



ЭНЕРГЕТИКА БЕЛАРУСИ

Издаётся
с июня 2001 г.

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ «БЕЛЭНЕРГО»

№21 (448) 17 НОЯБРЯ 2020 г.

АКТУАЛЬНО

3 ноября в 12:03 первый энергоблок Белорусской АЭС выдал первые киловатт-часы электрической энергии в единую энергосистему Республики Беларусь. 7 ноября глава государства посетил станцию и прежде всего поздравил всех с праздником.

«Это исторический момент — страна становится ядерной державой!» — отметил **Александр ЛУКАШЕНКО**.



Фото БЕЛТА

Начало атомной эры страны

БЕЛАРУССКАЯ АЭС



7 ноября в Беларуси ежегодно открывают важные, прорывные объекты, которые способствуют качественному скачку отечественной экономики и повышению уровня жизни людей. Особенность этому празднику, по словам Президента, безусловно, придает запуск БелАЭС.

«Наша страна сегодня становится ядерной державой, это огромный успех, это венец, если хотите, может быть, этап суверенитета и независимости нашей страны, — сказал

Глава государства. — Островская АЭС — новый шаг в будущее, к обеспечению энергетической безопасности государства. Здесь, на первом энергоблоке, мы будем производить около 20% от общей потребности страны в электричестве. Столько же нам даст работа второго блока. Дальше больше. Запуск станции послужит импульсом для привлечения в страну самых передовых технологий. И не только в энергетику. Но и в развитие электротранспорта, создание новых электроёмких производств, инновационных направлений в науке и обра-

зовании».

Президент обратил внимание, что возведение атомной электростанции подтянуло другие сферы экономики, прежде всего строительство и производство строительных материалов. Также это подтолкнет развитие экологичных видов транспорта, позволит сэкономить на потреблении природного газа. «Вперед продвигаются огромные сектора экономики. Мы практически \$7 млрд вложили в нашу экономику. И если строить вторую станцию, это будет хорошим стимулом для развития экономики, локомотивом, который

СПРАВКА «ЭБ»

За трое суток с момента включения в объединенную энергосистему с БелАЭС отпущено более 22 млн кВт·ч электроэнергии. Энергетическому пуску предшествовал большой объем работ — по проверке готовности технологических систем и оборудования к этапам освоения тепловой и электрической мощности, проведению необходимых испытаний, подготовке персонала.

даст движение многим секторам экономики», — заявил Глава государства.

В учебно-тренировочном центре БелАЭС министр энергетики **Виктор КАРАНКЕВИЧ** доложил Президенту о работах по вводу станции в эксплуатацию и ее интеграции в экономику страны.

За 9 лет на территории площадью более 100 га было построено 130 основных зданий и сооружений АЭС. С вводом первого энергоблока будет введено 88 объектов, проведению второго — 42. Срок эксплуатации станции — 60 лет с возможностью продления до 100.

Окончание на с. 2

Начало атомной эры страны

Окончание.
Начало на с. 1

Всего на БелАЭС будут работать свыше 2,5 тыс. человек, около 60 из них — специалисты из России и Украины с опытом работы на атомных станциях.

Ежегодно на БелАЭС будут производить порядка 18 млрд кВт/ч. Запуск атомной станции позволит замещать около 4,5 млрд кубометров природного газа в год. Валютная нагрузка на бюджет снизится более чем на 500 млн.долл. США. Выбросы парниковых газов будут уменьшаться более чем на 7 млн т в год.

«В качестве топлива используется диоксид урана, который изготовлен в виде таблеток 9х13 мм весом 5 г каждая. Каждая из них замещает 350 кг нефти, 360 м³ газа, 400 кг угля. Таблетки помещаются герметично в циркониевые стержни, так называемые твэлы, которые в общем количестве 312 штук объединяются в одну тепловыделяющую сборку. В реактор загружают 163 такие сборки. Общая масса загружаемого топлива — 87 т. При последующей перегрузке топлива, которая будет проходить раз в год, будет заменено лишь 25% от первоначальной загрузки. И этого будет достаточно для производства двумя энергоблоками 18 млрд кВт·ч электроэнергии в год. Отработавшее топливо забирает российская сторона для переработки», — уточнил министр.

«Мы не считаем отработавшее топливо отходами, — отметил глава «Росатома» Алексей ЛИХАЧЕВ. — Это будущее топливо для реакторов на быстрых нейтронах, в которых будет восстанавливаться уран и потом опять попадать в традиционные тепловые реакторы, такие как ВВЭР. Будущее именно у двухкомпонентной атомной энергетики в замкнутом безотходном топливном цикле. Постольку поскольку реакторов на быстрых нейтронах намного меньше, чем тепловых, есть специальные хранилища отработавшего топлива. Это никакие не мусорники, а места для временного хранения и дальнейшей их переработки. Мы исходим из того, что будущее в двухкомпонентной атомной энергетике в совмещении и традиционных тепловых реакторов, и реакторов на быстрых нейтронах. В Российской Федерации действует большая программа на уровне Национального проекта по созданию двухкомпонентной атомной энергетики.

На основании проекта «Прорыв», который мы реализуем в Северске Томской области во главе с академиком Евгением Адамовым, надеем-



Блочный пульт управления первого энергоблока Белорусской АЭС. Первая синхронизация с сетью и выдача первых киловатт-часов электрической энергии в единую энергосистему Республики Беларусь, 3 ноября 2020 г.

СПРАВКА «ЭБ»

Белорусская АЭС с двумя реакторами ВВЭР-1200 суммарной мощностью 2400 МВт строится по российскому проекту «АЭС-2006», который относится к эволюционным проектам АЭС с водо-водяными реакторами (ВВЭР) третьего поколения повышенной безопасности. Они имеют улучшенные технико-экономические показатели. Главная их особенность — уникальное сочетание активных и пассивных систем безопасности. Проект БелАЭС соответствует всем требованиям безопасности. Это не раз подтверждали международные экспертные миссии, в том числе МАГАТЭ, ВАО АЭС.

ся сделать референцию промышленного энергетического комплекса, состоящего из двух видов реакторов и очень мощного центра по перефабрикации и переработке топлива».

За весь период строительства АЭС 51% строительных-монтажных работ выполнены белорусскими организациями. Основная доля, правда, приходится на общестроительные работы. И все же с учетом специфики тепломонтажных и электромонтажных работ доля белорусских организаций составила 25%.

«Для ввода энергоблока в эксплуатацию необходимо пройти четыре ключевых этапа, — рассказал Виктор Каранкевич. — Мы на первом энергоблоке находимся на третьем этапе — энергетический пуск, когда обеспечивается освоение мощности реактора от 1 до 50% и на 40% обеспечивается синхронизация и включение в сеть энергоблока, что и прои-

зошло 3 ноября. После этого этапа мы планируем перейти к опытно-промышленной эксплуатации, где будут освоены мощности от 50 до 100%. И до подписания акта ввода объекта в эксплуатацию ГП «Белорусская АЭС» необходимо будет еще получить лицензию Госатомнадзора на эксплуатацию атомной электростанции и пройти комплексное опробование всего энергоблока на номинальной нагрузке в течение 15 суток. По контракту ввод первого энергоблока — февраль 2021 г., второго — май 2022-го».

