

ВЕСТНИК АТОМПРОМА

№4 | май | 2023

Главная тема

«Атомстройэкспорту» — 25 лет

*Атомный инжиниринг:
вчера, сегодня, завтра*

В номере

Производство РЗМ 40

Учителя для Росатома 48

«АтомДвиж» в Курчатове 52



Уважаемые читатели!

Проектирование и сооружение объектов атомной энергетики — в высшей степени сложная и ответственная задача. Для воплощения в жизнь таких проектов, каждый из которых по-своему уникален, требуются опыт, знания, талант и слаженная совместная работа тысяч настоящих профессионалов — инженеров, строителей, управленцев.

Главная тема номера посвящена четвертьвековой истории «Атомстройэкспорта». Сегодня АО АСЭ является управляющей компанией инжинирингового дивизиона Росатома, объединяя ведущие проектные институты и строительные компании атомной отрасли, где работают более 40 000 человек. Мы знакомим вас с основными проектами «Атомстройэкспорта», которые в конце 1990-х — начале 2000-х годов способствовали восстановлению отечественной атомной промышленности, а в наши дни продолжают укреплять международный престиж Росатома как лидера в области высоких технологий.

Также мы рассказываем о работе Соликамского магниевого завода — единственного крупного действующего производителя редкоземельных металлов в России, о программе Росатома по поддержке учителей, преподающих предметы, профильные для будущих атомщиков, и об инженерном фестивале «АтомДвиж» в Курчатове.

**ВЕСТНИК
АТОМПРОМА**

№ 4, май 2023 года

Информационно-аналитическое издание

Фото на обложке
АО АСЭ

Главный редактор
Юлия Долгова

Выпускающий редактор
Ольга Еременко

Дизайн и верстка
Анна Бабич, Валерий Балдин

Корректор
Алина Бомбенкова

Учредитель, издатель и редакция
Общество с ограниченной ответственностью «НВМ-пресс»

Адрес редакции
129110 Москва,
ул. Гиляровского, д. 57, с. 4

Отдел распространения и рекламы
Татьяна Сазонова
sazonova@strana-rosatom.ru
+7 (495) 626-24-74

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации СМИ
ПИ №ФС77-59582
от 10 октября 2014 года

Тираж 2000 экземпляров.
Цена свободная.
Подписано в печать: 22.04.2023

При перепечатке ссылка на «Вестник Атомпрома» обязательна. Рукописи не рецензируются и не возвращаются

Суждения и выводы авторов материалов, публикуемых в «Вестнике Атомпрома», могут не совпадать с точкой зрения редакции

Журнал отпечатан:
ООО «АртФормат»
115477, г. Москва, ул. Зюзинская,
д. 6, стр. 2.
Тел.: +7 (968) 724-35-91
№ заказа: Аф-004/23.

		Содержание	
Главная тема	КОРОТКО	Четверть века «Атомстройэкспорта» 4 <i>Управляющая компания инжинирингового дивизиона Росатома отмечает юбилей</i>	На путях к термоядерной энергии 36 <i>Стенды для испытаний диагностического оборудования ИТЭР разрабатывают и производят в России</i>
	ОСНОВНЫЕ ВЕХИ	«Атомстройэкспорт»: 1998–2023 6 <i>Время. События. Люди</i>	Редкоземельная химия 40 <i>Знакомство с работой Соликамского магниевого завода</i>
ПРОЕКТЫ		Искусство инжиниринга 12 <i>С конца 1990-х до сегодняшнего дня, от Азии до Африки: рассказываем о проектах «Атомстройэкспорта» — атомных и не только</i>	Атомная наука смотрит в будущее 44 <i>Росатом выполнил запланированные в 2022 году научно-исследовательские работы по РТТН в полном объеме</i>
		Тяньваньская АЭС и АЭС «Сюйдапу»: 13 <i>российский атом для Поднебесной</i>	«Учим тех, кто учит» 48 <i>Росатом запускает программу подготовки учителей по школьным предметам, профильным для будущих сотрудников отрасли</i>
		АЭС «Куданкулам»: <i>энергия атома для страны с самым большим населением в мире</i> 16	Атомное образование
		Чернобыльская АЭС, объект «Укрытие»: 19 <i>изолировать и обезвредить</i>	
		Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений: <i>уникальные инженерные решения для Северной столицы</i> 22	ИЦАЭ
		Белорусская АЭС: восемь фактов о первой в стране атомной станции 24	Особое мнение
		АЭС «Руппур»: <i>мечта воплощается в жизнь</i> 26	
		Курская АЭС-2: первая атомная станция с ВВЭР-ТОИ в цифрах и фактах 29	
		АЭС «Эль-Дабба»: <i>первая атомная станция Росатома в Африке</i> 31	
		АЭС «Паки»: <i>партнерство длиной в десятилетия</i> 33	
			Капитал и идеология Тома Пикетти 56 <i>Как на самом деле должна работать экономика, если власть и капитал действительно хотят преодолеть неравенство</i>

«Атомстройэкспорт»

25 лет



«Атомстройэкспорт» был создан 25 марта 1998 года. Учредителями выступили ОАО «Атомэнергоэкспорт» и ВПО «Зарубеж-атомэнергострой». При участии специалистов этих организаций с начала 1970-х годов были построены и введены в эксплуатацию 29 энергоблоков в семи странах мира и 10 ядерных научно-исследовательских центров.

В последующие годы с участием коллектива «Атомстройэкспорта» были успешно реализованы важнейшие международные проекты, осуществлена поддержка предприятий отечественной атомной промышленности и созданы условия для начала масштабной программы возрождения и дальнейшего совершенствования российских атомных технологий.

В 2011 году «Атомстройэкспорт» вошел в контур формирующегося инжинирингового дивизиона госкорпорации «Росатом», который объединил под единым управлением ведущие проектные институты и строительные компании атомной отрасли, привнес в общие компетенции многолетний опыт управления проектами сооружений АЭС за рубежом. В 2021 году «Атомстройэкспорт» (АО АСЭ) стал управляющей компанией инжинирингового дивизиона.

Главная тема номера рассказывает об истории «Атомстройэкспорта» и о текущих зарубежных и российских проектах, в которых компания принимает участие.

**Александр Локишин**

Первый заместитель генерального директора госкорпорации «Росатом» по атомной энергетике, президент АО АСЭ:

— Мы отмечаем 25-летний юбилей управляющей компании нашего инжинирингового дивизиона — акционерного общества «Атомстройэкспорт»!

За эти 25 лет «Атомстройэкспорт» прошел большой путь от малоизвестного в тяжелые для атомной отрасли времена предприятия-интегратора с портфелем из четырех блоков в Индии и Китае до одного из главных, опорных дивизионов госкорпорации «Росатом», объединив под своим управлением ведущие проектные институты и строительные компании атомной отрасли.

Накопленный за эти годы опыт бесценен. Нынешний «Атомстройэкспорт» выполняет контракты по сооружению 25 энергоблоков в 9 странах мира, в том числе в России. Масштабы и сложность этой работы трудно переоценить, и от качества ее выполнения во многом зависит и нынешнее, и завтрашнее процветание госкорпорации.

Юбилейная дата — это повод не только подвести итоги, но и заглянуть в будущее. А там, на горизонте следующих 25 лет, — новые проекты и новые стройки как в нашей стране, так и за рубежом.

«Атомстройэкспорт» 1998–2023

Время. События. Люди

25 марта образовано ЗАО «Атомстройэкспорт» на базе ВПО «Зарубежатомэнергострой» (ЗАЭС) и ОАО «Атомэнергоэкспорт» (АЭЭ). ЗАЭС получил 51% акций ЗАО, АЭЭ — 49%. АЭЭ стал правопреемником своих акционеров по всем соглашениям, контрактам и договорам, а АЭЭ и ЗАЭС фактически свернули профильную деятельность.



