудования первого энергоблока.* В ходе работ было выполнено вскрытие газовой турбины с заменой рабочих лопаток 1-й, 2-й и 3-й ступеней, уплотнений первой ступени и подшипников. На паровой турбине выполнялись вскрытие цилиндра, выемка ротора, ревизия парораспределения турбины. На котле-утилизаторе №1 была проведена толщинометрия стенок поверхностей нагрева с определением критических мест, отремонтирована запорная, предохранительная и регулирующая арматура. После выполнения регламентных ремонтных работ произведена сборка основного и вспомогательного оборудования, проведены пусконаладочные работы и испытания. Блок №1 был успешно введён в эксплуатацию.

Работы по капитальному ремонту выполнялись специалистами АО “Интертехэлектро”. Техническое руководство по ремонту газовой турбины и приёмочные испытания осуществлялись при участии представителей компании GE.

Ноябрьская ПГЭ введена в эксплуатацию в 2010 г. Установленная электрическая мощность электростанции составляет 124 МВт, тепловая – 95 Гкал/ч.

## НПО “ЭЛСИБ”

*НПО “ЭЛСИБ” успешно завершило комплексные испытания и отгрузку нового турбогенератора ТФ-90Г-2У3, предназначенного для работы в составе парогазовой установки на базе 6F.03 (6FA) производства ООО “РГТ” для нужд ООО “Калининградская генерация”.* Механические, электрические и тепловые испытания, а также вибрационные и акустические исследования были проведены в присутствии представителей заказчика турбогенераторов ООО “Русские газовые турбины” и экспертов компаний GE и ООО “Интер РАО-Инжиниринг”. Результаты испытаний показали полное соответствие параметров турбогенератора нормативно-техническим и регламентирующим документам, подтвердив выполнение очередного этапа программы локализации ГТУ ООО “Русские газовые турбины” на базе технологии 6F.03 (6FA).

Испытания первого турбогенератора в партии поставляемых ТФ-90Г-2У3 – это важный этап квалификации оборудования. Характеристики турбогенератора будут финально подтверждены в рамках приёмосдаточных испытаний на площадке конечного заказчика в Калининградской обл.

“Можно с уверенностью сказать, что параметры нового турбогенератора находятся на должном уровне. Освоение производства турбогенераторов для газовых турбин 6FA расширяет возможности предприятия и позволяет занять новую нишу, а именно – поставлять эффективное оборудование на рынок газотурбинных установок”, – отметил Дмитрий Безмельницын, генеральный директор НПО “ЭЛСИБ”.

Договор на изготовление и поставку восьми турбогенераторов с воздушным охлаждением единичной мощностью 90 МВт для газовых турбин 6F.03 (6FA), производство которых локализовано в г. Рыбинске Ярославской обл., был подписан ООО “РГТ” и НПО “ЭЛСИБ” в декабре 2015 г. Напомним, что ранее ООО “РГТ” заключило соглашение на поставку восьми газотурбинных установок 6F.03 (6FA) для нужд ООО “Калининградская генерация” с применением турбогенераторов ТФ-90Г-2У3 производства НПО “ЭЛСИБ”. Управление проектами строительства ТЭС в Калининградской обл. осуществляет ООО “Интер РАО-Инжиниринг”.

*Автотранспортом отгружен электродвигатель 4АЗМА-500/6000 УХЛ4 для нужд Кольской атомной станции.* По пути следования электродвигатель сначала побывает на Сумском машиностроительном НПО, где будет испытан в составе насосного агрегата. Изделие, согласно контракту, изготавливают специалисты украинского предприятия. После чего двигатель продолжит путь до места назначения.

“ЭЛСИБ” с филиалом ОАО “Концерн Росэнергоатом” “Кольская атомная станция” связывают давние партнёрские отношения. С 1978 г. на АЭС поставлено более 30 электродвигателей различного типа. С 2014 г. активно ведётся замена устаревшего оборудования на новое. Так, в прошлом году “ЭЛСИБ” отгрузил для Кольской АЭС аналогичный асинхронный двигатель. В планах компании на 2017 г. – модернизация ещё трёх машин. Соответствующий договор с атомщиками уже заключён.

## Компания ОБО Беттерманн

*Состоялась официальная церемония открытия производственного центра ОБО Беттерманн в России.* ОБО Беттерманн сегодня – это международный холдинг с центрами производства в Германии, Швейцарии, Венгрии, Бразилии и России, дочерними предприятиями и представительствами в 60 странах мира. Новый производственный центр ОБО Беттерманн располагается на территории Особой экономической зоны промышленно-производственного типа “Липецк” в Липецкой обл. Завод ориентирован на производство кабеленесущих систем, систем молниезащиты и крепежных материалов.

