

## 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 феврале 202 г. составило 95,2 млрд кВт·ч, что на 2,3% больше объёма потребления за февраль 2020 г., без учёта потребления 29 февраля високосного 2020 г. увеличение составило 5,7%. Потребление электроэнергии в феврале 2021 г. в целом по России составило 96,7 млрд кВт·ч, что на 2,2% больше аналогичного показателя 2020 г. (без учёта потребления 29 февраля високосного 2020 г. – выше на 5,7%). В феврале 2021 г. электростанции ЕЭС России выработали 97,3 млрд кВт·ч, что на 3,4% больше, чем в феврале 2020 г. Выработка электроэнергии в России в целом в феврале 2021 г. составила 98,8 млрд кВт·ч, что на 3,3% больше выработки в феврале прошлого года. Без учёта влияния 29 февраля високосного 2020 г. рост выработки в феврале 2021 г. составил по ЕЭС России 6,9%, по России в целом так же 6,9%.

Основную нагрузку по обеспечению спроса на электроэнергию в ЕЭС России в феврале 2021 г. несли тепловые электростанции (ТЭС), выработка которых составила 58,8 млрд кВт·ч, что на 5,6% больше, чем в феврале 2020 г. Выработка ГЭС за второй месяц 2021 г. составила 14,9 млрд кВт·ч (на 7,0% меньше уровня 2020 г.), АЭС – 17,6 млрд кВт·ч (на 6,7% больше уровня 2020 г.), электростанций промышленных предприятий – 5,6 млрд кВт·ч (на 2,2% меньше уровня 2020 г.).

Максимум потребления мощности ЕЭС России в феврале 2021 г. зафиксирован 24 февраля в 10:00 по московскому времени и составил 154 975 МВт, что выше аналогичного показателя прошлого года на 8647 МВт (5,9%).

Среднемесячная температура воздуха в феврале текущего года составила –13,9°С, что на 9,0°С ниже аналогичного показателя 2020 г.

Потребление электроэнергии за первые два месяца 2021 г. в целом по России составило 201,4 млрд кВт·ч, что на 3,2% больше, чем за такой же период 2020 г. (без учёта потребления 29 февраля високосного 2020 г. – выше на 4,9%). В ЕЭС России потребление электроэнергии с начала года составило 198,2 млрд кВт·ч, что так же на 3,2% больше, чем в январе – феврале 2020 г. (без учёта потребления 29 февраля високосного 2020 г. – выше на 4,9%).

С начала 2021 г. выработка электроэнергии в России в целом составила 205,9 млрд кВт·ч, что на 4,1% больше объёма выработки в январе – феврале 2020 г. Выработка электроэнергии в ЕЭС России за первые два месяца 2021 г. составила 202,8 млрд кВт·ч, что на 4,1% больше показателя аналогичного периода прошлого года. Без учёта влияния 29 февраля високосного 2020 г. рост выработки за январь – февраль 2021 г. составил по ЕЭС России 5,8%, по России в целом 5,8%.

Основную нагрузку по обеспечению спроса на электроэнергию в ЕЭС России в течение двух месяцев 2021 г. несли ТЭС, выработка которых составила 122,4 млрд кВт·ч, что на 6,2% больше, чем в январе – феврале 2020 г. Выработка ГЭС за тот же период составила 30,9 млрд кВт·ч (на 3,5% меньше, чем за первые два месяца 2020 г.), АЭС – 36,9 млрд кВт·ч (на 4,2% больше, чем в аналогичном периоде 2020 г.), электростанций промышленных предприятий – 11,9 млрд кВт·ч (соответствует уровню января – февраля 2020 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

ОЭС	Выработка, млрд кВт·ч		Потребление, млрд кВт·ч	
	Февраль 2021 г.	Январь – февраль 2021 г.	Февраль 2021 г.	Январь – февраль 2021 г.
Востока	4,2 (2,4/5,9)	9,0 (4,8/6,5)	4,1 (2,4/5,9)	8,8 (4,7/6,4)
Сибири	18,7 (–1,0/2,4)	39,9 (2,6/4,3)	18,7 (0,1/3,5)	39,9 (2,6/4,3)
Урала	22,0 (–2,0/1,4)	46,5 (0,5/2,2)	21,7 (–2,4/0,9)	45,7 (–0,8/0,9)
Средней Волги	10,1 (12,4/16,1)	20,4 (6,6/8,3)	9,6 (3,8/7,3)	19,7 (3,7/5,4)
Центра	23,0 (11,5/15,4)	47,1 (11,1/13,0)	22,8 (6,9/10,5)	46,6 (6,9/8,6)
Северо-Запада	10,1 (1,1/4,6)	20,8 (–2,2/–0,6)	8,9 (5,8/9,5)	18,2 (5,2/7,0)
Юга	9,1 (1,4/4,8)	19,1 (4,4/6,1)	9,3 (2,5/5,8)	19,3 (2,9/4,5)

Примечание: В скобках приведено изменение показателя в процентах относительно прошлого года с учётом/без учёта влияния 29 февраля 2020 г.