Виктор Козлов

Первый генеральный директор ЗАО «Атомстройэкспорт» (1998–2003 гг.):

— «Атомстройэкспорт» был создан профессионалами, пришедшими из «Атомэнергоэкспорта» и «Зарубежатомэнергостроя». Они образовали костяк организации, приняли на себя тяготы лихих 90-х и, по сути, внесли весомый вклад в возрождение атомной энергетики России. Некоторых из них уже нет с нами, но организация, которой они отдали свои знания и здоровье, развивается и с уверенностью смотрит в будущее.

Министерство РФ по атомной энергии и Комиссия по атомной энергии Индии подписали окончательное соглашение о сооружении атомной станции по российскому проекту с реакторами ВВЭР-1000.

Введен в коммерческую эксплуатацию энергоблок №1 АЭС «Моховце» (Словакия) с реактором ВВЭР-440/213. Сооружение АЭС «Моховце» осуществлялось в соответствии с соглашением между правительствами СССР и ЧССР от 27 ноября 1980 года.



«Атомстройэкспорт» развернул строительные работы на площадке сооружения Тяньваньской АЭС. Два энергоблока первой очереди Тяньваньской АЭС строились по российскому проекту АЭС-91, разработанному Санкт-Петербургским «Атомэнергопроектом».

Работа над проектом АЭС в Китае дала импульс к возрождению отечественного атомпрома. Партнерами «Атомстройэкспорта» стали более 150 российских предприятий и организаций. Российские производства получили заказы для загрузки своих мощностей, к работе были привлечены тысячи проектировщиков, инженеров, строителей.



Введен в эксплуатацию энергоблок №2 АЭС «Моховце» (Словакия) с реактором ВВЭР-440.

30 марта произошло включение турбогенератора энергоблока №1 Ростовской АЭС в сеть Единой энергетической системы России.



Алексей Лихачев

Генеральный директор госкорпорации «Росатом»:

— Город Волго-донск — это своеобразный университет современных строителей. Здесь восстанавливались строительные компетенции атомной отрасли. Мы перешли от «режима подвига» начала нулевых к плановому конвейерному сооружению атомных энергоблоков. Здесь, на ростовской земле, был установлен целый ряд рекордов. Главный циркуляционный трубопровод был сварен за 96 дней при советском рекорде 150 суток. В 2–2,5 раза сократились сроки запуска блока от первого бетона до подключения к сети. И самое главное, мы действительно научились строить точно в срок и по установленной цене.*

*Сказано на мероприятии по случаю запуска блока №4 Ростовской АЭС в 2018 году.



«Атомстройэкспорт» приступил к разработке рабочей документации для АЭС «Куданкулам» (Индия).

В результате квалификационного отбора на выполнение работ по стабилизационным мероприятиям в рамках реализации проекта «План осуществления мероприятий на объекте "Укрытие"» (SIP — Shelter Implementation Plan) российско-украинский консорциум «Стабилизация» во главе с ЗАО «Атомстройэкспорт» был объявлен победителем.

16 декабря энергоблок №3 Калининской АЭС с реактором ВВЭР-1000 был включен в сеть.

При сооружении АЭС внедрено более 600 технических мероприятий, направленных на повышение безопасности и надежности эксплуатации. Первый и второй энергоблоки были запущены в эксплуатацию в 1985–1987 годах. Строительство третьего и четвертого энергоблоков в 1991 году было заморожено. В ноябре 2005 года энергоблок №3 сдан в промышленную эксплуатацию.

Заклучен контракт на реализацию программы SIP («План осуществления мероприятий на объекте "Укрытие"» Чернобыльской АЭС), финансируемый из средств Международного фонда «Укрытие».

В состав консорциума вошли ЗАО «Атомстройэкспорт», ОАО «Южтеплоэнергомонт», УПКТИ «Атомэнергостройпроект», Управление строительства Ровенской АЭС. Контракт предполагал реализацию восьми стабилизационных мероприятий, распределенных на четыре пусковых этапа.

15 ноября распоряжением № 1929-р председателя правительства РФ М. Фрадкова руководителем Федерального агентства по атомной энергии назначен Сергей Кириенко.

Справка
В 1989 году Минсредмаш был объединен с Министерством атомной энергетики и промышленности СССР. После распада Советского Союза в 1992 году оно было преобразовано в Министерство по атомной энергии Российской Федерации, которое, в свою очередь, в 2004 году указом президента РФ было преобразовано в Федеральное агентство по атомной энергии (Росатом). Его главой был назначен Александр Румянцев, занимавший пост министра по атомной энергии с 2001 года.

1998

1999

2000

2001

2002

2003

2004

2005

12 мая энергоблок №1 Тяньваньской АЭС успешно подключен к сети.

Это событие обеспечило ЗАО «Атомстройэкспорт» весомое конкурентное преимущество — наличие референтного энергоблока нового поколения. На Тяньваньской АЭС впервые в мире была применена уникальная технология — ловушка расплава активной зоны.

«Атомстройэкспорт» выиграл тендер на реализацию двух контрактов в рамках проекта завершения строительства комплекса защитных сооружений (КЗС) Санкт-Петербурга от наводнений.

14 мая состоялся энергопуск блока №2 Тяньваньской АЭС.

Оба блока первой очереди работают стабильно на 100% мощности и обеспечивают электроэнергией провинцию Цзянсу.

1 декабря с целью объединения всех активов атомной отрасли президент России Владимир Путин издал указ о создании Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом». Генеральным директором назначен глава упраздненного Федерального агентства по атомной энергии Сергей Кириенко. 5 октября 2016 года генеральным директором госкорпорации «Росатом» назначен Алексей Лихачев.



Первый контракт был заключен на монтаж плавающего затвора судопропускного сооружения (С-1), а также на модернизацию механического оборудования водопропускных сооружений комплекса.

18 января «Атомстройэкспорт» и Национальная электрическая компания Болгарии подписали контрактное соглашение на сооружение АЭС «Белене».

На строительной площадке Нововоронежской АЭС-2 состоялась торжественная церемония заливки первого бетона в фундаментную плиту здания реактора энергоблока №1. Это первая за долгий период АЭС в России, сооружаемая с нуля. На НВАЭС-2 впервые реализован инновационный проект АЭС-2006 с реакторной установкой ВВЭР-1200.

ЗАО «Атомстройэкспорт» в качестве лидера консорциума «Стабилизация» успешно завершило реализацию контракта на выполнение стабилизационных мероприятий на объекте «Укрытие» Чернобыльской АЭС. Это один из этапов по превращению объекта в экологически безопасную систему. Объект «Укрытие» был построен над разрушенным энергоблоком с целью восстановления контроля над радиационной обстановкой и защиты от ионизирующего излучения.



Виталий Драгунов

Представитель компании «Атомстройэкспорт» на площадке:

— Я не могу утверждать, что работы, которые выполнялись при стабилизации строительных конструкций «Укрытия», в мире прежде никогда и нигде не выполнялись. Однако с полной уверенностью заявляю: никогда и нигде подобные работы не выполнялись в таком огромном комплексе и в столь сложных условиях. То есть инновационность и уникальность проекта не может ставиться под сомнение.

«Атомстройэкспорт» удостоен национальной премии в области инжиниринга и управления проектами EPC/Awards — 2007 в номинации «Лучшая российская EPC/EPCM-компания на зарубежных рынках».

15 марта в рамках визита премьер-министра РФ Владимира Путина в Индию было подписано соглашение о строительстве блоков №3 и 4 АЭС «Куданкулам».



18 марта энергоблок №2 Ростовской (Волгодонской) АЭС включен в Единую энергетическую систему России. На блочном щите управления председатель правительства Российской Федерации В. Путин, заслушав рапорт начальника смены энергоблока, лично отдал распоряжение персоналу станции приступить к технологическим операциям по освоению мощности.