Глава государства предложил создать в Беларуси дочернее предприятие госкорпорации «Росатом». Коснулись и возможного строительства дополнительных энергоблоков на БелАЭС, запуска в регионе энергоемких производств, совместного строительства атомных станций в других странах. Кроме того, «Росатом» совместно с Курчатовским институтом предлагает Национальной академии наук создать исследовательский реактор. «Мы активно поддерживаем это, — подчеркнул Алексей Лихачев. — Он даст возможность более эффективно работать и сельскому хозяйству, медицине, материаловедению, электронной промышленности».

В сопровождении участников торжественного события глава государства посетил турбинный зал, а затем поднялся на блочный пульт управления первого энергоблока атомной электростанции. После доклада главного инженера АЭС Анатолия Бондаря Президент дал разрешение увеличить мощность первого энергоблока

с текущего значения 370 МВт до 400 МВт.

После этого Александр Лукашенко встретился с работниками и строителями атомной электростанции.

«Впереди у нас не менее важный этап — вывод на проектную мощность первого и второго энергоблока, — отметил он. — Я убежден, что совместно с российским партнером — госкорпорацией «Росатом» — все у нас получится». Уверенность в этом, по словам Главы государства, выражают также специалисты и эксперты МАГАТЭ, Всемирной ассоциации операторов атомных станций.

Александр Лукашенко подчеркнул, что благодаря тесному взаимодействию с этой корпорацией во время сооружения БелАЭС в Беларуси появилась отечественная школа атомщиков — специалистов, которые освоили основные технологические операции.

Президент поблагодарил за работу белорусских и российских строителей, монтажников, наладчиков, энергетиков.

«Здесь будут трудиться и уже трудятся высококлассные специалисты, имеющие практический опыт работы на действующих АЭС», — отметил он.

По словам Главы государства, Островец должен стать примером дальнейшего развития районных центров Беларуси.

«Этот день навсегда войдет в историю. С него начинается новая страница летописи Беларуси — современной, интеллектуальной, высокотехнологической. Такой, какой мы вместе ее строим», — резюмировал Президент.



Генеральный директор госкорпорации «Росатом» Алексей ЛИХАЧЕВ:

— Присоединяюсь к поздравлениям с выдачей первой энергии АЭС в энергосистему Беларуси. Самое главное предназначение станции — обеспечивать страну экологически чистой устойчивой энергией. Для «Росатома» сегодняшнее событие тоже из ряда вон выходящее, уникальное. Очень важный год, год 75-летия нашей общей победы, год 75-летия нашей атомной промышленности, нашей общей промышленности — России и Беларуси. Мы помним имена великих ученых из Беларуси, без которых создание советского ядерного проекта не было бы возможным. Это и Аркадий Адамович Бриш, руководитель НИИ им. Н.Л. Духова, главный конструктор специзделий, это и Лев Андреевич Арцимович, отец термоядерного синтеза, руководитель многих направлений работ на ТОКАМАКе (тороидальная камера с магнитными катушками). И конечно, Яков Борисович Зельдович, трижды Герой Социалистического Труда, человек, который покрыл себя славой, который вместе с Игорем Васильевичем Курчатовым является создателем и атомной бомбы, и водородной... Но сегодня говорим о мирном атоме, о технологиях, которые придумали наши основатели и которые сегодня обогревают наши города, дают энергию движения по всему миру, по всей планете. Цивилизация немыслима без развития ядерных технологий. У нас еще остается работа и на первом энергоблоке, и на втором. Мы сделаем все, чтобы уложиться в сроки.



Заместитель генерального директора МАГАТЭ Михаил ЧУДАКОВ:

— Разрешите мне поблагодарить Беларусь, руководство страны за тесное и активное сотрудничество с МАГАТЭ, за приглашение наших многочисленных миссий и международных проверок — добровольных проверок. С самого основания проекта было проведено семь международных миссий. Как ни в одной другой стране-новичке, пожалуй. Мы благодарны Беларуси за то, что все рекомендации международных экспертов воспринимаются как обязательные к исполнению.

Ольга РУСЕЦКАЯ



Готовность №1

Подготовка энергосистемы к включению и проведению опытно-промышленной эксплуатации первого энергоблока Белорусской АЭС проводится давно. Многие мероприятия носят капитальный характер. О том, какова готовность энергосистемы к включению первого энергоблока Белорусской АЭС, что предпринимается к моменту включения энергоблока в сеть прямо сейчас, рассказал Денис КОВАЛЕВ, заместитель генерального директора по оперативной работе — главный диспетчер ГПО «Белэнерго».

— Нами подготовлен План мероприятий по обеспечению режимной готовности и сбала- нсированности энергосистемы — это фактически оценка готовности энергосистемы. В энергосистеме был реализован проект по схеме выдачи мощности Белорусской АЭС, включающий в себя строительство семи линий 330 кВ, строительство новой подстанции «Поставы», реконструкцию ряда действующих ВЛ и подстанций.

Требовалось обеспечить ввод в работу распределительного устройства (КРУЭ) самой атомной станции, поэтому включение построенных линий производилось поэтапно. На сегодняшний день все семь воздушных линий 330 кВ прошли комплексное опробование. В зависимости от режима работы энергоузлов, как правило, четыре-пять из них находятся в работе. Это именно то количество, которое необходимо для работы первого энергоблока в различных режимах без каких-либо ограничений.

— **Включение блока существенно изменит структуру баланса, как это скажется на объединенной энергосистеме?**

— Включение энергоблока и проведение всего комплекса испытаний на нем — это процесс не сиюминутный. Достаточно длительное время мы будем проводить различного

рода испытания, связанные с набором и сбросом нагрузки из различных состояний. Подготовлен параметрический график изменения электрической нагрузки первого энергоблока. На начальных стадиях нагрузка блока будет сопоставима с мощностью парогазовых энергоблоков (класса 400 МВт), уже работающих в нашей энергосистеме, на последующих стадиях мы будем иметь дело с мощностью, в три раза превышающей мощность самого крупного генерирующего оборудования Белорусской энергосистемы.

— **Это потребует каких-то изменений в части работы других электростанций?**

— Безусловно. Это, конечно, необходимо учитывать прежде всего в части проводимой ремонтной кампании. Мы выполнили оптимизацию и корректировку ремонтной кампании на генерирующем и электросетевом оборудовании ОЭС Беларуси, в том числе с целью обеспечения требуемых резервов мощности на генерирующем оборудовании ОЭС Беларуси мощностью не менее нагрузки на энергоблоке №1 Белорусской АЭС. При определении объема резерва учитывались планируемые испытания на энергоблоке №1 Белорусской АЭС в соответствии с параметрическим графиком.



Различная загрузка блока АЭС — различный уровень требуемого резерва энергосистемы.