Новый производственный центр является одной из крупнейших и девятой по счёту площадкой холдинга. В церемонии открытия приняли участие: Беглов Александр Дмитриевич, полномочный представитель Президента РФ в ЦФО, Королев Олег Петрович, глава администрации Липецкой обл., Ульрих Беттерман, президент холдинга ОБО Беттерманн и др.



Объём инвестиций в проект составил более 2 млрд. руб. Производственный центр занимает 6 га. Общая площадь завода составляет 20 000 м<sup>2</sup>. Новый промышленный объект концерна рассчитывает обеспечить более 200 рабочих мест в высокотехнологичном и высокоэффективном производстве. На данный момент на заводе работают 100 специалистов. Проектная мощность заводского комплекса – до 5000 т металлопроката в год.

“Липецкая область шагнула вперёд, и уже идёт отдача от создания Особой экономической зоны – создание рабочих мест, налоговой базы, – отметил Александр Беглов. – Я думаю, что уже через пару лет все наши затраты будут возвращены. В Особой экономической зоне “Липецк” созданы прекрасные условия для привлечения инвестиций. Мы приветствуем немецких инвесторов на российской земле, потому что понимаем, что это новые рабочие места, новые поступления в бюджет”.

Ульрих Беттерман, президент ОБО Беттерманн отметил, что, несмотря на кризисные явления в мировой и российской экономиках, а также на стагнацию цен на углеводороды, наметившаяся тенденция отхода России от сырьевой модели формирует новые возможности для развития экономики знаний и открытия наукоёмких и технологичных производств. Именно эти предпосылки, а также растущий спрос на качественные изделия и оборудование для электро монтажа привели руководство холдинга к решению о расширении бизнеса в международном масштабе.

ОБО Беттерманн видит потенциал для роста и производства высокотехнологичного оборудования в России. Созданные для инвесторов привлекательные условия и льготы, а также близость к основным поставщикам стали причиной размещения завода в ОЭЗ ППТ “Липецк”. Наличие собственного производства существенно экономит ресурсы компании, позволяет более гибко подходить к во-

просам ценообразования и логистики, а также не зависеть от таможенной и санкционной политики государства.

Продукция предприятия, производимая в ОЭЗ ППТ “Липецк”, рассчитана не только на российский рынок. Принимая во внимание стратегическое положение России, концерн рассматривает экспорт продукции липецкого завода в соседние страны, включая Китай, как одно из перспективных направлений развития российских мощностей.

## АО ОКБ “ГИДРОПРЕСС”

*Представители АО ОКБ “ГИДРОПРЕСС” (компания машиностроительного дивизиона Росатома – “Атомэнергомаш”) заняли призовые места в 11-й научно-технической конференции молодых специалистов “Высокие технологии атомной отрасли. Молодёжь в инновационном процессе”.* Конференция проводилась в рамках четвёртого Международного бизнес-саммита в Нижнем Новгороде.

Специалисты АО ОКБ “ГИДРОПРЕСС” Артём Носенко и Юрий Егоров представили методику обоснования стойкости к износу узлов парогенератора и результаты исследования сейсмостойкости отдельного оборудования реактора ВВЭР-1000. Доклады были отмечены дипломами за второе и третье место в секции “Безопасность атомной отрасли”.

В конференции участвовали представители ведущих предприятий России. В ходе работы были затронуты проблемы безопасности атомной отрасли, разработки и автоматизации производственных процессов, разработки радиоэлектронных приборов и систем, микроэлектроники, информационных технологий, систем и средств контроля и управления сложными технологическими процессами.

### Уважаемые читатели!

На сайте журнала [www.elst.energy-journals.ru](http://www.elst.energy-journals.ru), в разделе «Подписки» вы можете приобрести статьи, уже хранящиеся в базе данных журнала (база будет пополняться), оплатив их через систему PayPal.

Кроме этого, здесь же вы можете заказать и приобрести любую статью, опубликованную в журнале «Электрические станции», начиная с 1930 г., но пока не попавшую в базу данных.

Для этого необходимо сообщить в редакцию [el.st.podpiska@gmail.com](mailto:el.st.podpiska@gmail.com) все известные вам данные о статье (номер журнала, год, автора, название статьи, страницы) и дождаться ответа с подтверждением о возможности выполнения вашего заказа. После этого вы сможете оплатить статью через систему PayPal или запросить счёт. Как только редакция получит уведомление об оплате, вам будут направлены либо pdf-файлы статей, опубликованных в 2001 – 20013 гг., либо сканкопии статей, опубликованных в 1930 – 2000 гг.