Москва и Анкара подписали соглашение о сотрудничестве в сфере строительства и эксплуатации атомной электростанции на площадке «Аккую» в Турции. Проект сооружения АЭС «Аккую» является первым в мире проектом АЭС, реализуемым по модели BOO (Build — Own — Operate, строй — владей — эксплуатируй).

23 ноября «Атомстройэкспорт» и Цзянзуская ядерная энергетическая корпорация (JNPC) подписали в Санкт-Петербурге генеральный контракт на сооружение второй очереди (блоки №3 и 4) Тяньваньской АЭС по проекту, аналогичному первой очереди: два энергоблока российского дизайна с реакторными установками ВВЭР-1000.

«Атомстройэкспорт» приступил к монтажу новой вентиляционной трубы второй очереди Чернобыльской АЭС.

2 августа состоялось торжественное открытие комплекса защитных сооружений (КЗС) Санкт-Петербурга от наводнений. ЗАО «Атомстройэкспорт» было в числе участников строительства этого важнейшего объекта федерального значения.

Валерий Лимаренко, директор ОАО «Нижегородская инжиниринговая компания «Атомэнергопроект» (ОАО «НИАЭП»), назначен президентом ЗАО «Атомстройэкспорт».

Госкорпорация «Росатом» принимает решение об объединении компетенций ОАО «НИАЭП» и ЗАО «Атомстройэкспорт» — положено начало формированию контура инжинирингового дивизиона.



Валерий Лимаренко:

— Объединение двух ведущих компаний даст синергетический эффект и будет способствовать повышению их конкурентоспособности.

2 ноября подписано соглашение между правительством Российской Федерации и правительством Народной Республики Бангладеш о сотрудничестве в строительстве АЭС на территории Народной Республики Бангладеш.

Референтной станцией для АЭС «Руппур» заказчиком была выбрана Нововоронежская АЭС-2. Это эволюционный проект поколения III+, который полностью соответствует всем российским и международным требованиям безопасности.

18 июля в Минске по итогам заседания совета министров Союзного государства РФ и Белоруссии был подписан генеральный контракт на сооружение Белорусской АЭС на базе российского проекта АЭС-2006.

Началась загрузка ядерного топлива в реактор энергоблока №1 АЭС «Куданкулам». Активная зона реактора ВВЭР-1000 состоит из 163 ТВС.



2 октября премьер-министр Народной Республики Бангладеш Шейх Хасина и глава госкорпорации «Росатом» Сергей Кириенко заложили первый камень в основание будущей АЭС «Руппур».



27 декабря залит первый бетон второй очереди Тяньваньской АЭС в Китае.

2006

2007

2008

2010

2011

2012

2013

Сдан в промышленную эксплуатацию инновационный блок №6 Нововоронежской АЭС с реактором ВВЭР-1200.

Энергоблок стал первым в России, построенным с нуля и введенным в эксплуатацию после распада СССР, а также первым в мире атомным блоком поколения III+.

5 апреля состоялось подписание совместного заявления представителей АО «Атомстройэкспорт» и Корпорации по атомной энергии Индии (ИКАЭЛ) об окончательной приемке энергоблока №1 АЭС «Куданкулам».

При поддержке инжинирингового дивизиона и Российского центра науки и культуры в Ченнаи (Индия) состоялся первый в серии научно-просветительских мероприятий, посвященных популяризации ядерной науки и технологий, фестиваль науки.

30 ноября при участии премьер-министра Народной Республики Бангладеш Шейх Хасины и генерального директора госкорпорации «Росатом» Алексея Лихачева состоялась церемония заливки первого бетона энергоблока №1 АЭС «Руппур».

Росатом подписал генеральный контракт на строительство атомной электростанции «Руппур» в Бангладеш. Документ был подписан во время визита главы госкорпорации Сергея Кириенко в столицу республики — Дакку. Генеральный подрядчик проекта сооружения — АО АСЭ, инжиниринговый дивизион госкорпорации «Росатом».

11 декабря в присутствии президента России Владимира Путина и президента Египта Абделя Фаттах ас-Сиси генеральный директор госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев и министр электроэнергетики и возобновляемых источников энергии Египта Мохаммед Шакер подписали акты о вступлении в силу коммерческих контрактов на сооружение АЭС «Эль-Дабба».

Это первый проект сооружения госкорпорацией «Росатом» АЭС в Африке.

30 декабря состоялся энергетический пуск энергоблока №3 Тяньваньской АЭС, сооруженного по российскому проекту с реактором ВВЭР-1000.

22 февраля состоялся энергетический пуск инновационного энергоблока №1 Ленинградской АЭС-2 поколения III+ с реактором ВВЭР-1200.

Ленинградская АЭС-2 является референтной для новых станций в России и за рубежом.

Энергоблок №3 Тяньваньской АЭС передан для прохождения 24-месячной гарантийной эксплуатации.

29 апреля на площадке сооружения Курской АЭС-2 состоялась заливка первого бетона реакторного здания энергоблока №1, самого мощного энергоблока в России (1255 МВт).

Энергоблоки №1 и 2 Курской АЭС-2 поколения III+ являются пилотными энергоблоками, сооружаемыми по проекту ВВЭР-ТОИ (водо-водяной энергетический реактор типовой оптимизированный информационный).

14 июля состоялась торжественная церемония заливки первого бетона в основание энергоблока №2 АЭС «Руппур». В церемонии приняли участие премьер-министр Народной Республики Бангладеш Шейх Хасина, заместитель председателя правительства Российской Федерации по вопросам оборонно-промышленного комплекса Юрий Борисов и первый заместитель генерального директора по операционному управлению госкорпорации «Росатом» Александр Локшин.

7 сентября между правительством Российской Федерации и правительством Республики Узбекистан подписано соглашение о сотрудничестве в строительстве на территории Узбекистана атомной электростанции.

27 октября состоялся энергетический пуск блока №4 Тяньваньской АЭС, сооруженного по российскому проекту с реактором ВВЭР-1000.

Президентом группы компаний АСЭ (инжиниринговый дивизион госкорпорации «Росатом») назначен первый заместитель генерального директора по операционному управлению госкорпорации «Росатом» Александр Локшин.

7 марта в ходе государственного визита председателя Китайской Народной Республики Си Цзиньпина в Россию состоялась церемония подписания генерального контракта на сооружение энергоблоков №7 и 8 Тяньваньской АЭС, а также энергоблоков №3 и 4 АЭС «Сюйдапу» российского дизайна с реакторами ВВЭР-1200.



31 октября энергоблок №2 Нововоронежской АЭС-2 новейшего поколения III+ с реактором ВВЭР-1200 на 30 дней раньше срока сдан в эксплуатацию.



3 ноября энергоблок №1 Белорусской АЭС поколения III+ с реактором ВВЭР-1200 выдал первые киловатт-часы электрической энергии в единую энергосистему Республики Беларусь.

Генеральный проектировщик и генеральный подрядчик — инжиниринговый дивизион госкорпорации «Росатом».

Между инжиниринговым дивизионом госкорпорации «Росатом» и Цзянсуской ядерной энергетической корпорацией (JNPC) подписан протокол об окончательной приемке ядерного острова блока №4 Тяньваньской АЭС после двухгодичной гарантийной эксплуатации.

10 марта на площадке АЭС «Аккую» состоялась торжественная церемония, посвященная началу строительства энергоблока №3 первой атомной электростанции в Турции.

19 мая состоялась торжественная церемония, посвященная началу работ по сооружению энергоблоков №7 и 8 Тяньваньской АЭС, а также №3 и 4 АЭС «Сюйдапу».