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 февраль и два месяца 2021 г. представлены в таблице.

### Натурные испытания

**Филиал АО “СО ЕЭС” “Региональное диспетчерское управление энергосистем Новосибирской области, Алтайского края и Республики Алтай” (Новосибирское РДУ) совместно с ГК “Хевел” провели первый этап натурных испытаний системы накопления электроэнергии на площадке Кош-Агачской СЭС в составе ЕЭС России.** Система накопления электроэнергии (СНЭЭ) на площадке Кош-Агачской СЭС смонтирована и налажена специалистами Группы компаний “Хевел” в рамках реализации начатого в 2018 г. при поддержке администрации Республики Алтай пилотного проекта по установке промышленного сетевого накопителя электрической энергии в энергосистеме Республики Алтай и Алтайского края. СНЭЭ включает литий-ионную аккумуляторную батарею ёмкостью 580 кВт·ч и преобразователь постоянного тока номинальной мощностью 250 кВт.

Для возможности проведения испытаний рабочей группой в составе специалистов Системного оператора и ГК “Хевел” определён объём необходимых измерений и режимов работы оборудования, разработана программа проведения испытаний.

В ходе длившихся в течение шести суток испытаний проведено три опыта: участие СНЭЭ в регулировании активной мощности, участие солнечной электростанции совместно со СНЭЭ в регулировании активной мощности и в регулировании напряжения в энергосистеме. В частности, проверены возможности регулирования активной и реактивной мощности и в рамках испытаний цикла заряда-разряда установлена наибольшая длительность выдачи и потребления максимальной мощности.

По итогам натурных испытаний получены данные, анализ которых позволит разработать требования к СНЭЭ для работы в ЕЭС России, а также оценить фактические характеристики установленного на Кош-Агачской СЭС оборудования СНЭЭ.

Некоторые опыты не удалось выполнить в полном объёме в связи с погодными условиями. Они будут проведены на следующих этапах испытаний на Кош-Агачской СЭС, запланированных на 2021 г. при участии Новосибирского РДУ. В частности, планируется проверить возможность использования электрохимических накопителей для выравнивания графика нагрузки солнечной электростанции.

По результатам полного цикла испытаний в рамках работы технического комитета 016 “Электроэнергетика” Росстандарта планируется разработать национальные стандарты ГОСТ Р, регламентирующие использование систем накопления электроэнергии в ЕЭС России.

Применение СНЭЭ в энергосистемах – это новаторское для всего мира направление повышения качества управления режимами и улучшения экономических показателей функционирования энергетических систем при использовании в них генерирующих мощностей на основе ВИЭ.

Системный оператор и ГК “Хевел” планируют продолжить изучение возможностей применения электрохимических накопителей в ЕЭС России. Так, в 2021 г. запланированы испытания СНЭЭ на Бурзьянских СЭС в энергосистеме Республике Башкортостан, в том числе для проверки возможностей регулирования частоты и напряжения в изолированном энергоузле.

### Цифровизация

**Системный оператор ввёл в эксплуатацию “Портал обмена информационными моделями с субъектами электроэнергетики” (СИМ-портал), предназначенный для перевода информационного взаимодействия с субъектами электроэнергетики на унифицированный формат передачи данных на основе общей информационной модели.** Общая информационная модель (Common Information Model, CIM) – стандартизованная модель информационного взаимодействия предприятий электроэнергетики, предоставляющая возможность эффективной интеграции разнородных автоматизированных систем и обеспечивающая унифицированный способ управления энергообъектами вне зависимости от их назначения и производителя оборудования. В России CIM описывается серией национальных стандартов ГОСТ Р 58651 “Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики”, разрабатываемых с учётом стандартов Международной электротехнической комиссии МЭК 61970 и МЭК 61968.

Обмен данными с субъектами электроэнергетики лежит в основе выполнения Системным оператором своих основных функций по оперативно-диспетчерскому управлению в Единой энергетической системе России. На основании информации о параметрах и характеристиках оборудования и ЛЭП, получаемой от субъектов электроэнергетики, выполняется планирование и управление электроэнергетическим режимом, а также перспективное развитие ЕЭС России. Информация о параметрах и характеристиках оборудования и ЛЭП является составной частью Единой информационной модели (ЕИМ) ЕЭС России.

СИМ-портал основан на принципах “одного окна”, через которое информация о параметрах и характеристиках оборудования энергообъектов и ЛЭП может передаваться генерирующими и электросетевыми компаниями в диспетчерские центры Системного оператора. На первом этапе предусмотрено два способа передачи информации. Первый и основной способ – передача файлов формата `xml`, сформированных в соответствии с серией стандартов ГОСТ Р 58651. Информация, полученная с использованием такого способа, автоматизировано попадает в информационную модель СИМ-портала. Второй способ – передача информации посредством веб-интерфейса СИМ-портала, предоставляющего возможность сотрудникам субъекта электроэнергетики внести изменения в отдельную форму вво-

да. Данный способ необходим на первом этапе, пока субъекты электроэнергетики налаживают у себя возможность передавать все или часть данных в стандартном формате `simxml`. Информация, введенная таким образом, автоматически преобразуется в структуру СІМ и попадает в информационную модель СІМ-портала.

Из информационной модели СІМ-портала информация может быть перенесена в Единую информационную модель ЕЭС России и другие информационно-управляющие системы АО «СО ЕЭС» посредством выгрузки в стандартном формате `simxml` или прямого автоматизированного взаимодействия между информационными системами. Предусмотрена также возможность передачи части данных информационной модели СІМ-портала в АО «Техническая инспекция ЕЭС» с целью обеспечения принципа «одного окна» для передачи информации генерирующими и электросетевыми компаниями.

Переход к унифицированному формату информационного обмена между субъектами электроэнергетики с использованием ИУС «СІМ-портал» и принятых в 2019 – 2020 гг. национальных стандартов серии «Информационная модель электроэнергетики» позволяет упорядочить информационные потоки между субъектами электроэнергетики и диспетчерскими центрами Системного оператора, повысить качество используемых данных, а также снизить их разнородность и разновременность обновления.

*10 – 12 февраля 2021 г. АО «СО ЕЭС» при поддержке Клуба топ-менеджеров 4СІО провёл первую в России специализированную конференцию, посвящённую унификации информационного обмена в электроэнергетике на базе стандартов СІМ. Мероприятие состоялось в омниканальном режиме. Участие в мероприятии приняли более 200 профессионалов – представители Минэнерго России и крупнейших энергетических компаний, разработчики и производители программного обеспечения и ИТ-решений и зарубежные эксперты. Участники обсудили перспективы унификации информационного обмена в электроэнергетике как необходимого условия цифровой трансформации отрасли, ознакомились с передовым отечественным и зарубежным опытом организации обмена технологической информацией в электроэнергетике с применением СІМ, мировыми практиками внедрения решений, поддерживающих СІМ. Поделались мнениями о влиянии изменений в информационном обмене на существующие деловые процессы, обменялись наработками по созданию и актуализации информационных моделей и обмену технологическими данными без привязки к решениям конкретных разработчиков программного обеспечения.*

Заместитель директора по автоматизированным системам диспетчерского управления АО «СО ЕЭС» Роман Богомолов представил доклад «Стандартизация предоставления информации субъектами электроэнергетики для целей оперативно-диспетчерского управления в соответствии с серией ГОСТ Р 58651». Он рассказал о планируемых изменениях в процессе предоставления технологической информации субъектами электроэнергетики для целей оперативно-диспетчерского управления и использования этой информации при вы-

полнении функций Системного оператора по управлению ЕЭС России. Представитель АО «СО ЕЭС» ознакомил всех с возможностями, которые стали доступны участникам информационного обмена после запуска Системным оператором в конце 2020 г. «Портала обмена информационными моделями с субъектами электроэнергетики» (СІМ-портала), предусматривающего унифицированный формат передачи данных на основе общей информационной модели.

В докладе об истории использования СІМ в АО «СО ЕЭС» Роман Богомолов рассказал о внедрении Единой информационной модели ЕЭС России (ЕИМ), целях и этапах её создания, механизме верификации данных, интеграции с основным программным обеспечением Системного оператора. Создание ЕИМ в 2016 г. обеспечило возможность перехода на единый источник нормативно-справочной информации для решения технологических задач АО «СО ЕЭС» и создало технологическую основу для внедрения в компании оперативно-информационного комплекса нового поколения. Успешный опыт создания и эксплуатации Единой информационной модели, которая на текущий момент содержит информацию о 6,6 млн именованных объектов, позволил перейти к стандартизации и унификации информационного обмена с субъектами отрасли на базе международных стандартов IEC 61970 и IEC 61968, отметил он. В настоящее время первоочередные задачи – закрепление отработанных принципов создания ЕИМ в национальных стандартах и отраслевых нормативных правовых актах, описание общепромышленных правил моделирования на основе СІМ, а также утверждение порядка создания и сопровождения информационной модели электроэнергетики, включающего правила идентификации объектов.

Начальник Отдела сопровождения оперативного информационного комплекса нового поколения и информационной модели АО «СО ЕЭС» Николай Беляев ознакомил участников конференции с опытом сопровождения и развития ЕИМ в трёхуровневой иерархической структуре диспетчерского управления Системного оператора. Он рассказал об основных информационных потоках в АО «СО ЕЭС», системе управления информационной моделью, технологии актуализации ЕИМ и анализа внесённых в неё изменений, учитывающей структуру диспетчерского управления и масштабы ЕЭС России. В докладе была представлена рекомендованная схема разработки и расширения профиля информационной модели, которая используется в АО «СО ЕЭС», акцентировано внимание на важности проверки проектных решений до переноса их в отраслевые стандарты. В завершение Николай Беляев ознакомил участников с планами по расширению и дальнейшему развитию ЕИМ: внедрением подсистем мониторинга электроэнергетического режима, описанием устройств и комплексов РЗА и планируемой разработкой профиля оптового рынка электроэнергии и мощности. Кроме того, он рассказал о планах по переводу до 2024 г. информационного обмена данными о параметрах ЛЭП и электросетевого оборудования с ПАО «Россети» на автоматизированный обмен информационными моделями в соответствии со стандартами серии ГОСТ Р 58651.



Доклад директора по ИТ ОДУ Урала Александра Кузнецова был посвящён анализу результатов пилотных проектов по обмену данными между Системным оператором и “Россети Урал” – “Екатеринбург” (АО “ЕЭСК” – Екатеринбургская электросетевая компания). По итогам первого этапа пилотных проектов разработан профиль информационного обмена на основе СИМ, организована схема обмена, проведены успешные тестовые обмены данными. На втором этапе организован постоянный информационный обмен – к настоящему времени таким образом передаётся уже более 40% обязательных для передачи в диспетчерский центр технологических параметров.

Заместитель директора по управлению развитием ЕЭС Дмитрий Афанасьев рассказал о действующей процедуре разработки, рассмотрения, утверждения национальных стандартов в возглавляемом АО “СО ЕЭС” техническом комитете ТК 016/МТК 541 “Электроэнергетика” Росстандарта. Он проинформировал об актуальных направлениях деятельности комитета и основных итогах его работы, в том числе достигнутых в 2020 г. результатах. А также ознакомил присутствующих с планом-графиком рассмотрения включённых в Программу национальной стандартизации на 2021 г. проектов стандартов серии ГОСТ Р 58651, регламентирующих использование СИМ в электроэнергетике.

Николай Беляев также представил краткий обзор плана по разработке стандартов серии ГОСТ Р 58651 и разработанных Системным оператором и уже вступивших в действие четырёх национальных стандартов по информационной модели в электроэнергетике. Содокладчиками выступили представители ПАО “РусГидро”, ПАО “Россети” и АО “Техническая инспекция ЕЭС”. Они ознакомили участников с находящимися на разной стадии разработки проектами стандартов, расширяющих базисный профиль информационной модели электроэнергетики в зонах ответственности каждой из компаний и регламентирующих использование СИМ в различных деловых процессах.

Заместитель начальника Службы релейной защиты и автоматики АО “СО ЕЭС” Дмитрий Ясько представил доклад об опыте разработки Системным оператором профиля информационной модели электроэнергетики для описания РЗА и гармонизации разработанного профиля с разработками ПАО “Россети”. Он рассказал об основных преимуществах перехода на единый профиль релейной защиты и автоматики, обеспечивающий создание общего информационного пространства для Системного оператора, владельцев энергообъектов и потребителей электроэнергии, что в конечном итоге направлено на снижение количества аварий по причине неправильной работы устройств РЗА. Также в докладе затронуты вопросы нормативного регулирования в области РЗА – Дмитрий Ясько отметил необходимость стандартизации профиля информационной модели РЗА с учётом принятой в России классификации устройств релейной защиты и автоматики.

В мероприятии приняли участие представители компаний-разработчиков и иностранных консалтинговых компаний, которые поделились наработками по использованию СИМ в SCADA/EMS/OMS – системах сбора и анализа информации и системах управления – в

электроэнергетике в европейских энергосистемах, рассказали об опыте внедрения СИМ в Европе, а также представили свое мнение о роли СИМ в цифровизации мировой энергетики.

*По итогам успешной опытной эксплуатации в АО “СО ЕЭС” введён в работу Программно-вычислительный комплекс для автоматизированного расчёта уставок релейной защиты и автоматики (ПВК “АРУ РЗА”), разработанный компанией “НТЦ ЕЭС Противоаварийное управление” (входит в Группу компаний НТЦ ЕЭС) по заказу Системного оператора.* Новый отечественный программно-вычислительный комплекс обеспечивает решение прикладных задач по расчёту токов короткого замыкания и выбору параметров срабатывания (уставок) РЗА с учётом текущей схемно-режимной ситуации в энергосистеме, а также позволяет анализировать действия устройств РЗА. Использование ПВК “АРУ РЗА” позволяет максимально автоматизировать, сократить время выполнения и повысить качество расчётов РЗА.

Расчёт параметров настройки РЗА – одна из базовых задач в процессе выполнения Системным оператором своих основных функций по управлению электроэнергетическим режимом энергосистем. От технического уровня и правильной работы РЗА напрямую зависит надёжность ЕЭС России.

Работа над созданием ПВК “АРУ РЗА” началась в 2014 г. Долгосрочное тестирование с последующей доработкой программного комплекса, а затем опытная эксплуатация велись в общей сложности в 10 филиалах АО “СО ЕЭС” – объединённых и региональных диспетчерских управлениях.

В течение года ПВК “АРУ РЗА” будет принят на вооружение службами РЗА во всех остальных филиалах Системного оператора после проведения соответствующего обучения персонала по специальным программам, разработанным совместно с “НТЦ ЕЭС Противоаварийное управление”.

В основе ПВК “АРУ РЗА” лежит разработанная специалистами “НТЦ ЕЭС” платформа для построения систем автоматизированного проектирования (САПР) в сфере энергетики. Комплекс имеет множество новшеств по сравнению с предыдущим программным обеспечением. В частности, он позволяет моделировать ВИЭ и управляемые системы передачи переменного тока – различные устройства FACTS (Flexible Alternating Current Transmission System). Комплекс имеет модульную архитектуру. Он состоит из более 20 функциональных модулей, включая модуль анализа срабатывания защит для обеспечения ближнего и дальнего резервирования с проверкой корректности работы устройств РЗА, модуль определения места повреждения и др. А также содержит максимально полную базу данных устройств РЗА отечественных и зарубежных производителей, которая постоянно актуализируется в процессе обслуживания. Комплекс работает с адаптивной расчётной моделью энергосистемы, что даёт возможность использовать наиболее корректные методы расчёта и схемы замещения элементов – электрические схемы со свойствами реальных энергообъектов и оборудования – для каждого конкретного случая. ПВК “АРУ РЗА” – отечественный продукт и может работать

под разработанными в России операционными системами на базе Linux.

Разработанный по заказу Системного оператора ПВК «АРУ РЗА» не является специфическим программным обеспечением для оперативно-диспетчерского управления и уже активно эксплуатируется в проектных институтах России и Казахстана, организациях и компаниях нефтегазовой отрасли. Он также применяется в процессе обучения в ряде вузов, готовящих специалистов по РЗА для энергетической отрасли.

## АО «Атомэнергомаш»

*В АО «ЗиО-Подольск» (входит в машиностроительный дивизион Росатома – АО «Атомэнергомаш») состоялась контрольная сборка нового сепаратора-пароперегревателя для тихоходной турбины первого энергоблока Курской АЭС-2 с реактором ВВЭР-ТОИ.* СПП представляет собой вертикальный сосуд, состоящий из сепаратора, пароперегревателя и разделителя СПП. Конструктивная особенность заключается в том, что пароперегреватели 1-й и 2-й ступени располагаются не друг за другом, а параллельно, один за другим по ходу движения нагреваемой среды. Ступени представляют собой модули из ста двенадцати теплообменных кассет.



В процессе контрольной сборки специалисты завода произвели стыковку частей СПП: сепаратора и пароперегревателя друг с другом с помощью технологических планок. Контрольная сборка позволяет обеспечить соосность всех элементов. Изделия полностью повторяют свое проектное положение. Процесс позволяет значительно сократить сроки и упростить монтаж оборудования на площадке строительства атомной станции. Общая масса изделия в сборе составляет 263 т, длина аппарата – порядка 20 м, диаметр – 4,9 м.

АО «ЗиО-Подольск» является разработчиком полного цикла изготовления СПП-1200ТОИ – от технического проекта до сдачи оборудования заказчику. Энергоблоки № 1 и 2 Курской АЭС-2 поколения «3+» являются пилотными, сооружаемыми по проекту ВВЭР-ТОИ (водо-водяной энергетический реактор типовой оптимизированный информатизированный), и соответствуют самым современным требованиям МАГАТЭ в области безопасности. Проектирование и строительство объекта осуществляет Инжиниринговый

дивизион Госкорпорации «Росатом». Это новый проект, созданный российскими проектировщиками на базе технических решений проекта АЭС с ВВЭР-1200. Они обладают повышенной мощностью и улучшенными технико-экономическими показателями. «ЗиО-Подольск» изготавливает для двух энергоблоков станции основное оборудование машинного зала.

*В Петрозаводском филиале компании «АЭМ-технологии» (входит в машиностроительный дивизион Госкорпорации «Росатом» – Атомэнергомаш и Карельское региональное отделение «СоюзМаш» России) провели итоговое тестирование роботизированного токарно-револьверного станка с ЧПУ.* В рамках цифровизации производства, совместно с компанией «Цифрум» (Госкорпорация «Росатом»), Петрозаводскмаш подтвердил возможность роботизации станков с ЧПУ для изготовления отдельных элементов оборудования АЭС.

Токарный станок был дооборудован коллаборативным роботом (коботом), работающим совместно с человеком. Система ЧПУ станка и управления коботом связаны между собой и составляют единый технологический комплекс. Станочник как программист автономного механообрабатывающего центра настраивает и запускает станок в работу, при необходимости меняет режущий инструмент и контролирует размеры детали. Изготовление серии однотипных изделий происходит автономно без участия персонала.



Роботизированная компанией «Коботек» установка включает в себя манипулятор с захватом, блок и пульт управления, подставки для заготовок и готовых изделий. Рука-манипулятор кобота имеет электромеханический привод и пневматический захват, автоматически позиционируется в пространстве и адаптируется к весу перемещаемой детали. Интервал сервисного обслуживания роботизированной установки составляет 3500 ч.

Роботизированный станок прошёл «обкатку» в учебном центре Петрозаводскмаша, по результатам которой будет принято решение о его использовании в производственной технологической цепочке по изготовлению серийных деталей для оборудования реакторной установки.

*В Волгодонском филиале АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» (входит в машиностроительный дивизион Росатома – Атомэнергомаш) в рамках программы модернизации ввели в эксплуатацию уникальную измерительную систему – 3D-сканер.* Установка пред-



назначена для оцифровки поверхности крупногабаритных изделий и с помощью координата точек формирует 3D-модель. В процессе сканирования формируется облако из миллиона точек, которые при помощи программного обеспечения отображают измеренные геометрические размеры изделий в реальном времени.



Оценка максимально точного значения параметров заготовок – одна из ключевых операций при входном и промежуточном контролях, за счёт которых обеспечивается высокое качество и безопасность при изготовлении сложного ядерного оборудования. Ранее размеры изделий выясняли при помощи многочисленных измерений на расточных и карусельных станках. Благодаря новой системе измерений сотрудники получают точные параметры в 5 раз быстрее. При этом высвободится от 300 до 600 нормо-часов станочного времени в год.

Измерительная система состоит из сканера со встроенными лазерными излучателями и двух камер для набора облака точек, а также оптического трекера, который определяет положение сканера в пространстве. Точность измерительной системы достигает  $\pm 0,06$  мм (с допуском  $\pm 0,20$ ). Объём измерений составляет  $16 \text{ м}^3$  и может динамически изменяться в процессе измерений без потери точности и без дополнительной настройки на участке.

“Использование современных цифровых технологий в производственном процессе – одно из ключевых направлений реализации нашей инвестиционной программы. Мы начали процесс “цифровизации” довольно давно и это была не дань моде, а осознанный выбор. Использование цифровых технологий для нас – это возможность максимальной оптимизации производственного процесса, кратное снижение рисков “человеческого фактора”. Кроме того, новые технологии определяют сегодня расширение производственных возможностей, при сокращении сроков производственного процесса и безусловного обеспечения качественных параметров продукции. На мой взгляд, использование цифровых технологий даёт нашим работникам возможность более рационально использовать своё рабочее время и, одновременно, осваивать новые навыки, которые, возможно, в ближайшем будущем, станут профессионально определяющими”, – заявил генеральный директор АО “АЭМ-технологии” Игорь Котов.

**АО “ЗиО-Подольск” (входит в машиностроительный дивизион Росатома – АО “Атомэнерго-**

**маши”)** изготовил и отгрузил оборудование для второго энергоблока АЭС Руппур. В Республику Бангладеш отправлен последний комплект крупногабаритных изделий – четвертый сепаратор-пароперегреватель СПП-1200 и второй подогреватель высокого давления ПВД-К-5.

Сепаратор-пароперегреватель предназначен для осушки и перегрева влажного пара после цилиндра высокого давления турбины. СПП-1200 отгружается тремя частями: сепаратор массой 41 т, пароперегреватель первой ступени (масса аппарата 86 т), а также пароперегреватель второй ступени (105 т).



Подогреватели высокого давления ПВД-К-5 – элементы машинного зала атомной станции. ПВД – крупногабаритное изделие длиной свыше 11 м и массой 120 т. Выполняет функцию нагрева питательной воды, подаваемой в парогенератор за счёт охлаждения и конденсации пара, отбираемого из промежуточных ступеней турбины.

Общая масса отгруженной продукции составила 350 т. Оборудование имеет 50-летний ресурс эксплуатации. Конструкторская документация разработана специалистами Департамента оборудования атомного машиностроения АО “ЗиО-Подольск”, они же осуществляют авторское сопровождение за изготовлением.

**Специалистами ЦНИИТМАШ (входит в машиностроительный дивизион “Росатома” – АО “Атомэнергомаши”) разработаны новые составы основного металла и сварочных материалов для проекта ВВЭР-СКД, одновременно для проекта ВВЭР-С произведено совершенствование существующих материалов на базе стали 15Х2НМФА.** Впервые обеспечена возможность получения равнопрочности основного металла и сварного шва на корпусе ВВЭР. Образцы новых материалов поставлены на длительные испытания по радиационному облучению в исследовательском реакторе. Оцениваются параметры длительной прочности и ползучести, а также влияние термического охрупчивания на сдвиг температуры хрупко-вязкого перехода. Работы по проекту ведутся с 2019 г. в рамках Единого отраслевого тематического плана (ЕОТП).

“Данная работа рассчитана на три года, и в 2020 г. был успешно закрыт её второй этап”, – рассказал заведующий лабораторией крупного слитка Дмитрий Толстых. Уровень достигнутых результатов значительно превосходит показатели не только имеющихся корпус-

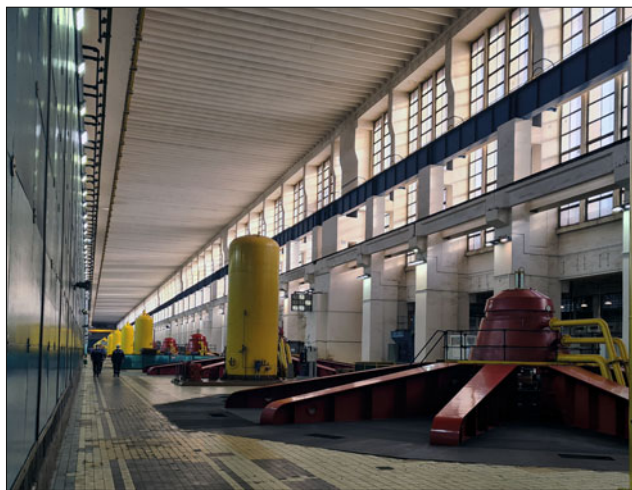
ных материалов, но и перспективных зарубежных корпусных сталей. Так, для материалов ВВЭР-СКД (водо-водяной энергетический реактор, охлаждаемый водой сверхкритического давления) достигнута категория прочности КП65+ при температуре 400°C, а для ВВЭР-С – КП55 при 350°C. На следующем этапе будет оцениваться радиационная стойкость новых материалов, будут разработаны технологии производства заготовок корпуса реактора и методики оценки ресурса корпусов из новых материалов. После завершения работ по проекту планируется промышленное освоение производства изделий из новых материалов и их аттестация. Разрабатываемые материалы позволяют обеспечить перспективные проекты реакторов будущих поколений высоконадежными и высокоресурсными корпусами.

## ПАО “РусГидро”

### Модернизация Волжской ГЭС

*На Волжской ГЭС начаты работы по замене генератора на гидроагрегате ст. № 4. Одновременно будет выполнен капитальный ремонт гидротурбины, которая была заменена в 2005 г.* Обновление оборудования проводится в рамках Программы комплексной модернизации (ПКМ) гидроэлектростанций РусГидро.

Генератор гидроагрегата ст. № 4 эксплуатируется с 1960 г. и к настоящему времени выработал нормативный срок службы. Новый гидрогенератор, изготовленный российским концерном “Силовые машины”, создан с учётом современных достижений в области энергетического машиностроения и имеет улучшенные технические характеристики. Завершить замену генератора планируется в декабре 2021 г.



Сегодня на Волжской ГЭС обновили уже 21 гидротурбину и 14 генераторов. Завершить замену всех 22 турбин планируется в 2021 г., генераторов – в 2026 г. Новые гидроагрегаты обладают большей эффективностью, что уже позволило увеличить мощность Волжской ГЭС с 2541 до 2 671 МВт. В перспективе установленная мощность станции возрастет до 2744,5 МВт.

Помимо гидроагрегата ст. № 4, сегодня на Волжской ГЭС продолжается модернизация гидроагрегатов ст. № 10 (замена турбины и генератора) и № 19 (замена

генератора). Кроме обновления гидросилового оборудования, в рамках ПКМ продолжается замена затворов водосливной плотины и сороудерживающих решеток, запланирована реконструкция открытого распределительного устройства напряжением 500 кВ с применением элегазового оборудования закрытой компоновки.

### Модернизация Эзминской ГЭС

*РусГидро начало реализацию масштабного проекта комплексной модернизации Эзминской ГЭС – второй по мощности электростанции Северной Осетии.* Энергетики приступили к реконструкции головного водозаборного узла станции: отсыпали необходимую перемычку и начали удаление повреждённого и ослабленного бетона. Все работы по реконструкции выполняет дочернее общество РусГидро – АО “Гидроремонт-ВКК”. Проект реконструкции станции выполнен АО “ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева”.

На выработке электроэнергии работы по модернизации водозаборного узла не отразятся: Эзминская ГЭС продолжает работать в штатном режиме за счёт использования зимнего обводного канала, введённого в эксплуатацию в 2017 г.

Головной узел Эзминской ГЭС расположен на реке Терек, он обеспечивает забор воды, очистку её от наносов и подачу в деривационный тоннель. Сооружения головного узла включают в себя грунтовую плотину, двухпролётный водосброс и водоприёмник. После более чем 60-летней эксплуатации сооружения головного узла стали требовать ремонта, а изношенное оборудование – замены.



В ходе работ по модернизации головного узла предстоит выполнить значительный объём работ. С помощью закачки специальных затвердевающих составов через пробуренные скважины будет укреплен грунт под сооружениями. Также будут устранены повреждения бетона, а на водосливной грани водосброса и в промысловых галереях водоприёмника смонтируют металлическую облицовку, которая защитит бетон от износа.

Будет полностью заменено гидромеханическое оборудование: затворы и их подъёмные механизмы. В качестве приводов затворов будут использованы современные электроцилиндры, что позволит максимально автоматизировать производственный процесс. Гидромеханическое оборудование уже поставлено производителем.



лем, его монтаж начнётся во второй половине текущего года.

По завершении работ на головном узле энергетики приступят к реконструкции напорно-станционного узла, включая замену гидроагрегатов. Новые гидроагрегаты российского производства позволят увеличить мощность Эзминской ГЭС с 45 до 58,5 МВт.

## НПО “ЭЛСИБ”

*С 17 по 18 февраля НПО “ЭЛСИБ” приняло участие в 5-м ежегодном Международном конгрессе и выставке “Гидроэнергетика. Центральная Азия и Каспий 2021” в Ташкенте, Узбекистан.* НПО “ЭЛСИБ” представили начальник отдела продаж генераторов Павел Королев и начальник отдела по связям с общественностью и СМИ Оксана Эрке. Ключевой темой мероприятия стало развитие возобновляемых источников энергии.

“Гидроэнергетика. Центральная Азия и Каспий 2021” – это профессиональная площадка для диалога, обмена опытом, поиска решений и консолидации усилий представителей власти и бизнеса для эффективной реализации целого ряда проектов строительства и реконструкции/модернизации гидроэлектростанций региона (Кыргызстан, Грузия, Узбекистан, Азербайджан, Иран, Армения, Россия, Казахстан, Таджикистан, Турция). В этом году конгресс собрал более 150 руководителей высшего звена, представителей местных органов власти, консультантов, экспертов и ведущих производителей технологий и оборудования.

В рамках конгресса представители НПО “ЭЛСИБ” ПАО провели деловые встречи и переговоры с такими компаниями как Усть-Каменогорская ГЭС, Институт “Гидропроект”, с производителями гидротурбин (АО “Силовые машины”, Voith Hydro), а также с представителями гидроэнергетики Узбекистана, которые отметили надёжность и качество продукции НПО “ЭЛСИБ” ПАО.

В настоящее время в республике Узбекистан функционирует 47 гидроэлектростанций установленной мощностью 3 ГВт. При этом гидропотенциал Узбекистана используется всего лишь на 30%. Согласно программе по развитию гидроэнергетики мощность действующих ГЭС Узбекистана планируется увеличить в 1,7 раза. Гидрогенераторы производства НПО “ЭЛСИБ” общей мощностью 470 МВт эксплуатируются на четырех ГЭС Узбекистана: Ходжикентской, Газалкентской, Андиганской и Гиссаракской.

## АО “Уральский турбинный завод”

*На Приморской ТЭС (Калининградская энергосистема) введён в эксплуатацию третий блок. Три турбины К-65-12,8 для энергоблоков станции изготовлены Уральским турбинным заводом.* Ввод в эксплуатацию Приморской ТЭС мощностью 195 МВт позволит диверсифицировать топливный баланс калининградской энергосистемы для снижения энерготехнологической зависимости от поставок природного газа в самый западный регион России. В случае сокращения перетоков электроэнергии из соседних стран высокоэф-

фективные машины УТЗ станут для жителей Калининградской обл. надёжным источником электроэнергии.

Турбина К-65 это высокоманевренная и одновременно высокоэффективная турбина средней мощности. Она выполнена в одном цилиндре, в ней отсутствует конструктивно выделенная регулирующая ступень и реализована высокоэффективная проточная часть. Турбина К-65 выполнена на давление свежего пара 12,8 МПа. Повышение начальных параметров пара обеспечивает возможность достижения большей эффективности паровой турбины.

Приморская ТЭС строилась в рамках проекта по обеспечению энергобезопасности Калининградской обл. по поручению Президента РФ и в соответствии с распоряжениями Правительства РФ. По проекту, до 2021 г. в регионе должны были быть построены четыре электростанции (три на газовом топливе, одна угольная) суммарной установленной мощностью около 1 ГВт.

## Национальный исследовательский университет “МЭИ”

*Завершилась инженерная конференция для школьников НИУ “МЭИ” “Потенциал”. Это ежегодное мероприятие, которое вот уже 30 лет собирает учащихся инженерных и академических классов и даёт им возможность представить проектные работы в различных научных областях, включая физику, математику, информационные технологии, биотехнологию, энергосбережение, астрономию и космос.* В этом году участниками мероприятия стали более 500 учащихся из 77 учебных заведений России и Республики Беларусь, которые продемонстрировали более 350 инженерных и научных проектов по следующим дисциплинам: цифровая энергетика, машиностроение, лазерные технологии, нанотехнологии, моделирование, генетика и др.

“Конференция “Потенциал” для нас – одно из самых важных мероприятий, часть большой стратегии формирования научных кадров. В “Потенциале” участвуют лучшие школьники России, готовые связать себя с наукой и с энергетикой. Обмен опытом, отзывы и поддержка старших коллег, встреча с экспертами отрасли – всё это помогает школьникам определиться с будущей профессией, а вузам найти будущих студентов”, – отметил ректор НИУ “МЭИ” Николай Рогалев.

Для участников также были организованы онлайн лекции и интерактивные мастер-классы от кафедр НИУ “МЭИ” по энергетике, экологии, робототехнике, прикладной физике, химии, радиоэлектронике, IT-технологиям, энергосбережению, экономике и др. Конференция является тренировочной перед участием в Открытой городской научно-практической конференции “Инженеры будущего”.

Соорганизатором конференции является школа №1502 “Энергия”. В экспертное жюри вошли преподаватели ведущих столичных вузов. Мероприятие традиционно проходит при поддержке Департамента образования и науки города Москвы в рамках столичного проекта “Инженерный класс”.