В любой момент времени баланс в энергосистеме, который представляет собой равенство суммарной генерации и суммарного потребления с учетом импортно-экспортных операций, должен соблюдаться. Именно баланс и дает заветные 50 Гц частоты в нашей энергосистеме. Поэтому при увеличении нагрузки на первом блоке Белорусской АЭС должны быть разгружены другие станции — в первую очередь конденсационные мощности, далее оборудование ТЭЦ. При сбросе нагрузки в процессе испытаний будет обратный процесс, станции будут загружаться.

— **Произойдут ли какие-либо изменения в синхронной работе энергосистем после ввода первого энергоблока АЭС?**

— Синхронная работа энергосистем — это огромное преимущество для всех. Ведь не зря большинство стран постсоветского пространства остались работать вместе. Мы работаем в электрическом кольце БРЭЛЛ (Беларуси, России, Эстонии, Латвии и Литвы). Если говорить глобально, то совместная синхронная работа остается. Поменяется режим работы электрического кольца БРЭЛЛ. Изменяется направление и объемы потоков электроэнергии в межгосударственных сечениях.

Энергоблок Белорусской АЭС — это самый крупный блок среди энергосистем западной части синхронной зоны, таких нет ни в странах Балтии, ни в Украине с Молдовой.

Именно поэтому мы провели работу по пересмотру наших совместных технологических инструкций и положений, определили, с какими максимально допустимыми потоками можно работать после пуска АЭС. Ввод такого крупного оборудования должен быть учтен всеми участниками электрического кольца БРЭЛЛ. Хорошо отлаженное взаимодействие с системны-

ми операторами энергосистем БРЭЛЛ позволило все продумать и согласовать.

Кроме того, нами была проведена работа по актуализации договорной базы на оказание аварийной помощи с зарубежными энергосистемами. Указанные договоры будут предполагать возможность частичного внешнего балансирования энергосистемы Беларуси мощностями, размещенными в энергосистемах России, Украины, Латвии и Эстонии. Практическая возможность их реализации будет определяться запасом пропускной способности на конкретном межгосударственном сечении в конкретный момент времени.

— **Что требуется от остальной части энергосистемы на момент включения энергоблока?**

— Если сказать просто — надежная работа всего существующего оборудования энергосистемы. Мы организовали внеочередные осмотры линий электропередачи системообразующей сети ОЭС Беларуси, оборудования подстанций. Особое внимание было уделено межгосударственным связям. Это позволило нам и смежным зарубежным энергосистемам своевременно выявить дефекты и замечания и устранить их.

Окончание на с. 6

HEAG

*Сердце дает способ, а устремлённость
дает силу, превышающую крепость камня*

КИТАЙСКАЯ ПОСЛОВИЦА

ТЕЛ./ФАКС: (+375-17) 290-00-00, 290-07-07

[WWW.AES.BY](http://www.aes.by)



Церемония закладки капсулы с посланием будущим поколениям на площадке строительства Белорусской АЭС, 2012 г.



Стройплощадка АЭС, 2012 г.



Монтаж защитной об...



Владимир Семашко и площадка строитель...

Белорусская АЭС: Хроника

2008 г.

• **В январе** принято решение о строительстве БелАЭС.

• **В сентябре** в Министерстве энергетики Беларуси создан Департамент по ядерной энергетике.

• **В декабре** выбрана площадка для строительства АЭС в Островском районе Гродненской области общей площадью 449,94 га. Генподрядчиком определена компания «Росатом».

2011 г.

• **В июле** введена в строй первая очередь производственной базы Белорусской АЭС (стартовая площадка с административно-бытовым корпусом).

• **11 октября** президент ЗАО «Атомстройэкспорт» — генеральный подрядчик строительства — **Александр ГЛУХОВ** и директор ГУ «Дирекция строительства атомной электростанции» **Михаил ФИЛИМОНОВ** подписали Контрактное соглашение по сооружению энергоблоков №1 и №2 АЭС под ключ общей мощностью до 2400 МВт с реакторной установкой В-491.

Для строительства первой Белорусской АЭС выбран проект «АЭС-2006» поколения III+, разработанный Санкт-Петербургским «Атомэнергопроектом». К этому

времени на основе «АЭС-2006» уже сооружались Ленинградская АЭС-2 и Балтийская АЭС.

2012 г.

• **В мае** начата разработка котлована под первый энергоблок АЭС.

• **В июне** прошла миссия Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) по комплексной оценке развития национальной атомной инфраструктуры (INIR).

• **18 июля** Беларусь и Россия подписали генеральный контракт на строительство Белорусской АЭС.

• **9 августа** на площадке строительства первой белорусской АЭС при участии президента Александра Лукашенко состоялась церемония закладки капсулы с посланием будущим поколениям.

2013 г.

• **1 февраля** генеральный директор Госкорпорации «Росатом» **Сергей КИРИЕНКО** подписал Соглашение о сотрудничестве в сфере ядерной безопасности и посетил Белорусскую АЭС.

Во время посещения площадки второго энергоблока Сергей Кириенко ответил на вопросы журналистов, в том числе о возможности участия ГК «Росатом»

в сооружении следующих энергоблоков АЭС: «Мы предварительно обсуждали с нашими коллегами этот вопрос. Но это решение будет принимать именно заказчик — Республика Беларусь. Возможности такие есть, и, если решение будет принято, можно расширить АЭС в Островце, потому что технически для этого нет никаких препятствий. Нам ничего не мешает сделать и четыре, а если надо, и больше энергоблоков. Это логично, потому что, как правило, везде, где мы строим АЭС, площадки рассчитаны на 4–8 блоков: чем больше энергоблоков возводится на одной площадке, тем меньше будут затраты, связанные со строительством каждого последующего».

• **10 июля** начато бетонирование основных зданий Белорусской АЭС.

• **16 июля** подписано двустороннее соглашение о предоставлении Беларуси льготного кредита Экспортно-импортным банком Китая в сумме 323,8 млн долларов США сроком на 15 лет для реализации проекта «Строительство АЭС в Республике Беларусь. Выдача мощности и связь с энергосистемой».

Заказчиком по реализации данного инвестиционного проекта по решению Правительства Республики Беларусь определено РУП «Гродноэнерго».

2 ноября

Александр ЛУКАШЕНКО подписал указ №499 «О сооружении Белорусской атомной электростанции».

Беларусь завершила необходимую подготовительную работу для начала строительства АЭС, в том числе в рамках принятых международных обязательств. В регионе размещения создана инфраструктура, необходимая для сооружения АЭС, разработана проектная документация, которая утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30 сентября 2013 г. №457, заказчик — ГУ «Дирекция строительства атомной электростанции» — получил лицензию на право осуществления деятельности в области использования атомной энергии и источников ионизирующего излучения в части работ по сооружению ядерных установок. Этот указ позволил генеральному подрядчику — ЗАО «Атомстройэкспорт» — начать сооружение Белорусской АЭС.

• **В ноябре** начато бетонирование фундаментов объектов первого энергоблока.

2014 г.

• **14 февраля** Департаментом по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь выдана лицензия на

сооружение ядерной установки энергоблока №2 Белорусской АЭС. Начато сооружение фундамента под объекты второго энергоблока.

• **3 марта** на ПС «Молодечно» 330 кВ состоялась торжественная церемония закладки памятного камня по случаю начала работ по проекту «Строительство АЭС в Республике Беларусь. Выдача мощности и связь с энергосистемой».

• **В мае** для подготовки персонала будущей станции началось сооружение учебно-тренировочного центра.

• **29 августа** для первого энергоблока смонтирован 1-й блок внутренней защитной оболочки (ВЗО). Таким образом, сооружение АЭС перешло в надземную стадию строительства.

• **5 ноября** началось бетонирование ВЗО здания реактора первого энергоблока.

Завершен монтаж внутренних строительных конструкций здания турбины и монтаж устройства локализации расплава активной зоны («ловушки расплава»).

Численность строительного персонала на возведении АЭС достигла 3520 человек, из которых 2870 (81,5%) — белорусские специалисты.

Ведется подготовка руководящего персонала АЭС. С этой целью в Островец был приглашен ряд зарубежных специалистов-атомщиков.

2015 г.

• **В мае** в Шюфоке (Венгрия) на внеочередном общем собрании Всемирной ассоциации организаций, эксплуатирующих атомные электростанции (ВАО АЭС-МЦРУП), Белорусская АЭС вошла в состав Московского центра.



Февраль 2016 г.



Монтаж корпуса реактора, 2017 г.



Машзал второго энергоблока, 2018 г.



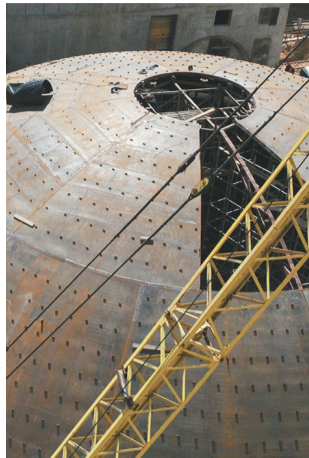
За...



Оболочки реактора, 2014 г.



Корпус реактора первого энергоблока стартует из Волгодонска в Островец, 2015 г.



Монтаж верхнего сегмента внешней оболочки, 2016 г.



Сергей Кириенко на открытии АЭС, 2013 г.



2015 г.



Начало работ на площадке под второй энергоблок



Реакторное отделение первого энергоблока, 2015 г.

• **1–3 июня** ГП «Белорусская АЭС» впервые приняло участие в Международном форуме «АТОМЭКСПО» в Москве.

• **6 июня** опубликована стратегия обращения с радиоактивными отходами Белорусской АЭС, утвержденная Советом Министров Беларуси. В документе дан оценочный прогноз образования твердых радиоактивных отходов различных категорий, а также высокоактивных радиоактивных отходов за 60 лет эксплуатации АЭС. Предусмотрено строительство пункта захоронения — могильника радиоактивных отходов в Беларуси.

• **24 декабря** на АЭС был доставлен корпус реактора для первого энергоблока Белорусской АЭС. Средняя толщина стали реактора типа ВВЭР-1200 — 380–400 мм; длина — 13 м, диаметр — порядка 3 м, масса — более 330 т.

Изготовление корпуса реактора для первого энергоблока Белорусской АЭС длилось 22 месяца на заводе «Атоммаш» в Волгодонске.

• **В ноябре** на площадку строительства Белорусской АЭС были доставлены один из четырех парогенераторов и полярный кран, предназначенные для первого энергоблока атомной электростанции.

Вес одного агрегата превышал 400 т, длина составляла около 16 м.

Одновременно с парогенератором был доставлен мостовой кран кругового действия для первого энергоблока, грузоподъемность которого составляет 360 т.

В течение года работы велись параллельно на двух энергоблоках, всего на 102 объектах АЭС.

Построено здание учебно-тренировочного центра и пожарное депо.

Численность строительного персонала на возведении АЭС

достигла более 4500 специалистов строительно-монтажного профиля.

• **24 декабря** на АЭС был доставлен корпус реактора для первого энергоблока Белорусской АЭС.

2016 г.

• **В январе** в тестовом режиме разработал учебно-тренировочный центр Белорусской АЭС.

«Чем надежнее работает энергоблок, тем быстрее утрачивает квалификацию специалист, — поясняет заместитель главного инженера по подготовке персонала РУП «Белорусская АЭС» Владимир ГОРИН. — Поэтому работа нашего центра в целом и полномасштабного тренажера в частности направлена на то, чтобы работники не теряли своих навыков и были готовы к любым ситуациям».

2017 г.

• **20 января** завершила свою работу миссия Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) по оценке безопасности площадки и проекта Белорусской АЭС с учетом внешних воздействий (миссия SEED).

• **1 апреля** корпус реактора первого энергоблока был установлен в проектное положение.

• **2 декабря** в проектное положение установлен корпус реактора второго энергоблока.

2018 г.

• **В ноябре** завершены работы и введены в эксплуатацию все 23 пусковых комплекса по выдаче мощности Белорусской АЭС.

• **В ноябре** начала работать пускорезервная котельная первого энергоблока.

На первом энергоблоке начат монтаж внутрикорпусных устройств.

2019 г.

• **В феврале** подано напряжение на собственные нужды первого энергоблока по проектной схеме. Смонтирован транспортный шлюз.

Заработали брызгальные бассейны.

Завершено строительство системы выдачи мощности.

• **В апреле** на первом энергоблоке приступили к первому технологическому процессу программы по вводу его в эксплуатацию.

• **В июне** на первом энергоблоке проведен пробный пуск главных циркуляционных насосов.

• **В августе** завершена миссия МАГАТЭ pre-OSART, которая дала предпусковую оценку эксплуатационной безопасности Белорусской АЭС.

«При реализации энергетической программы и проекта по сооружению Белорусской АЭС мы используем все механизмы и инструменты, предлагаемые МАГАТЭ для стран-новичков, — подчеркнул на пресс-конференции заместитель министра энергетики Михаил МИХАДЮК. — Что касается данной миссии МАГАТЭ pre-OSART, она очень важна и значима для нас. Станция находится на стадии пусконаладочных работ и предпусковых операций на первом энергоблоке, поэтому нам очень важно было оценить готовность нашего персонала и в целом деятельность в этом направлении, получить профессиональный взгляд международных экспертов со стороны. Для Республики Беларусь вопросы ядерной безопасности и транспарентности имеют абсолютный приоритет при реализации ядерной энерге-

тической программы. Для нашей команды, для персонала станции это не только предоставление информации и отчетов, это еще и повышение квалификации и знаний, что очень важно, это опыт взаимодействия».

В декабре на первом энергоблоке приступили к горячей обкатке реакторной установки.

В декабре на первом энергоблоке приступили к горячей обкатке реакторной установки.

2020 г.

• **В марте** завершилась миссия МАГАТЭ по комплексной оценке развития инфраструктуры ядерной энергетики (ИНИР 3).

На первом энергоблоке Белорусской АЭС в рамках выполнения программы горячей обкатки реакторной установки успешно проведен один из важнейших и самых ответственных ее этапов: комплексные испытания технологических систем безопасности с имитацией течи теплоносителя первого контура и комплексное опробование системы электроснабжения собственных нужд при кратковременных перерывах питания, в т.ч. и в режиме полного обесточивания блока.

• **29 марта** была успешно реализована программа по опробованию рабочим напряжением 330 кВ и первому вводу в действие второго шунтирующего реактора 180 МВАр. Тем самым схема КРУЭ 330 кВ Белорусской АЭС подготовлена к включению в работу оставшихся трех ВЛ 330 кВ: Белорусская АЭС — Столбцы, Белорусская АЭС — Молодечно, Белорусская АЭС — Россь.

• **31 марта** поставлена под напряжение по проектной схеме первая секция 10 кВ энергоблока №2 Белорусской АЭС.

МЧС Республики Беларусь приняло положительное решение о внесении в лицензию ГП «Белорусская АЭС» на право осуществления деятельности в области

использования атомной энергии дополнений в части обращения с ядерным топливом (свежим ядерным топливом при его хранении и транспортировании на Белорусской АЭС).

• **6 мая** на площадку пускового энергоблока №1 Белорусской АЭС для начальной загрузки в реактор доставлено ядерное топливо — тепловыделяющие сборки (ТВС) с низкообогащенным ураном.

Успешно завершилась горячая обкатка реакторной установки.

• **17 июня** на втором энергоблоке Белорусской АЭС начат пролив активных и пассивных систем безопасности на открытый реактор — одна из важнейших, строго регламентированных технологических операций.

• **7 августа** на первом энергоблоке начата загрузка ядерного топлива.

Первая тепловыделяющая сборка (ТВС) со свежим ядерным топливом была загружена в активную зону реактора в 11:45. Каждая сборка состоит из 312 тепловыделяющих элементов диаметром 9 мм и высотой около 4 мм. Вес топлива в одной сборке — 571 кг. Всего в августе в реактор загрузят 163 ТВС с ядерным топливом, которое 3 месяца находилось в хранилище после прибытия из России. Топливо произведено на ПАО «НЗХК» — Новосибирском заводе химконцентратов, уровень обогащения варьируется от 1,3 до 4,4%.

• **В сентябре** на первом энергоблоке начались гидротесты реакторной установки.

• **3 ноября** в 12:03 первый энергоблок Белорусской АЭС выдал первые киловатт-часы электрической энергии в единую энергосистему Республики Беларусь.



Загрузка ядерного топлива на первом энергоблоке, 2020 г.



Пролив систем АЭС, 2020 г.



Сооружение доохлаждения брызгального типа 3x31x170 м, 2020 г.

Готовность №1

Окончание.
Начало на с. 3

Здесь даже не важно, на чьей территории может произойти повреждение ВЛ, при ее отключении отрицательные последствия наступают для обеих энергосистем.

Из-за существенного перераспределения генерации по узлам энергосистемы острым является вопрос сбалансированности любой точки энергосистемы как по активной, так и по реактивной мощности. На системообразующих подстанциях в последние годы установлены средства компенсации реактивной мощности — реализованы проекты на подстанции 330 кВ «Лида», «Сморгонь», «Калийная», «Мозырь», работы на других продолжаются. К слову, в настоящее время ведутся исследования по определению дополнительных мест и объемов средств компенсации реактивной мощности.

Особое значение имеют управляемые шунтирующие реакторы — они способны автоматически менять потребление реактивной мощности в зависимости от уровня напряжения. При выходе шунтирующих реакторов из строя могут возникнуть большие проблемы, для решения которых энергетики вынуждены прибегать к отключению линий электропередачи и даже целых подстанций 330 кВ, а это уже напрямую связано с обеспечением надежности электроснабжения потребителей. Поэтому задача энергосистемы — обеспечить бесперебойную работу всех элементов сети, в том числе устройств компенсации реактивной мощности.

— Включение выпало на отопительный период — как планируете балансировать энергосистему, особенно в ночные часы?

— У нас есть реализованные проекты по строительству электрокотлов на ряде объектов энергосистемы. В течение последнего месяца мы провели проверку их работы в проектном режиме — в период ночного провала нагрузок, а это 6–8 ночных часов с максимальным потреблением активной мощности. На крупных электростанциях электрокотлы позволяют разгрузить основное генерирующее оборудование, переведя часть тепловых нагрузок на электрокотел. На котельных, как правило, устанавливается бак-аккумулятор, который позволяет повысить эффект этого мероприятия. Ночью идет разогрев теплоносителя в баке-аккумуляторе днем от него идет отпуск тепла.

— Проходили ли ваши специалисты дополнительную подготовку перед включением энергоблока?

— Как бы ни были продуманы заранее решения, как бы ни



были определены алгоритмы действий, последнее слово в ведении режима работы энергосистемы всегда остается за оперативным персоналом. Это ключевая фигура, и от того, как он сработает, зависит сбалансированность работы энергосистемы и надежность электроснабжения потребителей.

Безусловно, у нас работают исключительно опытные и подготовленные специалисты. К пуску блока мы готовились все вместе. Весь персонал, непосредственно принимающий участие в решении вопросов, связанных с управлением энергосистемы, включая руководство предприятия, прошел обучение в учебном центре Белорусской АЭС по программе обучения руководителей и специалистов ГПО «Белэнерго», осуществляющих функцию оперативно-диспетчерского управления ОЭС Беларуси.

Специалистами управления электрических режимов и дис-

петчерской службы были разработаны инструктивные указания по подаче напряжения на Белорусскую АЭС в случае нарушения нормального режима ОЭС Беларуси с частичным или полным погашением энергосистемы — к слову, это была одна из рекомендаций миссии МАГАТЭ. На основании данных указаний были разработаны противоаварийные тренировки с диспетчерским персоналом ГПО «Белэнерго», Белорусской АЭС и персоналом некоторых областных энергосистем. Также были отработаны действия персонала при потере большой генерирующей мощности в ОЭС Беларуси. Для проведения тренировок использовался режимный тренажер «Финист», установленный в тренажерном центре ГПО «Белэнерго».

— Наверное, какие-то способы противоаварийного управления возможны автоматизировать?

— Безусловно, при возник-

новении нештатных ситуаций принципиальным вопросом становится скорость реакции. Автоматика срабатывает быстрее.

В рамках подготовки к пуску блока была проверена работоспособность устройств противоаварийной автоматики во всей энергосистеме — это САОН, АЧР, АСБС, САПАХ, АЛАР, ДА, АЧД. Сделано все необходимое для возможности максимально ускорить процессы восстановления балансов в энергоузлах и частоты электрического тока, снятия перегрузки с сетевых элементов, предотвращения и ликвидации асинхронного режима работы, а в случае необходимости — выделения оборудования электростанций на нагрузку собственных нужд.

К слову, на самой атомной станции реализован целый комплекс автоматики по предотвращению различных недопустимых режимов работы и балансированию энергосис-

темы. Этот элемент встроен в систему разгрузки энергосистемы и действует через нашу системообразующую подстанцию 750 кВ «Белорусская». Буквально на днях мы реализовали комплексную программу проверки прохождения команд АРОГ (автоматика разгрузки при отключении генератора) по нескольким каналам, которые образованы в основном с использованием оптоволоконных линий связи, встроенных в грозозащитные тросы наших высоковольтных линий.

— Очевидно, подготовительный период выдался достаточно напряженным для оперативного звена.

— Это так. В течение последних месяцев объем работ, осуществляемый специалистами подразделений, занимающихся оперативно-диспетчерским управлением в ГПО «Белэнерго», возроскратно.

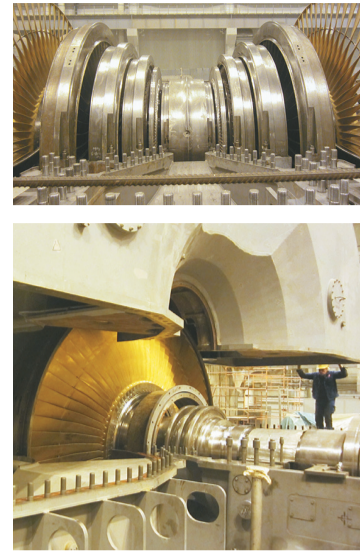
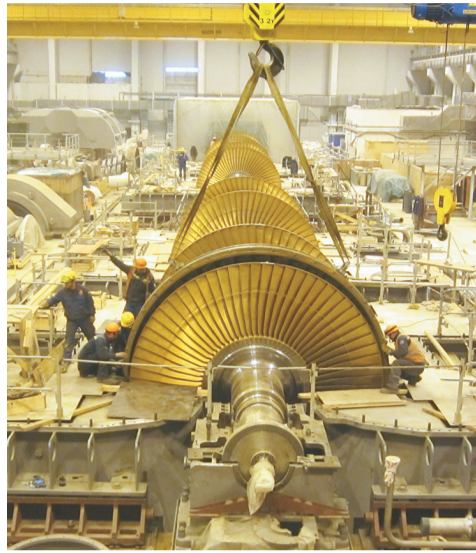
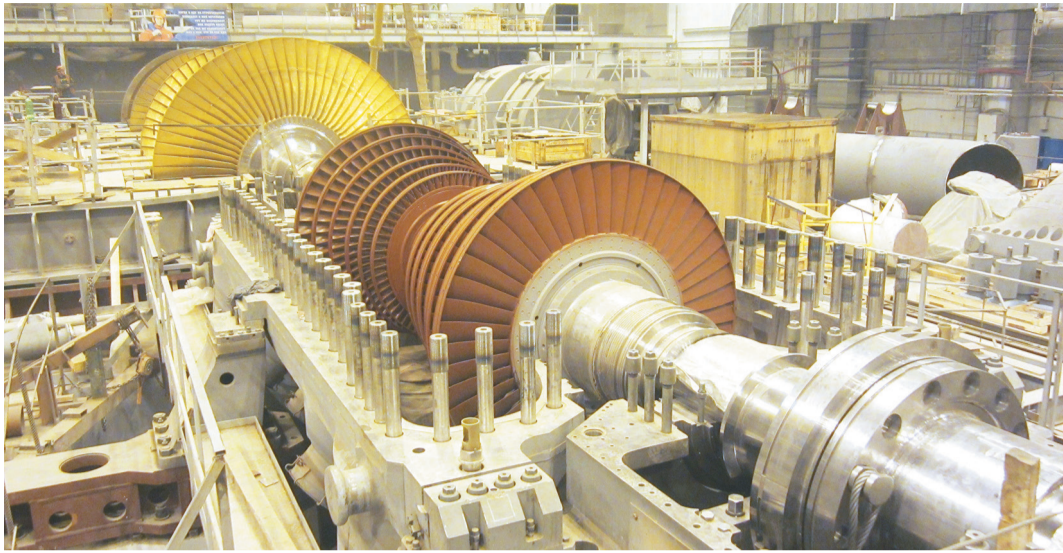
Постоянно происходили поэтапные включения оборудования, а каждое изменение требует пересмотра схем объектов, разработки новых оперативных указаний по эксплуатации, выдачи заданий на наладку по противоаварийной автоматике и релейной защите.

Скоротечность процессов в электроэнергетической системе требует, чтобы максимальное количество событийных вариаций было заранее просчитано. Поэтому при получении оперативных заявок на оборудование, в ГПО «Белэнерго» проводятся расчеты статических и динамических режимов, оценивается запас устойчивости и вырабатываются необходимые мероприятия для реализации. Режимы работы всей сети 220, 330 и 750 кВ, основных электростанций, которые имеют установленную мощность более 100 МВт, вся релейная защита и автоматика, программы переключений и испытаний этого оборудования — зона ответственности оперативного персонала ГПО «Белэнерго». И атомная станция на сегодняшний день — ключевой объект.

Беседовал Александр МАЛЬКОВ, начальник сектора по работе со СМИ ГПО «Белэнерго»

СПРАВКА «ЭБ»

Ежемесячно подразделениями, которые осуществляют оперативно-диспетчерское управление объединенной энергосистемой, принимаются решения по 600–700 заявкам на изменение эксплуатационного состояния оборудования, отдается более 1000 команд на изменение нагрузки электростанций, координируются действия персонала объектов энергосистемы по десяткам программ, ежедневно разрабатываются почасовые графики нагрузок электростанций, почасовые графики внешних торговых обменов электроэнергией.



Дело сделано

30 октября на Белорусской АЭС был выполнен запуск паровой турбины, а уже 3 ноября в объединенную энергосистему страны был включен первый энергоблок. Осуществление этих эпохальных событий было бы невозможно без участия ОАО «Центроэнергомонтаж».

Предложение взяться за монтаж турбины поступило от ГПО «Белэнерго». Государственная позиция была такова, что все работы на первом энергоблоке должны быть отданы на откуп именно белорусской компании. И тот факт, что выбор пал на ЦЭМ, не случаен: на белорусском рынке нет другой организации, которая могла бы выполнить такую работу. Руководство ЦЭМа приняло вызов, хоть и понимало: проект предстоит тяжелый, ответственный и довольно рискованный.

ПЕРВЫЙ ОПЫТ

«Для нас все было в новинку: подобных турбин наша организация до этого не монтировала. Разве что был опыт стендовой сборки паровой турбины мощностью 1000 МВт, которая была в дальнейшем смонтирована на Бушерской АЭС в Иране. Это было в 2002 г., и больше мы не имели дел с оборудованием АЭС. Тем не менее с тех времен у нас остались бригады, уважаемые в организации люди, которые применили свой колоссальный опыт уже на нашей станции. Без их знаний, умений и навыков, полученных при монтаже разнотипного оборудования на десятках строительных площадок, нам, скорее всего, не удалось бы настолько качественно и профессионально выполнить свою работу», — уверен заместитель начальника производственного участка №3 по наладке **Егор КУЛЬ**.

Паровая турбина и турбогенератор были произведены в ПАО «Силовые машины». Настолько мощное и масштабное оборудование еще не встречалось в Белорусской энергосистеме, доселе максимальная мощность паровых турбин в нашей стране не превышала 300 МВт, а новая превосходила в 4 раза. До недавнего времени опыт монтажа подобных турбин имели лишь специализированные монтажные организации, давно сотрудничающие с Госкорпорацией «Росатом». К слову, их представители также работают на станции, однако справляться с задачей ЦЭМу все равно пришлось своими силами.

«К нашей деятельности россияне отношения не имели, они были задейство-

ваны на втором энергоблоке, где занимались аналогичным оборудованием. Полный объем работ на первом энергоблоке — это исключительно заслуги Центроэнергомонтажа. Наша работа была принципиально более сложной, напряженной и ответственной по одной простой причине: мы монтировали оборудование на головном блоке Белорусской АЭС. Стоит отдать должное и профессионализму шеф-инженеров ПАО «Силовые машины»: ни одна технологическая операция не проходила без их технического сопровождения», — отмечает Егор Александрович.

ЭТАП ЗА ЭТАПОМ

Работы начались в 2015 г. с контроля строительной части и готовности фундамента. Специалисты выполняли контроль геометрии, контроль высотного положения готового фундамента под монтаж не только паровой турбины с конденсатором и генератора, но и более 130 единиц вспомогательного оборудования: насосного, тягодутьевого, теплообменного и другого, без которого функционирование всего энергоблока было бы невозможно.

После приемки фундамента начался так называемый этап ревизии. Поскольку турбина имеет внушительные размеры, она прибыла в разобранном виде, на складе стояло более пятисот упаковочных мест, то есть полтысячи ящиков и упакованных конструкций. Некоторые части турбины прибыли уже в собранном состоянии, но большинство деталей, особенно мелких, находились в ящиках. Поэтому сотрудникам ЦЭМа предстоял важный этап работы — контроль комплектности поставки. Специалисты вскрывали ящики, пересматривали и пересчитывали детали, в соответствии с чертежами завода-производителя сверялись, все ли в порядке. Далее следовала ревизия оборудования, покрытого специальным составом, предохраняющим от коррозии. И только после завершения всех необходимых процедур можно было приступить к монтажу.

«По мере необходимости со складов выписывались необходимые упаковочные места с нужными деталями и осуществлялся непосредственно монтаж оборудования. Этот процесс затянулся на несколько лет. Турбина была сложная, в ходе работ возникали вопросы по каким-то неточностям, недоработкам, и их в процессе монтажа приходилось устранять самим, — вспоминает Егор Александрович. — То есть нашими силами осуществлялся не только монтаж, но и доводка поставленного оборудования до соответствующего качественного уровня. Только после того, как де-

таль соответствовала нужному уровню качества и ее принимала комиссия без замечаний, мы получали разрешение ее монтировать».

НА ФИНИШНОЙ ПРЯМОЙ

Этап монтажа был фактически завершен осенью 2019 г., после него была осуществлена проверка вращения собранного валопровода на закрытых цилиндрах с использованием штатного валоповоротного устройства. К тому моменту все вспомогательные системы уже были смонтированы и связаны технологическими трубопроводами и остальными средствами коммуникации, поэтому все прошло удачно.

Пусконаладочные работы осуществлялись на протяжении всего последнего года. В этот период сотрудники ОАО «ЦЭМ» выполняли только сопровождающие функции. Организация предоставляла свой персонал, чтобы помогать инженерам-наладчикам проводить соответствующие испытания, наладку и тонкую настройку оборудования. Мастера с бригадами подключались в случае возникновения каких-либо проблем, а также с целью оказать техническую поддержку — собрать или разобрать технику, почистить, продуть и т.д.

КОМАНДИРОВКА ДЛИНОЙ 5 ЛЕТ

Всего на Белорусской АЭС было задействовано более 200 сотрудников ОАО «ЦЭМ», как представителей строительно-монтажных специальностей, так и инженерного состава. Работа осуществлялась вахтовым методом: бригады по несколько недель находились на службе, затем на несколько дней уезжали домой. График нередко подстраивался под ситуацию на монтажной площадке и конкретные технологические операции, и персонал всегда с пониманием относился к происходящему.

«Не могу не выразить свою благодарность нашим монтажникам-турбинистам, полностью посвятившим себя работе на станции. Это крайне тяжело — 5 лет находиться в командировках, постоянно покидать семью. Даже морально выгореть можно просто от одного и того же объекта. Но ребята справлялись с эмоциями, с бытовыми неурядицами. Для многих, думаю, было почетно приложить руку к этому строительству и получить такой важный опыт, — считает начальник производственного участка №3 **Александр МУРИН**. — Также хочу отметить своего заместителя по монтажным работам — Дмитрия Валентиновича Луконина, который с самого начала и до завер-

шения работ был главным человеком на площадке. Основная заслуга — его, он руководил монтажными работами, отвечал за все: и за турбину, и за вспомогательное оборудование. В общем, колоссальную работу провел, надо отдать ему должное».

УНИКАЛЬНЫЙ БАГАЖ

По словам турбинистов ЦЭМа, за годы на станции более всего запомнились частота проверок и жесткий контроль выполняемых процессов. Регламент стройки на АЭС, как оказалось, отличается от комплекса мероприятий на ГРЭС или ТЭЦ. Порой выполнить техническое задание было проще, чем правильно оформить его на бумаге. Ранее с такой функциональностью монтажники не сталкивались, но быстро сориентировались и начали действовать согласно требованиям. Как оказалось, щепетильный подход руководства атомной станции себя оправдал: ошибок в ходе работ допущено не было, и запуск турбины в итоге осуществился успешно.

«Мы с коллегами сошлись во мнении, что для нас, состоявшихся в профессии людей, пуск любой турбины, и особенно этой, можно сравнить, пожалуй, лишь с рождением ребенка. Это буря эмоций и непередаваемых ощущений, однозначно гордость за свое дело и за весь коллектив. Это не просто громкие слова, в процессе монтажа на самом деле тратится много сил, энергии и эмоций. Только представьте, люди посвятили пять лет своей жизни этому проекту, были целиком погружены в процесс монтажа и делали все от себя зависящее, чтобы однажды это оборудование заработало», — заключает Егор Александрович.

«Это уникальная школа. Мы справились, считай, с королевой всех турбин. Фирмы, которые имеют опыт монтажа такой техники, в мире можно перечислить по пальцам одной руки. И сейчас наша организация вошла в их число. Мы очень долго к этому шли и теперь можем честно сказать себе, что способны монтировать все, любое оборудование любого производителя», — убежден Александр Николаевич.

С момента организации строительно-монтажной площадки на территории БелАЭС прошло пять лет. Оборудование на первом энергоблоке возводилось силами ЦЭМа в буквальном смысле с нуля — от приемки фундамента до передачи техники в пуск и наладку. На предприятии уверены, что данный монтажный период, венцом которого стал запуск самой мощной турбины в стране, — это фактически шаг в новую эру, открывающий новые горизонты в деятельности ОАО «Центроэнергомонтаж». К тому же это наилучшая реклама, которая в очередной раз подчеркивает имидж организации как лидирующей на территории страны по монтажу паротурбинного оборудования.

Евгений РОМАНЦЕВИЧ

Даешь, молодежь!

28 октября в пресс-центре «БЕЛТА» состоялся круглый стол, посвященный вопросам подготовки специалистов для атомной энергетики. В дискуссии приняли участие специалисты Министерства энергетики, Министерства по чрезвычайным ситуациям, Министерства образования и Госкорпорации «Росатом».

Участники мероприятия сошлись во мнении, что в стране сформирован необходимый кадровый потенциал для успешного развития атомной отрасли. Еще в 2007 г., за год до принятия решения о строительстве АЭС, Минэнерго вместе с Национальной академией наук на основе международного опыта оценили, какие специалисты нужны будут на белорусской станции. Вывод оказался следующим: разработать собственную программу подготовки кадров.

«Мы понимали, что закрыть все позиции молодыми специалистами не сможем, нам обязательно понадобятся опытные работники — порядка 70 ключевых технических специалистов, которых нужно будет пригласить из-за рубежа. Задолго до строительства АЭС у нас было четкое видение, как двигаться, чтобы обеспечить отрасль соответствующими кадрами, — рассказала заместитель директора Департамента по ядерной энергетике Министерства энергетики **Лилия ДУЛИНЕЦ**. — Как показало время, мы приняли правильное решение, и сегодня успешно готовим специалистов для ядерной энергетике. В этом плане Республика Беларусь является самодостаточной».

С 2013 по 2020 г. по пяти основным ядерным специ-



альностям подготовлено и выпущено более 950 специалистов. Одна треть из них попала на работу на площадку строительства и в эксплуатирующую организацию БелАЭС; вторая треть — в организации, связанные с ядерной энергетикой и источниками ионизирующего излучения; и наконец, оставшая часть — в смежные с ядерной энергетикой отрасли. На сегодняшний день подготовку на соответствующих специальностях продолжают около 500 человек.

«Число выпускаемых специалистов

позволило в полном объеме удовлетворить потребности Белорусской АЭС. Эксплуатационный персонал станции в основном сформирован, — отметил консультант управления высшего образования главного управления профессионального образования Минобразования **Николай МАРУДА**. — На уровне руководителей вузов и заказчиков кадров есть предложения продолжить подготовку по пяти основным ядерным специальностям с ежегодным набором 20 человек за счет бюджета. Кроме того, Минский государственный энергетический колледж будет ежегодно готовить за счет бюджета 30 человек по специальности «Электрические станции». Все это позволит в будущем иметь резерв специалистов примерно 500 человек».

Что касается самой станции, на БелАЭС уровнем подготовки студентов-атомщиков, которые во время обучения приходят на практику, а после окончания учебы — на работу, более чем довольны. Об этом присутствующих заверил за-

меститель начальника учебно-тренировочного центра БелАЭС **Александр ЕРИН**. Следует отметить, что для совершенствования системы подготовки кадров БелАЭС в сотрудничестве с Минэнерго и Белэнерго направляет своих работников на стажировки на действующие электрические станции. Более того, специалисты с высшим образованием и опытом работы на тепловых электростанциях республики также направляются в российские учебные заведения для переподготовки по направлению «Эксплуатация атомных электрических станций».

К слову, новые сотрудники приживаются не только на Белорусской АЭС, но и в департаменте по ядерной и радиационной безопасности МЧС. Заместитель начальника управления кадровой, идеологической, организационно-аналитической работы и менеджмента качества Госатомнадзора **Татьяна БОСЕНКО** сообщила, что с 2013 г. на работу в организацию было принято 32 выпускника профильных вузов. Однако их обучение на этом не заканчивается. Для молодых специалистов проводятся внутренние стажировки, показательные проверки с участием опытных инспекторов, конкурсы профессионального мастерства, в том числе организовываются занятия за границей.

Обучение молодых специалистов ведется по подпрограмме «Подготовка кадров для ядерной энергетике» госпрограммы «Образование и молодежная политика». Их подготовка продолжится уже в рамках разрабатываемой подпрограммы на 2021–2025 гг., которая предполагает также пополнение штата профессорско-преподавательского состава вузов. Для заказчиков кадров — Минэнерго, МЧС, НАН — будут предусмотрены повышение квалификации и стажировки специалистов.

Евгений РОМАНЦЕВИЧ

ТРАНСМАШ

Юбилей 25 лет

Благодарим за сотрудничество!

ул. Стебенева, 8, г. Минск, 220024, Беларусь
http://transmash.by/, info@transmash.by
Тел./факс (017) 378-63-14, (017) 232-92-43
(029) 675-63-14, (029) 263-63-14
УНП 600345272



"Сузор'е Льва"

Энергетика - "под ключ"

- Производство шкафов РЗА, ПА, ВЧ-связи, телемеханики, АСКУЭ, цифровой связи, АСУТП и др.
- Производство вакуумных рекуператоров 6-35 кВ
- Производство шкафов регистрации аварийных событий
- Модернизация и обновление энергообъектов низковольтным и высоковольтным оборудованием
- Поставка инвентаря электротехнического оборудования
- Проектирование, монтаж, наладка
- Сервисное обслуживание

представитель электротехнических заводов Европы, России и Китая

www.naladka.by

Республика Беларусь, 220035
г. Минск, ул. Тимирязева, 65А, пом. 231
тел. (+375 17) 374-06-12, 377-06-13, 323-89-00.
e-mail: sl@sl.gin.by

УНП 100045473



Регистрационный №790 от 20.11.2009 г.

Учредители — ГПО «Белэнерго» и РУП «БЕЛТЭИ»

Главный редактор — **ОЛЬГА РУСЕЦКАЯ**

Подписные индексы:

63547

(для ведомств),

635472

(для граждан)

Адрес редакции:

220048, Минск,

ул. Романовская

Слобода, 5 (к. 311).

Факс (+375 17) 255-51-97,

тел. (+375 17) 397-46-39

E-mail: olga_energy@beltei.by

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных объявлений. Редакция может публиковать материалы в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора. Материалы, переданные редакции, не рецензируются и не возвращаются.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА
Александр БРУШКОВ
выпускающий редактор
Наталья КУДИНА
корреспонденты
Светлана ВАЩИЛО,
Евгений РОМАНЦЕВИЧ
компьютерная верстка
Дмитрий СИНЯВСКИЙ

Отпечатано в Гродненском областном унитарном полиграфическом предприятии «Гродненская типография»
230025, Гродно, ул. Полиграфистов, 4.
ЛП № 02330/39 от 29.03.2004 г.
Подписано в печать 17 ноября 2020 г.
Заказ №3852. Тираж 7000 экз.
Цена свободная.

АРХИВ НОМЕРОВ