Участие в мероприятии в формате телемоста приняли президент Российской Федерации Владимир Путин и председатель Китайской Народной Республики Си Цзиньпин.

20 июля состоялась торжественная церемония заливки первого бетона на площадке энергоблока №1 первой в Египте АЭС «Эль-Дабба», означающая фактический старт сооружения станции.

26 августа Венгерское атомное ведомство (ОАН) выдало разрешение на сооружение двух энергоблоков ВВЭР-1200 поколения III+ на площадке АЭС «Пакш-2».

Лицензия на строительство такого типа энергоблоков впервые выдана на территории Европейского союза.

19 ноября на площадке сооружения АЭС «Эль-Дабба» в Египте состоялась церемония заливки первого бетона в фундаментную плиту энергоблока №2. Строительство на втором энергоблоке перешло в основную стадию.

29 июня состоялась торжественная церемония заливки первого бетона в фундаментную плиту здания реактора блока №5 АЭС «Куданкулам», ознаменовавшая официальный старт основного периода сооружения третьей очереди атомной станции.

20 декабря был дан официальный старт основному периоду сооружения блока №6 АЭС «Куданкулам» — уложен первый бетон в фундаментную плиту здания реактора.

25 февраля на площадке сооружения энергоблока №8 Тяньваньской АЭС состоялась торжественная церемония заливки первого бетона.

21 марта на площадку сооружения АЭС «Эль-Дабба» доставлено устройство локализации расплава энергоблока №1.

3 мая состоялась заливка первого бетона энергоблока №3 АЭС «Эль-Дабба».

13 мая энергоблок №2 Белорусской АЭС включен в единую энергосеть страны.

До конца года планируются следующие события:

- доставка на площадки сооружения корпусов реакторов энергоблоков: №5 АЭС «Куданкулам», №7 Тяньваньской АЭС, №3 АЭС «Сюйдапу»;
- завоз ядерного топлива на АЭС «Руппур»;
- заливка первого бетона в фундамент энергоблока №4 АЭС «Эль-Дабба».

3 февраля в реакторном здании второго энергоблока АЭС «Руппур» завершена сварка ГЦТ.

2015

2017

2018

2019

2020

2021

2022

2023

Искусство инжиниринга

С конца 1990-х до сегодняшнего дня, от Азии до Африки: рассказываем о проектах «Атомстройэкспорта» — атомных и не только



Тяньваньская АЭС и АЭС «Сюйдапу»: российский атом для Поднебесной



Тяньваньская АЭС

Расположение: близ г. Ляньюньган, провинция Цзянсу, Китайская Народная Республика

Количество энергоблоков, в сооружении которых приняла / принимает участие Россия: 6 (№1–4 — в эксплуатации, №7 и 8 — в стадии сооружения)

Тип реактора: ВВЭР-1000 (блоки №1–4), ВВЭР-1200 (блоки №7 и 8)

Генеральный проектировщик энергоблоков №1, 2 и ядерного острова энергоблоков №3, 4: Санкт-Петербургский филиал АО «Атомэнергопроект» — «Санкт-Петербургский проектный институт»

Генеральный проектировщик ядерного острова энергоблоков №7, 8: АО «Атомэнергопроект»

Генеральный подрядчик (энергоблоки №1, 2): АО «Атомстройэкспорт»

Техническое содействие (энергоблоки №3, 4 и 7, 8): АО «Атомстройэкспорт»

Путь в Китай

Десятилетие было непростым временем для нашей страны. Многим организациям пришлось перейти на полный хозрасчет, государственное финансирование прекратилось. По воспоминаниям Виктора Козлова (генерального директора ОАО «Атомэнергоэкспорт», генерального директора ЗАО «Атомстройэкспорт» в 1990–2004 годах), «Атомэнергоэкспорт» тогда, как и многие другие предприятия, занялся коммерцией, причем весьма успешно, и было принято решение часть прибыли тратить на работу с возможными потенциальными заказчиками АЭС, прежде всего с представителями Китая. Их приглашали в Москву, возили по объектам, читали лекции и рассказывали о перспективных проектах.

Государство «подставило плечо» в 1992 году. Тогда Борис Ельцин собирался с визитом в Китай, и у профильных ведомств срочно запросили предложения по направлениям сотрудничества, хотя товарооборот между странами тогда был крайне низким. Большой неожиданностью для всех оказалось, что у «Атомэнергоэкспорта» уже были контакты с Китаем и даже имелись определенные наработки. 18 декабря 1992 года, после нескольких месяцев сложных переговоров, между Россией и Китаем было подписано соглашение о сотрудничестве, в том числе о строительстве АЭС. Китайские специалисты выбрали проект станции, который Россия делала

для Финляндии, — в нем учитывались самые современные на тот момент требования по безопасности. В 1995 году начались визиты в Россию руководителей Госплана КНР, Министерства энергетики КНР, Китайской корпорации атомной промышленности и других ведомств. Приезжали на заводы — изготовители оборудования для АЭС, в проектные институты, КБ.

В декабре 1997 года был подписан генеральный контракт на сооружение Тяньваньской АЭС — эта дата

стала отправной точкой в возрождении экспорта российских ядерных технологий. В 1998 году ВПО «Зарубежатомэнергострой» и ОАО «Атомэнергоэкспорт» были объединены, на их основе было образовано ЗАО «Атомстройэкспорт», которое стало генподрядчиком строительства.

«Конец ноября 1999 года, первый бетон в фундаментную плиту здания реактора блока №1 Тяньваньской АЭС в Китае — важная веха в новой истории российской атомной энергетики. Фактически после событий на Чернобыльской АЭС и последовавшего за ними коллапса в отрасли это был по-настоящему первый бетон для отечественной атомной отрасли», — рассказывал Александр Захаров, начальник технического управления ЗАО АСЭ в годы сооружения первой очереди Тяньваньской АЭС.

Безопасность по-новому

На первых блоках Тяньваньской АЭС были впервые применены технические решения, которые в дальнейшем стали стандартом в области систем безопасности. «Это был первый для нас проект с двойной защитной оболочкой, первый проект, в котором мы применили ловушку расплава активной зоны, в котором использовали цифровую СКУ, обеспечивающую высочайший уровень автоматизации всех технологических процессов. Были применены новейшие решения с точки зрения обеспечения безопасности блоков с реакторами ВВЭР-1000 — четыре независимых канала активных систем безопасности, оптимизированы все технологические схемы энергоблока. Такого мы никогда не делали ни у себя, ни за рубежом», — рассказывает Алексей Банник, вице-президент АО АСЭ по проектам в Китае и перспективным проектам.

Особенность первой очереди ТАЭС и в том, что здесь впервые в отечественном проекте АЭС была применена полностью цифровая система контроля и управления, причем для управления не только технологическими параметрами, но и системами безопасности. Это было в новинку и требовало кардинального пересмотра технологии проектирования и выдачи исходных данных

В проекте для блоков №7 и 8, которые строятся сейчас, решения и концепции, примененные на первых двух очередях станции, получили дальнейшее развитие.

Атомный гигант

После пуска блоков №7 и 8 Тяньваньская АЭС станет самой крупной АЭС в мире с суммарной установленной мощностью 9 ГВт.



Алексей Банник

Вице-президент АО АСЭ по проектам в Китае и перспективным проектам:

— Сотрудничество России и Китая в части сооружения АЭС длится не одно десятилетие. Мы знаем и ценим друг друга как эффективных партнеров, добрых друзей и помощников в реализации важнейших стратегических проектов. Сейчас мы работаем над реализацией новых контрактов — четыре мощнейших блока ВВЭР-1200 поколения III+ должны быть подключены к энергосистеме Китая в ближайшие годы. Задачи по срокам поставлены очень амбициозные, и их выполнение потребует четкой и слаженной работы всех участников проекта.

Что изменилось? Прежде всего, это диверсификация систем безопасности по типам. Так, если на предыдущих блоках было четыре активных канала систем безопасности, то в новом проекте добавляются еще два пассивных канала, не требующих для своей работы внешних источников энергии. И даже в случае возникновения ситуации, аналогичной той, что произошла на АЭС «Фукусима» (станция оказалась лишенной энергоснабжения), эти системы запустятся автоматически и будут работать полностью автономно.

Сопряжение технологий

При строительстве двух первых блоков «Атомстройэкспорт» занимался и ядерным островом, и неядерным. За китайскими специалистами было только обеспечение внешними системами. Из России велись и поставки практически всего оборудования, за исключением технологической арматуры и теплообменников, электротехнического и вентиляционного оборудования.

Блоки второй очереди интересны тем, что это сплав лучших китайских и российских технологий. Российские специалисты проектировали ядерный остров, китайские партнеры проектировали и поставляли неядерный. Эта совместная работа инженеров двух стран по сопряжению технологий была продуктивной — в ней удалось применить то лучшее, что есть в инжиниринге обеих сторон. Современные блоки

поколения III, в которых наряду с российским задействовано большое количество китайского оборудования, успешно работают.

При строительстве третьей очереди ТАЭС предыдущий долгий опыт успешного взаимодействия с китайской стороной позволил большую часть работ доверить заказчику, сделав интеграцию более глубокой. Такой формат сотрудничества называется «техническое содействие»: российская сторона проектирует свою часть проекта — ядерный остров — и поставляет под нее оборудование.

Немного севернее

8 июня 2018 года в Пекине был подписан межправительственный протокол о сотрудничестве России и Китая, а также рамочный контракт на строительство еще одной атомной станции на северо-востоке страны — АЭС «Сюйдапу». Контракт предполагает разработку технического проекта атомной электростанции и сооружение энергоблоков №3 и 4. Российская сторона отвечает за проектирование и поставку ключевого оборудования ядерного острова для обоих энергоблоков, а также оказание услуг по авторскому надзору, шеф-монтажу и шеф-наладке поставленного оборудования. Турбогенераторы для станции поставит Китай. Кстати, вопреки нумерации, строительство энергоблоков №3 и 4 началось раньше первых двух.

Несмотря на некоторую схожесть проектов АЭС «Сюйдапу» и Тяньваньской АЭС, у этих станций есть много различий, связанных с особенностями грунта, климата, водоснабжения. Кроме того, у заказчика был ряд специфических требований, связанных с ядерной, радиационной, пожарной безопасностью и воздействием на окружающую среду, из-за которых также

пришлось внести изменения в проект. Различаются и площадки сооружения: АЭС «Сюйдапу» располагается на севере, ближе к Сибири. Климат там суровее и холоднее. «Сюйдапу» — непростая площадка, здесь зима длится долго, а при отрицательной температуре работы вести проблематично. Поэтому стараемся в теплое время года работать в ускоренном темпе», — поясняет Алексей Банник, вице-президент АО АСЭ по проектам в Китае и перспективным проектам.

Однако площадка позволяет по-другому использовать строительное оборудование. К примеру, места для размещения кранов на «Сюйдапу» больше. В связи с этим технологии сооружения станций несколько отличаются по последовательности и составу строительных работ, команде авторского надзора приходится работать с разными технологиями сооружения. Это гораздо сложнее, чем если бы оба проекта делались под копиру, но позволяет по максимуму использовать потенциал площадки и уникальное место расположения станции на берегу Ляодунского залива.

АЭС «Сюйдапу»

Расположение: городской уезд Синчэн городского округа Хулудао, провинция Ляонин, Северо-Восточный Китай, Китайская Народная Республика

Количество энергоблоков, в сооружении которых принимает участие Россия: 2 (№3 и 4)

Тип реактора: ВВЭР-1200

Генеральный проектировщик: АО «Атомэнергопроект»

Генеральный подрядчик: АО «Атомстройэкспорт»



АЭС «Куданкулам»: энергия атома для страны с самым большим населением в мире

Долгий путь

Соглашение между Советским Союзом и Индией о строительстве АЭС было подписано в 1988 году, но из-за череды политических потрясений в обеих странах сооружение станции было отложено. Распад СССР, сопровождавшийся разрывом цепочек производства, и экономический кризис 1990-х отодвинули старт работ на целое десятилетие. «Что греха таить: Индия считала, что наша ядерная промышленность больше

не может выполнять такие заказы. Но успехи наших атомщиков в реализации международных проектов развеяли их сомнения. К тому же московский АЭП и ОКБ «Гидропресс» разработали технический проект атомной станции, удовлетворяющий самым современным требованиям безопасности», — рассказывает Андрей Лебедев, вице-президент АО АСЭ по проектам в Индии.

Существовало и юридическое препятствие: Индия не является участником международного Договора о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО), поэтому с ней Россия могла сотрудничать только при условии, что Индия поставит свою ядерную деятельность, в том числе гражданскую, под контроль МАГАТЭ, но индийскую сторону это не устраивало. Казалось, что возможности работать с Индией не было, однако это противоречие удалось разрешить: поскольку Россия — правопреемник СССР, она должна исполнять обязательства Советского Союза. Возражений со стороны международных организаций не последовало, и в 2002 году строительство первой очереди АЭС «Куданкулам» началось.

АЭС «Куданкулам»

Расположение: г. Куданкулам, штат Тамил Наду, Республика Индия

Количество энергоблоков: 6 (2 — в эксплуатации, 4 — идет сооружение)

Тип реактора: ВВЭР-1000

Генеральный проектировщик: АО «Атомэнергопроект»

Генеральный интегратор: АО «Атомстройэкспорт»



Прямая речь



Андрей Лебедев

Вице-президент АО АСЭ по проектам в Индии:

— Мы передаем нашим партнерам свой опыт, наработанные технологии, проводим необходимое обучение, выполняем все взятые на себя обязательства. Это позволяет быть уверенными в качестве нашей продукции и услуг, поддерживать доверительные прочные партнерские отношения и оставаться мировым лидером по применению российских технологий на энергоблоках, сооружаемых за рубежом.

независимых проекта двухблочных станций, которые находятся на разных стадиях. С этим связаны определенные сложности, например невозможность использовать общие обеспечивающие сооружения для всех блоков, а также сквозную механизацию строительно-монтажных работ. Такая схема вызывает рост капитальных вложений и эксплуатационных расходов, тем не менее это был выбор индийской стороны. Однако сегодняшние результаты работы показывают, что специалисты АО АСЭ успешно справляются с особенностями проектов.

Убедительные преимущества

Настороженное отношение к атомной энергетике у людей, проживающих вблизи строящихся АЭС, нередко встречается во всем мире. Убедить индийцев, особенно сельское население и жителей рыбацких поселков, в том, что работа атомной станции безопасна и не вредит экологии, было непросто. Ситуация вокруг первого блока АЭС «Куданкулам» была беспрецедентной: готовый к пуску, уже загруженный свежим ядерным топливом энергоблок несколько месяцев простаивал, потому что местные жители, перекрыв дороги, блокировали доступ атомщиков к площадке АЭС. На станцию мог попасть только сменный персонал — оставлять без внимания специалистов такой технологически сложный объект было невозможно. При этом все работы по пусковым операциям были приостановлены. Чтобы решить проблему, было потрачено много сил. В частности, специалисты АО АСЭ встречались с местными жителями, разъясняя основные принципы работы атомной станции. Решающую роль в вопросе продолжения проекта сыграло правительство Индии, взяв ситуацию вокруг станции под контроль. В итоге волнения прекратились, и в 2013 году пуск энергоблока состоялся.

Когда первая очередь АЭС заработала, а вторая начала строиться, многие опасения жителей были развеяны. Прежде всего стало понятно, что станция дает хорошие перспективы занятости для огромного населения всего региона. «АЭС «Куданкулам» сильно изменила жизнь местного населения, это стало видно уже в первые годы строительства. Многие индийцы получили работу, смогли построить новое жилье. Индийские предприятия получают от нас заказы, зарабатывают, развиваются, соответственно, платят налоги, пополняют бюджет, одновременно прокладываются новые дороги, оживает торговля», — говорит Иван Иванисов, начальник управления по поддержке эксплуатации блоков № 1 и 2 АЭС «Куданкулам». Перестали беспокоиться и рыбаки: температура прибрежной воды и океаническое течение остались в норме, рыбы не стало меньше.

Самый передовой

По словам Андрея Лебедева, первый энергоблок АЭС «Куданкулам» на момент ввода в эксплуатацию был самым передовым в том, что касается вопросов безопасности, не только среди российских, но и среди мировых проектов. На Тяньваньской АЭС в Китае в то время уже была применена ловушка расплава, а на АЭС в Индии был сделан следующий шаг для повышения безопасности — создание пассивных систем безопасности. Принципиальная новизна решения заключалась в том, что пассивные системы при полной потере внешнего энергоснабжения обеспечивают останов реактора и отвод остаточных тепловыделений за счет естественных законов природы. Это стало настоящим прорывом в области повышения безопасности АЭС, и сегодня принцип глубоко эшелонированной защиты — одно из главных преимуществ современных энергоблоков российского дизайна. «Кроме того, на АЭС «Куданкулам» широко применены разветвленные системы диагностики — «профилактика заболевания», а не «лечение». Эти системы позволяют увидеть отклонение от нормы и реагировать на симптом, а не на событие, не дожидаясь того или иного отказа оборудования», — добавляет Андрей Лебедев.

Три АЭС

По проекту АЭС «Куданкулам» состоит из шести блоков. Первые два эксплуатируются, в 2017 году стартовало строительство третьего и четвертого блоков станции, а в 2021 году — пятого и шестого блоков. Таким образом, на одной площадке реализуются три

Инжиниринг в согласии с природой

Каждый проект АЭС по-своему уникален и требует разработки специальных инженерных решений. Один из грандиозных объектов, созданных на площадке «Куданкулам», — гидрокомплекс с водозабором для морской охлаждающей воды. О масштабах комплекса

говорит такой факт: сухой док для сооружения водоводов и систем рыбозащиты выходит в океан примерно на 700 м от береговой линии, все это пространство было предварительно осушено. Кроме задачи «успокаивать» охлаждающую воду для станции, назначение гидрокомплекса — защита площадки станции от возможных стихийных бедствий, связанных с близостью океана.

Водозабор станции спроектирован так, что его работа не вредит морским обитателям. Мощные компрессорные установки формируют потоки воздуха в воде, поступающей для охлаждения систем АЭС, что заставляет рыбу подниматься вверх. В верхних слоях водоструйные насосы создают быстрое течение, и через проемы рыбу выносит обратно в океан, а нижние слои воды идут на станцию. Российские специалисты рассказывают, что особенностью водозаборного ковша «Куданкулам» является обилие в нем тропической фауны, в том числе огромных черепах и скатов.

Сохранности биологического разнообразия в индийском проекте уделено особое внимание. Для этого в том числе были проведены работы по интенсивному озеленению площадки станции и близлежащей территории. В поселке атомщиков выросли деревья и поселились птицы.

Проверка на прочность

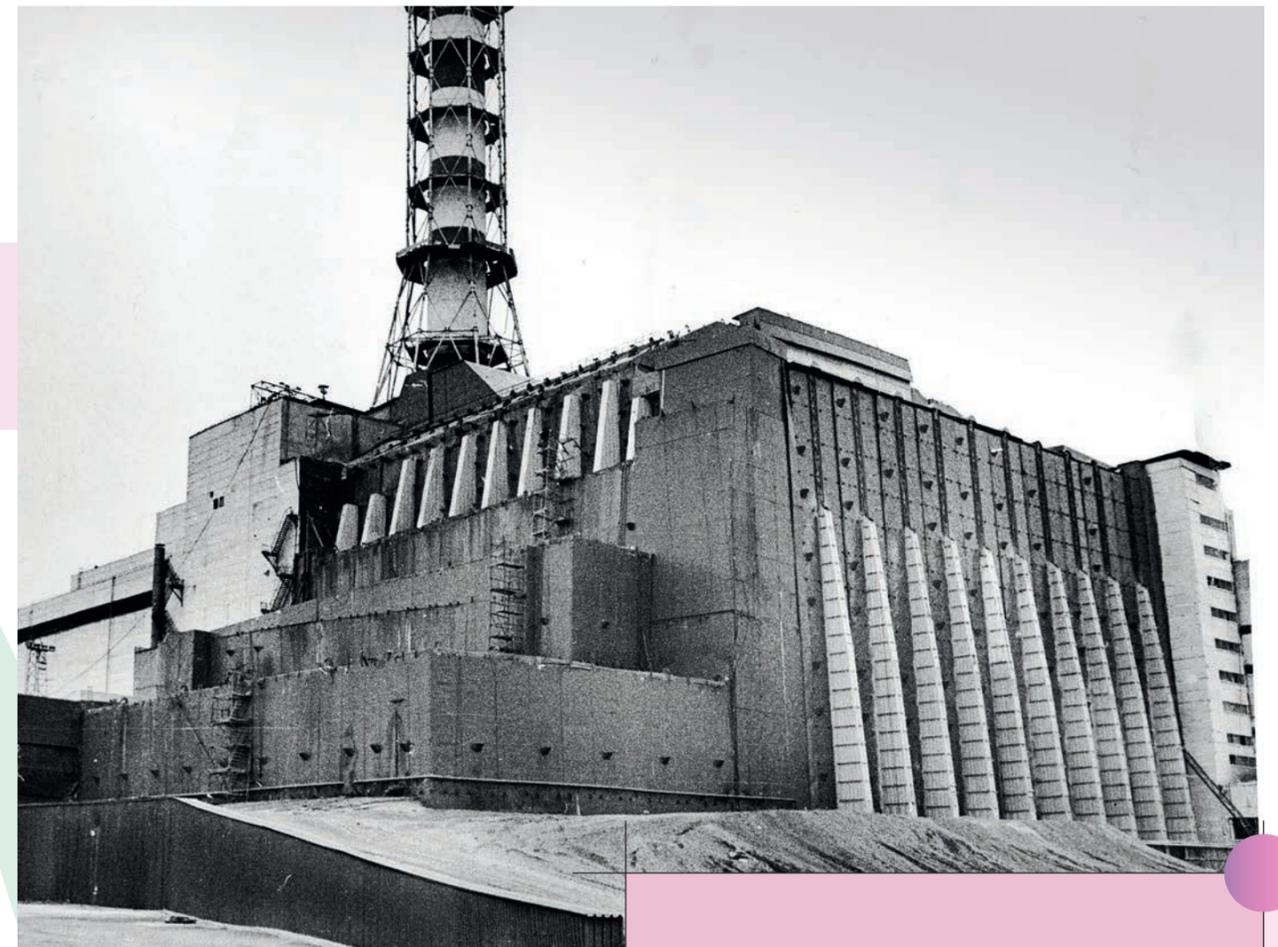
Для будущей атомной станции всегда тщательно выбирается место, наиболее безопасное с точки зрения воздействия возможных природных катаклизмов. Береговая линия около станционного поселка «Куданкулам» защищена коралловыми рифами, поэтому

вода там спокойная, течения нет. Кроме того, одно из назначений гидрокомплекса АЭС «Куданкулам» — защита от цунами. А от самых разрушительных ударов водной стихии со стороны Индийского океана побережье защищает остров Шри-Ланка. В 2004 году на Юго-Восточную Азию обрушилось гигантское цунами, в Индии его основной удар пришелся к западу от самой южной точки страны. Волна там достигала высоты более 20 м, разрушив здания, находившиеся недалеко от берега. А станционный городок и площадка строительства АЭС практически не испытали на себе воздействия стихии (в том числе и благодаря дамбе гидрокомплекса): здесь волна поднялась всего на 2 м.

В дополнение к стандартным инструкциям по технике безопасности на АЭС «Куданкулам» разработана целая система популяризации основ охраны труда: плакаты, буклеты, календари, в которых индийские коллеги используют фольклор, карикатуры, сюжеты мультфильмов. Российские специалисты отмечают достоинства такого свежего подхода, в том числе его доходчивость. Индия — страна ритуалов, и на стройплощадке «Куданкулам» местные сотрудники ежедневно перед началом работы произносят клятву, в которой обещают соблюдать правила техники безопасности и помогать товарищам.



Чернобыльская АЭС, объект «Укрытие»: изолировать и обезвредить



Аналогов — ноль

События на Чернобыльской АЭС стали для отечественных атомщиков беспрецедентным вызовом. Буквально на ходу им пришлось решать самые сложные и нетривиальные задачи, которые еще никогда не вставали перед инженерами, физиками, строителями, работающими в атомной отрасли.

Одним из наиболее масштабных проектов, которые были реализованы на ЧАЭС в 1986 году, стал объект «Укрытие». Над аварийным блоком станции был возведен бетонный саркофаг — защитный купол, укrywший четвертый блок и полностью изолировавший его от окружающей среды. Эта работа была возложена на Минсредмаш и выполнена за полгода — 30 ноября 1986 года Госкомиссия приняла объект. Разумеется, никаких аналогов, никаких разработок, которые можно было бы использовать, на тот момент в мире не существовало.

Чернобыльская АЭС, объект «Укрытие»

Расположение: г. Припять, север Украины, в 16 км от границы с Белоруссией

Тип реактора: РБМК-1000

Количество энергоблоков: 4

Особенности проекта: 26 апреля 1986 года на ЧАЭС произошла крупнейшая в истории мировой атомной энергетики авария. Для ликвидации ее последствий над блоком №4 был сооружен объект «Укрытие»

«Атомстройэкспорт» в 2004 году возглавил российско-украинский консорциум «Стабилизация», созданный для проведения работ по реконструкции и укреплению сооруженного ранее объекта «Укрытие»

В ходе работ возникали трудности, для преодоления которых атомщикам приходилось предлагать порой совершенно неожиданные идеи и создавать невероятные конструкции. Так, перед возведением «Укрытия» нужно было полностью очистить кровлю четвертого блока — взрывом туда было выброшено большое количество ядерного топлива. «Фон там зашкаливал», — рассказывал Юрий Сараев, исполнявший обязанности директора ЧАЭС после аварии. — Предлагались различные способы, в том числе создать козловой кран с пролетом 70 м и с манипуляторами. И луноход у нас там работал с защитой, с самоочищающимися колесами — его специально по нашему техническому заданию перепроектировали конструкторы лунохода. Но техника не выдерживала».

«Промокашка» для крыши

Эффективное решение предложили специалисты Научно-исследовательского и конструкторского института монтажной технологии (НИКИМТ): они разработали панели-захваты, представляющие собой пропитанные специальным клеем куски сетки-рабицы с прикрепленными к ней кистями из хлопковой ткани. Такие панели инженеры предложили помещать на поверхность кровли, а после высыхания клея убирать — вместе с тем, что налипло. Крепость клеевого состава оказалась такой, что «промокашка» (так атомщики назвали свою разработку) сдирали не только куски графита, пыль и обломки, но даже битумное покрытие крыши.

500 штук — такой была первая партия клеевых захватов, изготовленных для ЧАЭС. Кисти делали из обтирочного материала, клей — двухкомпонентный СФЖ-300. На месте поднимать «промокашки» решено было с помощью вертолетов, так как все три гигантских крана Demag были заняты на возведении «Укрытия». Уже на старте работ оказалось, что из-за дальности расположения полевого аэродрома клеевой состав начинал твердеть раньше, чем нужно. Технологию доработали. «Вертолетами было

установлено 17 клеевых захватов общей площадью около 300 м², — вспоминала кандидат технических наук Елена Козлова, председатель Совета ветеранов АО «НИКИМТ-Атомстрой». — Из них восемь спущено на скопление обломков с мощностью излучения более 200 рентген/час». Через некоторое время с помощью устройств типа якорей захваты поднимались вместе с налипшими обломками и сбрасывались в завал четвертого блока. Два захвата прилипли к кровле настолько прочно, что для их снятия понадобился БТР.

«Промокашку» через некоторое время перестали использовать по причине того, что вертолеты поднимали радиоактивную пыль, но в мае 1987 года к этой технологии вернулись. «Между машзалами четвертого и третьего энергоблоков для понижения фона возвели стену, — рассказывала Елена Козлова. — Надо было очистить кровли машзала и деаэрационной этажерки четвертого энергоблока, общая площадь которых составляла более 6000 м²». Чтобы оценить состояние кровли, специалисты поднимались на нее в специальной кабине-батискафе, также разработанной в НИКИМТ, которая подвешивалась

Справка

«Атомстройэкспорт» в качестве лидера консорциума «Стабилизация» обеспечивал проведение работ на объекте «Укрытие» по ликвидации последствий аварии в рамках реализации проекта SIP (План осуществления мероприятий по превращению объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему) в период с 2004 по 2011 год.

В 2004 году вступил в силу первый контракт на выполнение стабилизационных мероприятий. В 2006 году работы были завершены, и еще один год шло гарантийное обслуживание. В январе 2008 года между консорциумом «Стабилизация» и ГСП «Чернобыльская АЭС» был подписан следующий контракт, включивший в себя ряд работ по повышению безопасности объекта «Укрытие», в том числе ремонт легкой кровли объекта. С начала 2010 года «Атомстройэкспорт» совместно с компанией «Укрэнергомонтаж» выполнял работы по строительству новой вентиляционной трубы и сопутствующих систем второй очереди Чернобыльской АЭС (блок №3 и объект «Укрытие»).

на стрелу крана. Еще одна разработка института — специальные сани с ножами на полозьях, с помощью которых резалась кровля. Для изготовления клеевых захватов, по воспоминаниям Елены Козловой, в этот раз был развернут целый лагерь. Использовались «промокашки» метровой ширины и более 15 м в длину. Объект «Укрытие» уже был построен, и появилась возможность для подъема захватов использовать краны Demag; процесс контролировался в более безопасных условиях — с помощью установленных на крыше дополнительных телекамер. Для очистки кровли машзала четвертого блока, деаэрационной этажерки, хранилища жидких и твердых отходов и ряда площадок, прилегающих к машзалу, было использовано 1495 клеевых захватов общей площадью 17 500 м².

Под надежной кровлей

Для запуска остановленных первого, второго и третьего блоков нужно было заменить кровли на них. Прежде кровли были сгораемыми, и события на четвертом блоке показали невозможность дальнейшего использования конструкций из подобных материалов. Специалисты НИКИМТ предложили технологию слоеного пирога — многослойную кровлю с трудно-сгораемым полимербетонбетон и стеклотканью, пропитанной огнезащитным составом на основе вспененного жидкого стекла.

Основная сложность заключалась в большом объеме работ. Но и здесь появились эффективные решения: было предложено готовить огнезащитную смесь на ходу в автомашине-миксере. На территории бетонзавода в Чернобыле в миксер загрузили необходимые компоненты, смесь готовилась, пока машина шла до третьего блока. Больше никакого специального оборудования не требовалось. Перед выгрузкой в массу добавляли отвердитель и вспениватель, перемешивали и разливали по канистрам, которые подавали на крышу, там состав наносили на поверхность и разравнивали. Такие работы были выполнены на кровле всех трех блоков общей площадью 38 000 м².

Обновленное «Укрытие»

С 2004 года российские атомщики участвовали в реконструкции объекта «Укрытие» (со временем возник риск деформации или разрушения возведенных ранее стен и балок). Для этого был создан консорциум «Стабилизация», возглавляемый «Атомстройэкспортом».

Работа проводилась в условиях строжайшего контроля за безопасностью персонала. «Мы выстроили новые внешние пространственные опоры и методом поддомкрачивания аккуратно перенесли на них основную нагрузку с балок, частично освободив «слабую» стену. Это было самым ответственным моментом работы, ведь малейший просчет или оплошность могли привести к значительным разрушениям, — рассказывал Виталий Драгунов, представитель

Прямая речь



Виталий Драгунов

Представитель «Атомстройэкспорта» на площадке объекта «Укрытие»:

— Руководство Чернобыльской АЭС и иностранные консультанты неоднократно отмечали высокий профессионализм специалистов «Атомстройэкспорта». Но главный успех компании состоял, на мой взгляд, в том, что даже самые сложные работы были выполнены с заботой о здоровье персонала. Безопасность людей была поставлена на первое место и обеспечивалась целым комплексом специально разработанных мер и правил, строго соблюдаемых на объекте.

«Атомстройэкспорта» на площадке объекта «Укрытие». — Всего же стабилизационных мероприятий было реализовано восемь, часть из них выполнялась внутри «Укрытия» в сложнейших радиационных условиях из-за наличия радиоактивной пыли и аэрозолей... Уникальность работы заключалась в организации строительства на территории и в помещениях действующего ядерного объекта (что требует соблюдения норм и правил ядерной и радиационной безопасности), являющегося одновременно аварийным объектом и строительной площадкой, где соблюдать нормы и правила ядерной и радиационной безопасности чрезвычайно сложно... Тогда на нашу работу смотрел весь мир».

В 2008 году работы по стабилизации объекта «Укрытие» были завершены. В том же году «Атомстройэкспортом» во главе консорциума был выполнен контракт по стабилизации конструкций легкой кровли. Затем «Атомстройэкспорт» выиграл тендер на строительство системы противопожарной защиты «Укрытия», в результате проведенных работ пожарная безопасность объекта вышла на качественно новый уровень. Еще одним проектом консорциума стало строительство новой вентиляционной трубы и сопутствующих систем второй очереди ЧАЭС, необходимых для того, чтобы предоставить возможность установления столетнего срока эксплуатации строящегося нового конфайнмента.

Объект «Укрытие» был рассчитан на эксплуатацию до 2006 года. В 2004–2008 годы его конструкции укрепили, что гарантировало стабильность объекта до 2018 года. В 2019-м завершилось строительство нового саркофага.



Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений: уникальные инженерные решения для Северной столицы



Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений

Расположение: г. Санкт-Петербург

Назначение комплекса: гидротехническое сооружение, защищающее Санкт-Петербург от наводнений

Состав комплекса: защитные дамбы и водопропускные сооружения, регулирующие водные потоки и обеспечивающие водообмен между Невской губой и Финским заливом, а также судопропускные сооружения для прохода судов в порт Санкт-Петербурга

«Атомстройэкспорт» — один из подрядчиков проекта завершения строительства КЗС для защиты Санкт-Петербурга от наводнений, подрядчик по заключенным контрактам: первый — на монтаж плавающего затвора судопропускного сооружения (С-1), а также на модернизацию механического оборудования водопропускных сооружений комплекса, второй — на сооружение систем электроснабжения, управления и телекоммуникаций КЗС, а также комплекс технических средств физической защиты КЗС

Проект, опередивший время

За свою более чем 300-летнюю историю Санкт-Петербург сталкивался с наводнениями около 300 раз. Виной всему географическое положение — атлантические циклоны, проходящие над Балтийским морем, вызывают сильнейшие нагонные волны из Финского залива, которые затапливают город.

Уже в 1706 году произошло наводнение с подъемом воды на 264 см, на время превратившее молодой город практически в Венецию — люди плавали по улицам на лодках. Петр I поручил тем же инженерам, что занимались строительством города, разработку защитных сооружений, но дальше проектов дело не пошло. В 1824 году произошло крупнейшее и самое разрушительное наводнение в истории Санкт-Петербурга (уровень воды поднялся на 421 см выше ординара). Властям стало ясно, что нужно принимать срочные меры для защиты города от будущих стихийных бедствий. Французский инженер Пьер-Доминик Базен разработал проект, который включал строительство каменной дамбы поперек Финского

залива со шлюзами и водосливами. Однако проект настолько опережал свое время, что технологий строительства, доступных в XIX веке, хватило лишь на сооружение насыпи Васильевского острова.

В 1970-е годы ученые в очередной раз подняли вопрос о создании защитных сооружений и в основу нового проекта снова положили идеи Базена, которые не утратили своей технической актуальности и спустя полтора столетия. Предварительные работы начались в 1974 году, в первую очередь была построена дорога от острова Котлин до материка. Но затем проект то и дело замораживали по разным причинам (например, в годы перестройки экологов выступали против строительства дамбы, аргументируя это тем, что Невская губа превратится в болото), а сроки сдвигали. В итоге активное строительство КЗС возобновилось лишь в 2001 году.

Два контракта

«Атомстройэкспорт», накопивший к тому времени богатый опыт в сооружении самых сложных инженерных объектов, принял участие в тендерах на завершение строительства КЗС и выиграл два контракта.

Первый контракт — на монтаж плавающего затвора судопропускного сооружения, а также на модернизацию механического оборудования водопропускных сооружений комплекса — был заключен с Федеральным агентством по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Росстрой).

Судопропускное сооружение — это плавающий затвор для перекрытия судоходного канала во время наводнения. Размер у этого сооружения внушительный: две его створки, северная и южная, вместе весят около 10 000 тонн, а основные элементы створок (батопорты) — по 2700 тонн каждый.

К тому времени, когда «Атомстройэкспорт» приступил к реализации контракта, монтажные элементы затвора, изготовленные в 1980-х годах и долго хранившиеся под открытым небом, нуждались в существенном ремонте. Эту проблему «Атомстройэкспорт» смог решить за пять месяцев, и первая марка первого яруса пошла в монтаж уже в октябре 2007 года. Чтобы сооружение выдержало нагрузки, характеристики которых были к тому времени уточнены, пришлось серьезно доработать конструкцию как батопортов, так и рамы.

Основные работы по изготовлению и монтажу затвора судопропускного сооружения были завершены за два года. С августа 2009 года на объекте начались пусконаладочные работы: специалисты «Атомстройэкспорта» модернизировали водопропускные сооружения, а оборудование электрогидравлической системы южных водопропускных сооружений изготовили и смонтировали заново, при этом управление сегментными затворами автоматизировали.

Второй контракт, подписанный в июле 2007-го, касался сооружения систем электроснабжения, управления

Подробности

Комплекс защитных сооружений (КЗС) — 11 дамб общей длиной 25,4 км. Основная функция сооружения — защита Санкт-Петербурга от наводнений. Комплекс также выполняет энергетическую функцию (через объект проходит высоковольтный кабель) и является частью транспортной системы города (по гребню дамб проходит морской участок скоростной автодороги: три полосы движения в каждом направлении). Петербургский КЗС — уникальное гидрологическое сооружение, не имеющее аналогов в мире. Комплекс был введен в эксплуатацию 12 августа 2011 года, на его строительство ушло 32 года.

и телекоммуникаций КЗС, а также комплекса технических средств физической защиты. