

## 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 апреле 2022 г. составило 89,0 млрд кВт·ч, что на 2,2% больше объёма потребления за апрель 2021 г. Потребление электроэнергии в апреле 2022 г. в целом по России составило 90,5 млрд кВт·ч, что на 2,3% больше аналогичного показателя 2021 г. В апреле 2022 г. электростанции ЕЭС России выработали 90,8 млрд кВт·ч, что на 2,5% больше, чем в апреле 2021 г. Выработка электроэнергии в России в целом в апреле 2022 г. составила 92,3 млрд кВт·ч, что на 2,6% больше выработки в апреле прошлого года.

Основную нагрузку по обеспечению спроса на электроэнергию в ЕЭС России в апреле 2022 г. несли тепловые электростанции (ТЭС), выработка которых составила 49,0 млрд кВт·ч, что на 2,2% больше, чем в апреле 2021 г. Выработка ГЭС за четвёртый месяц 2022 г. составила 16,4 млрд кВт·ч (на 1,0% меньше уровня 2021 г.), АЭС – 19,1 млрд кВт·ч (на 5,6% больше уровня 2021 г.), электростанций промышленных предприятий – 5,6 млрд кВт·ч (на 0,1% меньше уровня 2021 г.).

Максимум потребления мощности ЕЭС России в апреле 2022 г. зафиксирован 1 апреля в 10:00 по московскому времени и составил 138 595 МВт, что выше максимума потребления мощности в апреле 2021 г. на 5820 МВт (4,4%).

Среднемесячная температура воздуха в апреле текущего года составила 5,6°C, что на 0,1°C выше её значения в том же месяце 2021 г.

Потребление электроэнергии за четыре месяца 2022 г. в целом по России составило 398,6 млрд кВт·ч, что на 2,2% больше, чем за такой же период 2021 г. В ЕЭС России потребление электроэнергии с начала года составило 392,4 млрд кВт·ч, что так же на 2,2% больше, чем в январе – апреле 2021 г.

С начала 2022 г. выработка электроэнергии в России в целом составила 407,1 млрд кВт·ч, что на 2,2% больше объёма выработки в январе – апреле 2021 г. Выработка электроэнергии в ЕЭС России за четыре месяца 2022 г. составила

400,9 млрд кВт·ч, что так же на 2,2% больше показателя аналогичного периода прошлого года.

Основную нагрузку по обеспечению спроса на электроэнергию в ЕЭС России в течение четырех месяцев 2022 г. несли ТЭС, выработка которых составила 233,9 млрд кВт·ч, что на 2,6% больше, чем в январе – апреле 2021 г. Выработка ГЭС за тот же период составила 62,9 млрд кВт·ч (на 1,6% меньше, чем за первые четыре месяца 2021 г.), АЭС – 77,5 млрд кВт·ч (на 3,1% больше, чем в аналогичном периоде 2021 г.), электростанций промышленных предприятий – 23,8 млрд кВт·ч (на 1,4% больше показателя января – апреля 2021 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 технологически изолированных территориальных энергосистемах (Таймырского автономного округа, Камчатского края, Сахалинской области, Магаданской области, Чукотского автономного округа). Фактические показатели работы энергосистем технологически изолированных территорий представлены субъектами оперативно-диспетчерского управления указанных энергосистем.

Данные за март и четыре месяца 2022 г. приведены в таблице.

#### Всероссийское совещание «Об итогах прохождения субъектами электроэнергетики и объектами жилищно-коммунального хозяйства отопительного сезона 2021 – 2022 годов»

27 апреля на Всероссийском совещании «Об итогах прохождения субъектами электроэнергетики и объектами жилищно-коммунального хозяйства отопительного сезона 2021 – 2022 годов» Председатель правления АО «СО ЕЭС» Фёдор Опадчий рассказал о режимно-балансовой ситуации и факторах, оказавших влияние на работу ЕЭС России в 2021 – начале 2022 г. Выступая с докладом «Об актуальных вопросах функционирования ЕЭС России», Фёдор Опадчий представил информацию о динамике потребления электроэнергии в ЕЭС России в 1990 – 2021 гг. Он отметил, что в 2021 г. в ЕЭС России был достигнут максимальный объём потребления электроэнергии, начиная с 1990 г. Он составил 1090,4 млрд кВт·ч. Прирост потребления электроэнергии в минувшем году по отношению к аналогичному показателю

ОЭС	Выработка, млрд кВт·ч		Потребление, млрд кВт·ч	
	Апрель 2022 г.	Январь – апрель 2022 г.	Апрель 2022 г.	Январь – апрель 2022 г.
Востока	3,8 (3,9)	18,3 (7,6)	3,5 (3,4)	16,9 (4,3)
Сибири	17,6 (2,6)	77,4 (1,2)	18,3 (3,6)	79,3 (2,9)
Урала	21,2 (-1,6)	91,2 (0,2)	20,7 (0,1)	91,1 (2,0)
Средней Волги	9,6 (0,5)	40,9 (1,3)	8,8 (-0,7)	38,9 (0,7)
Центра	19,5 (4,2)	90,7 (1,8)	21,1 (4,1)	91,8 (1,8)
Северо-Запада	10,0 (9,8)	42,0 (3,5)	8,2 (4,1)	35,4 (1,1)
Юга	9,1 (2,4)	40,6 (7,1)	8,4 (0,2)	39,0 (3,7)

Примечание: В скобках приведено изменение показателя в процентах относительно 2021 г.

телло 2020 г. составил 5,4%. В осенне-зимний период 2021 – 2022 годов потребление электроэнергии в сравнении с показателями 2020 – 2021 гг. возросло на 3,7%, в январе – апреле 2022 г. (по состоянию на 25.04.2022) по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года – на 2,3%.

В структуре выработки в ЕЭС России отмечен постепенный прирост электроэнергии, вырабатываемой энергообъектами на ВИЭ. – в 2019 – 2021 г. она увеличилась на 2,2%, а также сокращение доли выработки традиционными угольными ТЭС 1,3%. По словам председателя правления АО “СО ЕЭС”, в 2021 г. доля “зелёной” энергетики (ГЭС, АЭС, ветровые и солнечные электростанции) в общей структуре выработки составила 40%. Из почти 2,9 ГВт новых генерирующих мощностей, которые планируется ввести в ЕЭС России в 2022 г., 30% (0,87 ГВт) составят энергообъекты на ВИЭ.

Руководитель Системного оператора напомнил о достигнутых максимумах потребления электрической мощности в течение осенне-зимнего сезона. 24 декабря 2021 г. в ЕЭС России зафиксирован новый исторический максимум потребления мощности. Он составил 161,4 ГВт. Кроме того, новые исторические максимумы пройдены объединёнными энергосистемами Центра, Северо-Запада и Востока, а также 13 территориальными энергосистемами.

Анализируя работу рынка системных услуг, Фёдор Опачий подчеркнул, что этот сегмент оптового рынка электроэнергии работает стабильно, резерв первичного регулирования поддерживается на нормативном уровне, активно развиваются новые рыночные инструменты. В частности, в завершающей стадии находится пилотный проект по управлению спросом на электроэнергию розничных потребителей. С момента старта “пилота” в июле 2019 г. средний фактически отобранный Системным оператором объём услуг по управлению спросом вырос в 19 раз – с 49 до 929 МВт.

Также руководитель Системного оператора рассказал о ходе подготовки к прохождению периода экстремально высоких температур (ПЭВТ) в энергосистемах ОЭС Юга. Он напомнил тенденцию последних лет – значительный рост потребления мощности в энергосистемах в летние месяцы. Так, в 2021 г. впервые в истории ЕЭС России объединённая энергосистема (ОЭС Юга) достигла своего исторического максимума потребления мощности не в зимние месяцы, а в июле. Он перечислил необходимые мероприятия по снижению рисков электроснабжения потребителей в ПЭВТ для внесения их в протокол совещания. В их числе, в частности, обеспечение работы Новочеркаской ГРЭС не менее чем шестью энергоблоками в июле – августе 2022 г. для обеспечения допустимых перетоков в контролируемых сечениях ОЭС Юга в ПЭВТ.

В завершение Федор Опачий предложил меры по поддержанию надёжности энергосистемы Москвы и Московской обл. в часы минимальных нагрузок. Для этой части ОЭС Центра характерны режимы работы с повышенными уровнями напряжения в период с конца апреля по сентябрь, а также в период новогодних праздников. Повышению напряжения способствует значительное количество высоковольтных кабельных ЛЭП 220 – 500 кВ в энергосистеме Москвы и Московской обл. и ограничение потребления реактивной мощности генераторами электростанций относительно заводского регулировочного диапазона. В качестве актуальных в настоящее время мер предложено ПАО “Энел Россия” и ПАО “Мосэнерго” завершить проведение испытания генерирующего оборудования для установления технически обоснованного диапазона регулирования реактивной мощности, а ПАО “Россети” обеспечить установку синхронных компенсаторов реактивной мощности на подстанциях 220 – 500 кВ с учётом перевода соответствующих участков воздушных линий 220 – 500 кВ в кабельное исполнение.

## Агрегаторы управления спросом

*Системный оператор провёл конкурентный отбор субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии, оказывающих услуги по управлению спросом на электрическую энергию в мае – июне 2022 г.* Отбор проводился в рамках пилотного проекта по управлению спросом потребителей розничного рынка электроэнергии с участием специализированных организаций – агрегаторов управления спросом. Заявки были поданы 49 компаниями в отношении 283 объектов управления. По итогам процедуры отобраны заявки 43 участников в отношении 264 объектов агрегированного управления.

Среди агрегаторов – энергосбытовые компании и гарантирующие поставщики, электросетевые и генерирующие компании, а также независимые агрегаторы. Потребители розничного рынка электроэнергии, чья способность снижать потребление будут представлять агрегаторы, относятся к различным отраслям экономики – машиностроению, пищевой промышленности, нефтедобыче и транспорту, телекоммуникациям, сельскому хозяйству, также в их числе офисные и торговые центры и другие разновидности потребителей электроэнергии. Среди них есть государственные и частные компании, а также бюджетные организации.

Предельный объём услуг по управлению спросом на электрическую энергию на 2022 г. составляет 1,0% спроса на мощность в соответствующей ценовой зоне оптового рынка электроэнергии: для первой ценовой зоны оптового рынка – 1479,82 МВт, для второй ценовой зоны оптового рынка – 421,26 МВт.

Плановый совокупный объём снижения потребления, отобранный по результатам отбора составил 1091,5 МВт, в том числе в первой ценовой зоне оптового рынка 964 МВт и во второй ценовой зоне оптового рынка – 127,5 МВт.

По итогам конкурентного отбора средневзвешенная цена оказания услуг в первой ценовой зоне составила 303563,11 руб./МВт в месяц, во второй ценовой зоне – 636327,08 руб./МВт в месяц.

Агрегаторы управления спросом – специализированные организации, координирующие способность группы розничных потребителей управлять своим электропотреблением, конвертирующие её в услуги по управлению спросом на электрическую энергию и транслирующие потребителям часть выручки, полученной от реализации этой услуги. Благодаря агрегаторам управления спросом в краткосрочной перспективе потребители могут получать положительный экономический эффект за счёт замещения неэффективных генерирующих мощностей ресурсами управления спросом и формирования более низких цен на электроэнергию, а в долгосрочной – за счет учёта объёмов управления спросом в рынке мощности.

Модель агрегаторов управления спросом розничных потребителей, созданная Системным оператором в рамках дорожной карты Национальной технологической инициативы “Энерджинет”, даёт потребителям розничного рынка электроэнергии возможность участвовать в ценозависимом снижении потребления. Оптовые потребители имеют возможность пользоваться инструментами ценозависимого потребления самостоятельно начиная с 2017 г.

20 марта 2019 г. Правительством РФ принято постановление № 287, регулирующее проведение пилотного проекта, целью которого является отработка нормативных, договорных и технологических решений, а также формирование пула агрегаторов управления спросом розничных потребителей. Пилотный проект стартовал в июне 2019 г. Постановлениями Правительства от 8 февраля 2021 г. №132 и от 27 декабря 2021 г. № 2492 действие пилотного проекта продлено до 31.12.2022 г.

## Цифровизация отрасли

*Филиал АО “СО ЕЭС” “Региональное диспетчерское управление энергосистемы Забайкальского края” (Забайкальское РДУ) приступил к контролю максимально допустимых перетоков активной мощности (МДП) в контролируемых сечениях (совокупность ЛЭП) “Город” и “Аргунь” с использованием отечественной цифровой системы мониторинга запасов устойчивости (СМЗУ). Линии электропередачи 110 кВ, входящие в состав контролируемых сечений “Город” и “Аргунь” связывают соответственно Читинский и Приаргунский энергорайоны с энергосистемой Забайкальского края.*

Использование СМЗУ для определения МДП при управлении электроэнергетическим режимом энергосистемы Забайкальского края позволит увеличить степень использования пропускной способности электрической сети в контролируемом сечении “Город” до 20% (на 25 МВт), а также в части схемно-режимных ситуаций позволит исключить или снизить объём графиков временного отключения потребления (ГВО) при управлении режимом по сечению “Аргунь” в случае аварии в энергосистеме.

В настоящее время в ОЭС Сибири СМЗУ используется на 60 контролируемых сечениях (на 26 контролируемых сечениях ОДУ Сибири и 34 контролируемых сечениях РДУ операционной зоны ОДУ Сибири). В операционной зоне Забайкальского РДУ в 2021 г. и в первом квартале 2022 г. с учётом реализованных для сечений “Город” и “Аргунь” проектов технология СМЗУ внедрена для 11 контролируемых сечений.

Система мониторинга запасов устойчивости (СМЗУ) – разработанный АО “НТЦ ЕЭС” и АО “СО ЕЭС” программно-технический комплекс, выводящий процесс расчёта максимально допустимых перетоков на принципиально новый уровень. Система предназначена для расчёта величины МДП в режиме реального времени, что позволяет учитывать текущие изменения схемно-режимной ситуации в энергосистеме и тем самым обеспечивает дополнительные возможности по использованию пропускной способности электрической сети и выбору оптимального алгоритма управления режимами энергосистемы без снижения уровня её надёжности. В ряде случаев эта цифровая система может стать альтернативой строительству новых ЛЭП либо новой генерирующих мощностей.

Внедрение СМЗУ – один из важных шагов к цифровизации энергетики наряду с вводом централизованных систем противоаварийной автоматики третьего поколения в энергосистемах, дистанционным управлением оборудованием энергообъектов и другими проектами. Использование в электроэнергетике передовых цифровых технологий позволяет получить значительный положительный эффект за счёт построения на их базе более эффективных моделей управления технологическими и бизнес-процессами.

*Филиал Системного оператора – РДУ Татарстана ввёл в промышленную эксплуатацию цифровую систему мониторинга запасов устойчивости (СМЗУ) в контролируемом сечении (совокупность ЛЭП) “Бугульма”. По сетевым элементам, входящим в состав контролируемого сечения “Бугульма”, осуществляется передача активной мощности потребителям восточной части энергосистемы Республики Татарстан, а также части потребителей Оренбургской энергосистемы и энергосистемы Республики Башкортостан. Внедрение СМЗУ в контролируемом сечении “Бугульма” стало первым подобным проектом, реализованным Системным оператором в операционной зоне РДУ Татарстана.*

Использование СМЗУ для определения максимально допустимого перетока мощности (МДП) при управлении электроэнергетическим режимом энергосистемы Республики Татарстан позволит увеличить степень использования пропускной способности электрической сети в контролируемом сечении “Бугульма” на величину до 9% (100 МВт) без снижения

уровня надёжности электроснабжения потребителей и обеспечить наиболее оптимальную загрузку и повысить эффективность работы Заинской ГРЭС, Нижнекамской ТЭЦ-1, Нижнекамской ТЭЦ-2, Набережночелнинской ТЭЦ.

СМЗУ – отечественный программно-технический комплекс, разработанный АО “НТЦ ЕЭС” совместно с Системным оператором для расчёта максимально допустимых перетоков в электрической сети в режиме реального времени. Система позволяет учитывать текущую схемно-режимную ситуацию в энергосистеме и тем самым обеспечивает дополнительные возможности по использованию пропускной способности электрической сети, загрузки экономически эффективного генерирующего оборудования, выбору наиболее оптимального алгоритма управления режимами энергосистемы без снижения уровня её надёжности и значительно снизить риски ввода ограничений потребителей. В ряде случаев эта цифровая система может стать альтернативой строительству новых ЛЭП.

В настоящее время в ОЭС Средней Волги с учётом реализованного проекта СМЗУ внедрена в пять контролируемых сечениях (в три контролируемых сечениях ОДУ Средней Волги и два контролируемых сечениях РДУ операционной зоны ОДУ Средней Волги).

*Филиал Системного оператора – Карельское РДУ совместно с филиалом ПАО “Россети ФСК ЕЭС” – Карельское ПМЭС успешно провели комплексные испытания и ввели в работу автоматизированные системы дистанционного управления оборудованием распределительного пункта (РП) 330 кВ Борей и РП 330 кВ Каменный Бор из диспетчерского центра Системного оператора. Это первые на территории Карельской энергосистемы энергообъекты, на которых реализована цифровая технология дистанционного управления оборудованием.*

Диспетчерский персонал Карельского РДУ получил возможность управления коммутационными аппаратами и заземляющими разъединителями 330 кВ распределительных пунктов из диспетчерского центра в соответствии с перечнем распределения функций по дистанционному управлению между Карельским РДУ и Карельским ПМЭС.

РП 330 кВ Борей, РП 330 кВ Каменный Бор построены в рамках проекта по созданию второй цепи Кольско-Карельского транзита 330 кВ Лоухи – РП Борей – РП Каменный Бор – Петрозаводск – Тихвин-Литейный общей протяжённостью более 1100 км и введённого в эксплуатацию в декабре 2021 г. РП 330 кВ Борей и РП 330 кВ Каменный Бор оснащены современным цифровым оборудованием и средствами автоматизации, которые обеспечили возможность реализации функции автоматизированного дистанционного управления оборудованием из Карельского РДУ.

Внедрение дистанционного управления электросетевым оборудованием РП 330 кВ Борей и РП 330 кВ Каменный Бор позволяет повысить надёжность работы и качество управления электроэнергетическим режимом энергосистемы Республики Карелия за счёт сокращения времени производства оперативных переключений, снижения риска ошибочных действий персонала, увеличения скорости реализации управляющих воздействий по изменению топологии электрической сети, сокращения сроков ликвидации технологических нарушений.

При реализации проекта специалисты Карельского РДУ принимали участие в подготовке и согласовании технических заданий на проектирование, рассмотрении и согласовании проектной документации, включающей в себя технические решения по созданию автоматизированных систем дистанционного управления. Выполнен комплекс мероприятий по подготовке автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) РП 330 кВ Борей, РП 330 кВ Каменный Бор и оперативно-информационного комплекса Карельского РДУ к осуществлению дистанционного управления.

В рамках проекта пересмотрена и введена в действие необходимая нормативно-техническая документация, проведено дополнительное обучение диспетчерского и оперативного персонала, реализованы дополнительные меры по обеспечению информационной безопасности объектов энергетики, разработаны типовые программы переключений для ЛЭП и оборудования, на основе которых подготовлены автоматизированные программы переключений (АПП), обеспечивающие возможность дистанционного управления электросетевым оборудованием, проведена общесистемная противоаварийная тренировка с целью отработки взаимодействия в случае нестандартных ситуаций.

АПП – это представленная в виде компьютерного алгоритма последовательность действий при переключениях. Она обеспечивает выполнение переключений, посылая команды непосредственно в АСУТП управляемого энергетического объекта, а также осуществляет контроль правильности исполнения команд в автоматическом режиме.

Началу эксплуатации цифровых систем предшествовали их комплексные испытания, в подготовке и проведении которых участвовали специалисты Карельского РДУ. В ходе испытаний проверялись каналы связи, качество поступающей в Карельское РДУ телеметрической информации, выполнение функций дистанционного управления электросетевым оборудованием РП 330 кВ Борей и РП 330 кВ Каменный Бор, а также блокировок от исполнения ошибочных команд.

В перспективе в операционной зоне Карельского РДУ технологию автоматизированного дистанционного управления планируется внедрить на ПС 330 кВ Петрозаводск.

### Взаимодействие с отраслевым сообществом

*На состоявшемся в Москве V Энергетическом саммите представители руководства дочерней компании Системного оператора Научно-технический центр Единой энергетической системы рассказали отраслевому сообществу об участии в совершенствовании системы перспективного планирования в электроэнергетике и уже внедрённых в энергосистеме цифровых разработках.* На состоявшемся в рамках саммита конгрессе по стратегическим вопросам развития энергетики заместитель генерального директора по внешним связям и маркетингу АО “НТЦ ЕЭС” Денис Ярош напомнил участникам об инициированном Минэнерго России процессе усовершенствования системы перспективного планирования.

Представитель НТЦ ЕЭС рассказал о перспективах закрепления в федеральном законодательстве единых требований к планированию развития электроэнергетических систем. Готовящиеся изменения в федеральный закон “Об электроэнергетике” предусматривают установление единых требований по разработке и согласованию ключевых документов в сфере планирования развития – генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики, схемы и программы развития ЕЭС России и схем и программ перспективного развития электроэнергетики субъектов РФ. В частности, предусмотрены изменения в системе реализации и контроля принятых решений по развитию энергосистем, порядке взаимодействия участников процессов. В том числе будут установлены правила формирования и поддержания в актуальном состоянии перспективных расчётов и информационных моделей энергосистем и их публичное раскрытие.

Системный оператор Единой энергетической системы планируют наделить ответственностью за разработку документов перспективного планирования. В существующей системе планирования компания уже играет ключевую роль. Так, Системный оператор непосредственно участвует в создании и актуализации генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики и схемы и программы развития ЕЭС России, сформировал и поддерживает в актуальном состоянии цифровые модели энергосистем, осуществляет необходимые для пер-

спективного планирования расчёты электроэнергетических режимов, устойчивости энергосистемы, токов короткого замыкания, анализ балансов электрической энергии и мощности.

Все программное обеспечение этих процессов разработано в России, в том числе в дочерней компании АО “СО ЕЭС” – АО “НТЦ ЕЭС”, подчеркнул Денис Ярош. “Планируемый порядок позволит обеспечить применение единых стандартов к планированию развития отрасли, равноправный доступ к технологически сложным перспективным моделям энергосистемы, снизить издержки субъектов отрасли на проектирование, и, что немаловажно – позволит поставить этот процесс под контроль со стороны государства”, – отметил он.

В сессии “Цифровая трансформация: перспективы развития аппаратно-программных комплексов управления в ЕЭС России” заместитель генерального директора – руководитель дирекции противоаварийной автоматики, систем управления и релейной защиты АО “НТЦ ЕЭС” Андрей Лисицын рассказал о разработке компании, активно используемой Системным оператором в своей основной деятельности – оперативно-диспетчерском управлении ЕЭС России – системе мониторинга запасов устойчивости (СМЗУ).

“Применение СМЗУ даёт эффект всей отрасли, позволяя увеличивать пропускную способность сетевой инфраструктуры – ключевой параметр формирования торгового графика на оптовом рынке электроэнергии при расчётах на сутки вперед. Если раньше, до использования СМЗУ, расчётная величина пропускной способности контролируемых сечений изменялась очень редко, то сегодня Системный оператор рассчитывает их в постоянном режиме в зависимости от схемно-режимной ситуации в энергосистеме, которая постоянно меняется. При расчётах и на ближайшие сутки, и на ближайший час есть возможность использовать то значение максимально допустимого перетока по линиям электропередачи, которое является наиболее актуальным именно в данный момент. В конечном итоге, увеличение пропускной способности даёт и выгоду для потребителя, и повышение безопасности и эффективности – для ЕЭС в целом. Сегодня Системный оператор оснащает СМЗУ все свои диспетчерские центры в регионах. В условиях актуальной сейчас задачи по импортозамещению немаловажно ещё и то, что СМЗУ – это отечественная разработка”, – отметил в своём докладе Андрей Лисицын.

АО “НТЦ ЕЭС” – многопрофильный электроэнергетический российский научно-исследовательский центр, ведущая организация отрасли в области развития системообразующей сети ЕЭС России и межгосударственных электрических связей, признанный в России и мире центр компетенций по вопросам цифрового и физического моделирования энергосистем, исследованию статической и динамической устойчивости.

Научно-исследовательская деятельность общества построена на базе старейшего центра исследований в электроэнергетике – Научно-исследовательского института по передаче электроэнергии постоянным током высокого напряжения (ОАО “НИИПТ”, основан в 1945 г.). С 2007 г. АО “НТЦ ЕЭС” – дочернее общество Системного оператора (АО “СО ЕЭС”), его научный и инженеринговый центр.

Проекты компании направлены на разработку инженерных и инвестиционных решений в сфере развития энергосистем; решение задач по обеспечению надёжности при развитии ЕЭС России, отдельных энергосистем и энергообъектов; повышение уровня управляемости и наблюдаемости энергосистем; развитие, совершенствование и расширение области внедрения систем автоматики, регулирования и защиты на базе цифровых технологий; разработку специализированного программного обеспечения в энергетике.

*Делегация Системного оператора под руководством директора РДУ Татарстана Андрея Большакова приняла участие в работе “Татарстанского международного форума по энергоресурсоэффективности и экологии” ТЭФ-2022, который проходил в Казани с 19 по 21 апреля.* Ключевым

мероприятием деловой программы форума стало заседание Правительства Республики Татарстан под председательством Президента Республики Татарстан Рустама Минниханова, на котором обсуждался ход реализации государственной программы “Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Республике Татарстан”. В ходе заседания Андрей Большаков выступил с докладом “Развитие энергосистемы Республики Татарстан как основа повышения энергетической эффективности в Республике Татарстан”.

Представитель Системного оператора рассказал о значимых для энергосистемы вводах генерирующих объектов и развитии сетевой инфраструктуры и отметил, что Татарстан входит в число лидеров регионов России по внедрению инновационных технологий в электроэнергетическом комплексе. На его территории успешно реализуются проекты дистанционного управления сетевым оборудованием и устройствами релейной защиты (РЗА) из диспетчерских центров Системного оператора и Центров управления сетями АО “Сетевая компания”, внедрена система мониторинга запасов устойчивости (СМЗУ).

Дистанционное управление позволяет сократить время производства оперативных переключений, исключить риски ошибочных действий диспетчерского и оперативного персонала, увеличить скорость реализации управляющих воздействий по изменению топологии электрической сети, что является важным фактором поддержания стабильной работы энергосистемы. Использование СМЗУ, рассчитывающей допустимые перетоки активной мощности для текущей схемно-режимной ситуации, обеспечивает возможность наиболее полного использования имеющейся пропускной способности электрической сети без снижения уровня надёжности энергосистемы.

В ближайшее время в энергосистеме планируется ввод автоматизированной системы мониторинга релейной защиты (АСМ РЗА). Внедрение цифровой системы позволит не только увеличить глубину аппаратной диагностики современных микропроцессорных устройств, но и в автоматизированном режиме на основе цифровых моделей энергосистем и устройств РЗА по факту аварийных событий в энергосистеме выполнять оценку правильности срабатываний и пусков измерительных органов этих устройств.

Андрей Большаков также отметил, что крупные промышленные потребители Республики Татарстан активно участвуют в ценозависимом снижении потребления, что позволяет использовать регулировочную способность потребителей, в том числе промышленных предприятий, для повышения эффективности работы рынка электроэнергии и мощности.

Представители Системного оператора – исполняющий обязанности заместителя директора по информационным технологиям Сергей Симашов и начальник службы автоматизированных систем диспетчерского управления Дмитрий Рудовский – приняли участие в дискуссии по вопросам цифровой трансформации бизнес-процессов электросетевого комплекса, в ходе организованного в рамках форума круглого стола “Экосистема цифровой электроэнергетики Республики Татарстан”.

В рамках заключительного Молодёжного дня ТЭФ-2022 состоялась встреча молодёжи республики с руководителями энергокомпаний. С приветственным словом к участникам обратился первый заместитель директора – главный диспетчер РДУ Татарстана Игорь Двинянинов. Он отметил, что форум является площадкой для общения между молодыми энергетиками, где они получают ценный опыт коммуникаций в профессиональном энергетическом сообществе, стимул к исследовательской работе, научной деятельности, повышают профессиональную эрудицию. Он подчеркнул, что форум даёт возможность обсуждать насущные отраслевые проблемы и задачи.

Традиционный “Татарстанский международный форум по энергоресурсоэффективности и экологии” объединил 22-ю международную специализированную выставку “Энергетика. Ресурсосбережение” и обширную деловую программу с научными-техническими конференциями, круглыми столами, экспертными секциями, семинарами на актуальные темы, связанными с повышением энергетической эффективности и инновационными решениями в сфере энергосбережения.

## Сотрудничество с вузами

**6 апреля в Красноярске Системный оператор и крупнейший университет восточной части России ФГАОУ ВО “Сибирский федеральный университет” заключили соглашение о сотрудничестве.** Документ подписан в рамках реализации новой концепции взаимодействия АО “СО ЕЭС” с вузами, в соответствии с которой расширена география взаимодействия с профильными вузами, расположенными в городах присутствия филиалов Системного оператора. Сибирский федеральный университет, входящий в топ-30 лучших российских вузов по целому ряду рейтингов, стал первым сибирским высшим учебным заведением, заключившим с Системным оператором долгосрочное соглашение о сотрудничестве с подробным планом совместных мероприятий на 2022 – 2023 гг.

Соглашение между АО “СО ЕЭС” и заведениями высшей школы предусматривает взаимовыгодное сотрудничество по подготовке, повышению квалификации и профессиональной переподготовке кадров, а также учебно-методической деятельности, направленной на совершенствование образовательных программ, включает организацию и проведение практик и стажировок студентов на базе филиалов Системного оператора.

Специалисты Системного оператора будут принимать участие в формировании учебных программ вузов-партнёров, работе государственных экзаменационных и аттестационных комиссий, а также выступать в качестве руководителей и рецензентов выпускных квалификационных работ. Участники соглашения планируют совместное систематическое проведение профориентационных мероприятий – дней открытых дверей, дней карьеры, круглых столов, тематических экскурсий, вовлечение студентов, аспирантов и молодых учёных в научную и инновационную деятельность.

Подписи под соглашением о сотрудничестве поставили директор по персоналу АО “СО ЕЭС” Байрта Первеева и ректор ФГАОУ ВО “Сибирский федеральный университет” Максим Румянцев. В торжественной церемонии также приняли участие директор Красноярского РДУ Владимир Райлян, начальник Департамента развития персонала АО “СО ЕЭС” Александра Красиля, директор Политехнического института СФУ Михаил Первухин. Также стороны подписали план мероприятий на 2022-й и второе полугодие 2022/2023 учебного года.

“Политехнический институт СФУ с 50-х годов XX столетия готовит квалифицированных специалистов в сфере электро- и теплоэнергетики, применяя новейшие методы обучения и интегрируя в образовательный процесс современные научные подходы. Уверена, что именно объединение усилий образовательных учреждений и компаний отрасли является необходимым условием для решения важнейшей задачи воспитания надёжной смены молодых профессионалов. Надеюсь на плодотворное и взаимовыгодное сотрудничество с Сибирским федеральным университетом, которое позволит раскрыть творческие способности студентов, привить им интерес к будущей профессии, выявить ярких и талантливых специалистов, соответствующих требованиям цифровой экономики и специфике деятельности Системного оператора, для дальнейшего трудоустройства в нашей компании”, – сказала Байрта Первеева на церемонии подписания соглашения.

“На направлениях “Электроэнергетика” и “Электротехника” в СФУ обучаются почти четыре сотни студентов. Для них и для университета появление надёжного партнёра из числа работодателей – это возможность настроить обучение под конкретного заказчика, а, значит, высокая вероятность трудоустройства и работы по специальности, – отметил ректор СФУ Максим Румянцев. – Надеюсь, сотрудничество будет обоюдополезным – в университете есть большой арсенал возможностей для коллег. Так, кроме традиционных программ бакалавриата и магистратуры, мы присутствуем на рынке дополнительного профессионального образования, используем разные образовательные форматы, гибко реагируем на потребности наших партнёров по научно-исследовательским задачам”.

По окончании церемонии подписания соглашения о сотрудничестве участникам была продемонстрирована аудиторная и лабораторная база для подготовки студентов в Политехническом институте СФУ.

## АО “Атомэнергомаш”

*На производственную площадку ГНЦ НИИАР (входит в научный дивизион Госкорпорации “Росатом” – АО “Наука и инновации”) успешно доставлен корпус многоцелевого исследовательского реактора на быстрых нейтронах МБИР. Изготовленный специалистами машиностроительного дивизиона Росатома корпус реактора представляет собой уникальное тонкостенное изделие длиной 12 м, диаметром 4 м и массой более 83 т. Для точного соблюдения параметров на протяжении всего процесса производства использовалась специальная оснастка, разработанная специалистами филиала АО “АЭМ-технологии” “Атоммаш” в Волгодонске.*

“Уникальные возможности установки позволяют обособить технологию двухкомпонентной ядерной энергетики и замыкания топливного цикла. — Основное предназначение МБИР — проведение реакторных испытаний инновационных конструкционных и топливных материалов активных зон ядерно-энергетических систем четвертого поколения, включая реакторы на быстрых нейтронах и тепловые реакторы малой и средней мощности”, — отметил директор ГНЦ НИИАР Александр Тузов.



Сегодня на строительной площадке трудятся более 1500 рабочих и инженеров, задействовано около 100 единиц техники. Работы ведутся по всем блокам главного и вспомогательных зданий, сооружений. В этом году в планах – установка корпуса реактора в проектное положение. “Благодаря слаженной работе заказчика под руководством директора по капитальным вложениям, государственному строительному надзору и государственной экспертизе Госкорпорации “Росатом” Геннадия Сахарова и участников строительного консорциума МБИР на базе АСКАО, поставка комплектующих на площадку и работы по сооружению идут без сбоев. Большую роль для эффективного продвижения в рамках амбициозных сроков, конечно, играет внедрение на проекте высокотехнологичных инноваций и передовых управленческих практик”, – от-

метил заместитель директора ГНЦ НИИАР по сооружаемым объектам – руководитель проекта строительства МБИР Сергей Киверов.

*Петрозаводский филиал компании “АЭМ-технологии” (входит в машиностроительный дивизион Росатома – Атомэнергомаш) приступил к установке внутренних устройств в полукорпуса гидроемкости системы пассивного залива активной зоны (СПЗАЗ). Изделия предназначены для второго энергоблока строящейся АЭС Руппур. На один энергоблок устанавливается 8 ёмкостей СПЗАЗ. Ёмкости объёмом 120 м<sup>3</sup> каждая изготавливаются из нержавеющей стали. Изделие состоит из трёх обечайек и двух дна, внутри корпуса устанавливаются лестницы и настилы для обслуживания, а также другие внутрикорпусные устройства (ВКУ).*

На Петрозаводском заводе собирают и соединяют кольцевыми швами по три обечайки СПЗАЗ с нижним дном. В получившиеся полукорпуса устанавливают ВКУ. Первыми начали устанавливать настилы, которые представляют собой сборную сварную конструкцию из прутка круглого сечения. Диаметр одного настила достигает 4 м, масса – более 400 кг. В каждой ёмкости размещают по три такие конструкции.



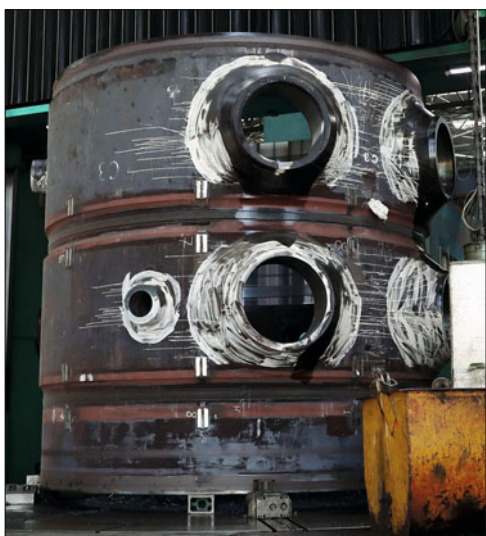
СПЗАЗ относится ко второй ступени пассивных систем безопасности АЭС; предназначена для отвода остаточных тепловыделений теплоносителя первого контура реактора. Во время эксплуатации на станции в ёмкостях хранится водный раствор борной кислоты, подогретый до температуры около 60°C. При падении давления в первом контуре ниже определённого уровня происходит автоматическая подача жидкости в реактор и охлаждение активной зоны.

АЭС Руппур проектируется и строится по российскому проекту. Проектирование и строительство объекта осуществляет Инжиниринговый дивизион ГК “Росатом”. Станция будет состоять из двух энергоблоков с реакторами типа ВВЭР, жизненный цикл которых составляет 60 лет с возможностью продления срока работы еще на 20 лет. Мощность каждого блока составит 1200 МВт. Компания “АЭМ-технологии” изготавливает для двух энергоблоков станции основное оборудование реакторного зала.

*В Волгодонском филиале АО “АЭМ-технологии” “Атоммаш” (входит в машиностроительный дивизион Росатома – Атомэнергомаш) завершили сварку кольцевых швов на верхнем полукорпусе реактора для строящегося третьего энергоблока АЭС Сюддану. Работы длились 25 дней при непрерывном подогреве 150 – 170°C в зоне сварных соединений. На сварку кольцевых швов потребовалось 4700 кг флюса и 3300 кг проволоки. Далее изделие нагрели до 300°C и переместили в печь на термообработку для получения требуемых механических свойств металла. Процесс нагрева и выдержки проходит при максимальной температуре в 620°C в течение трёх суток.*

После термообработки специалисты провели механическую обработку и весь спектр мероприятий по техническому контролю: визуально-измерительный, ультразвуковой, магни-

топорощковую дефектоскопию, рентгеногаммаграфирование сварных соединений. В дальнейшем сотрудники завода выполняют коррозионностойкую наплавку на внутренней части полукорпуса.



Реактор – изделие первого класса безопасности, представляет собой вертикальный цилиндрический корпус с эллиптическим дном. Внутри изделия размещается активная зона и внутрикорпусные устройства. Сверху корпус герметично закрыт крышкой с установленными на ней приводами механизмов и органов регулирования и защиты, патрубками для вывода кабелей датчиков внутриреакторного контроля.

Для блоков № 3 и 4 АЭС Сюддапу Атоммаш изготовит два корпуса реактора с внутрикорпусными устройствами, крышкой и верхним блоком и два комплекта парогенераторов.

АЭС Сюддапу находится в провинции Ляонин, КНР. Энергоблоки № 3 и 4 относятся к проекту “АЭС-2006” и соответствуют современным требованиям МАГАТЭ в области безопасности. Проектирование и строительство объекта осуществляет Инжиниринговый дивизион ГК “Росатом”. Ввод энергоблоков в эксплуатацию запланирован на 2027 и 2028 гг. соответственно.

**Петрозаводский филиал АО “АЭМ-технологии” (входит в машиностроительный дивизион Госкорпорации “Росатом” – Атомэнергомаш и Карельское региональное отделение СоюзМаш России) изготовил 4 направляющих аппарата для корпусов главных циркуляционных насосных агрегатов (ГЦНА) энергоблока № 5 АЭС Куданкулам (Индия).** Каждый направляющий аппарат состоит из верхнего и нижнего дисков, между которыми приваривают 13 направляющих лопаток. Аппарат устанавливается в корпусе насоса неподвижно и предназначен для направления потока теплоносителя внутри насоса. На Петрозаводском заводе выполнили сварочные работы на данных устройствах. Далее сборочные единицы поступают на механическую обработку.

Корпус ГЦНА – изделие первого класса безопасности. На атомной станции он обеспечивает циркуляцию теплоносителя в первом контуре и работает под давлением около 160 атм и при температуре 300°C. В состав оборудования реакторной установки одного энергоблока входят четыре ГЦНА.

АЭС Куданкулам – атомная электростанция с энергоблоками ВВЭР-1000, расположенная в штате Тамилнад на юге Индии. В июне 2017 г. Инжиниринговый дивизион Госкорпорации “Росатом” и Индийская корпорация по атомной энергии подписали соглашение о сооружении третьей очереди АЭС Куданкулам – это энергоблоки № 5 и 6.



**Специалисты АО “НПО “ЦНИИТМАШ” (входит в машиностроительный дивизион Госкорпорации “Росатом” – АО “Атомэнергомаш”) изготовили закладные части (1-й фазы) для крепления паровой турбины к верхней фундаментной плите для машзала энергоблока № 1. Совместно с компанией ООО “ААЭМ” все детали конструкции были доставлены на площадку сооружения АЭС Аккую.** Данные элементы заливаются бетоном и после установки турбины визуально их не увидеть, однако качество их изготовления влияет на безопасную эксплуатацию. В рамках данного проекта было необходимо: разработать рабочую конструкторскую документацию, провести аттестацию сварщиков и технологий сварки, аттестовать контроллеров и расширить область аккредитаций лабораторий неразрушающего контроля и разрушающего контроля по европейским нормам. Большой объем работы был проделан с заказчиком – ООО “ААЭМ”, по разработке производственно-технологической документации, аттестации субпоставщиков и приёмке продукции.

“Для ЦНИИТМАШ данный проект является ключевым, так как он позволяет задействовать практически все компетенции и подразделения научно-производственного предприятия. Сложность решаемой задачи заключалась не только в изготовлении основного объема шпилек (56 на блок) длиной до 9 м, но и в выполнении требований европейских норм. Реализация данного контракта позволила на практике проверить свои знания в области разработки технологий, производства, проведения испытаний и контроля”, – сообщил первый заместитель генерального директора Семён Ефимов.

**Сотрудники института сварки АО “НПО “ЦНИИТМАШ” (входит в машиностроительный дивизион Госкорпорации “Росатом” – АО “Атомэнергомаш”) принимают участие в сопровождении сварочных работ, термообработке и неразрушающем контроле главного циркуляционного трубопровода (ГЦТ) на первом блоке АЭС Аккую.** АЭС Аккую – первая атомная электростанция, строящаяся в Турецкой Республике. Проект включает в себя четыре энергоблока с реакторами российского дизайна ВВЭР поколения 3+, мощность каждого энергоблока составит 1200 МВт. В здании реактора первого энергоблока приступили к ключевой операции – сварочным работам главного циркуляционного трубопровода (ГЦТ). Служба контроля качества выполняет приёмку каждого подготовленного для сварки элемента, чтобы удостовериться в соответствии деталей установленным требованиям. Контроль качества сварки проходит в несколько этапов и включает в себя независимые методы контроля по принятым нормам и стандартам.



“Сооружение АЭС Аккую – первый проект в мировой атомной отрасли, реализуемый по модели Build-Own-Operate – “Строй-Владей-Эксплуатируй”. В настоящий момент на площадке продолжается строительство машинного зала первого энергоблока, ведутся приготовления к монтажу корпуса ядерного реактора на втором энергоблоке, заложен фундамент третьего энергоблока”, – поделился руководитель проектов института сварки и неразрушающего контроля Фёдор Зуев.

**Ведущие российские ученые-атомщики приняли участие в Международной конференции Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) “Быстрые реакторы и связанные с ними топливные циклы: устойчивая чистая энергия будущего (FR-22)”, посвящённой развитию технологии ядерных реакторов на быстрых нейтронах.** Конференция прошла с 19 по 22 апреля в Вене (Австрия) в гибридном формате (онлайн и оффлайн). Представители организаций Росатома представили свои доклады в онлайн-формате. Основной площадкой для трансляций докладов российских специалистов стал деловой центр АО “ОКБМ Африкантов” (входит в машиностроительный дивизион Росатома – “Атомэнергомаш”) в Нижнем Новгороде.

С приветственным словом к участникам конференции обратился руководитель проектного направления “Прорыв” – специальный представитель Госкорпорации “Росатом” по международным и научно-техническим проектам, представитель оргкомитета FR-22 от России Вячеслав Першуков, в частности отметивший, что Росатом планирует развивать двухкомпонентную ядерную энергетику в составе быстрых реакторов и реакторов типа ВВЭР. “Начало формирования переходного периода для двухкомпонентной системы ядерной энергетики позволило Росатому формулировать основные принципы новой технологической платформы, создаваемой на основе ЗЯТЦ с реакторами на быстрых нейтронах. Эти принципы включают в себя пять важнейших элементов – естественная безопасность, неограниченная материально-сырьевая база, решение проблемы ядерных отходов, укрепление режима нераспространения и конкурентоспособность”, – сказал он.

Главный конструктор РУ БН АО “ОКБМ Африкантов” Сергей Шепелев в свою очередь отметил, что внедрение коммерческих быстрых реакторов в структуру ядерной энергетики, начиная с 2030-х годов, предусмотрено в стратегии развития ядерной энергетики Российской Федерации. Сооружение

головного энергоблока с реактором БН-1200 предусмотрено в начале 2030-х годов.

Представители АО “ГНЦ РФ – ФЭИ” (входит в научный дивизион Госкорпорации “Росатом”) рассказали, что стратегия развития атомной энергетики до 2050 г. основана на быстрых и тепловых реакторах. ГНЦ РФ – ФЭИ является научным руководителем проекта по реализации многоцелевого исследовательского реактора на быстрых нейтронах МБИР, необходимого для развития двухкомпонентной атомной энергетики России с замкнутым ядерным топливным циклом на период до 2050 г. Эта установка имеет большое значение для развития мировой атомной науки, включая сопутствующие области – энергетику и ядерную медицину. “Для нас FR – это площадка для продвижения нашего понимания роли быстрых реакторов, технологий и решений в масштабной ядерной энергетике, обмена опытом с другими экспертами. Физико-энергетический институт как головная научная организация по быстрым реакторам представлен на конференции большим числом докладов. Здесь мы демонстрируем наши успехи и подтверждаем лидерство, предлагая широкий спектр решаемых задач”, – отметил Дмитрий Клинов, заместитель научного руководителя по перспективным тематикам ГНЦ РФ – ФЭИ.

Всего на конференции было представлено 70 докладов российских участников

**В АО ОКБ “ГИДРОПРЕСС” (компания машиностроительного дивизиона Росатома – “Атомэнергомаш”) 13 – 14 апреля 2022 г. состоялась XXII Международная конференция молодых специалистов по ядерным энергетическим установкам.** Онлайн-формат конференции позволил расширить аудиторию участников. В её работе приняли участие более 130 специалистов из 27 организаций России, Белоруссии, Армении, Болгарии. На конференцию было представлено 68 докладов. Их тематика была разнообразна и включала в себя работы по различным аспектам проектирования реакторных установок.

Заместитель председателя программного комитета Иван Васильченко обратил внимание на эволюцию, сложность и разноплановость представленных докладов. Подводя итоги он отметил, что конференция – это не только обмен знаниями, но и возможность представления своих лучших работ, призвав молодых специалистов, которые заинтересованы в повышении своих профессиональных качеств принимать участие в подобных молодежных научных форумах.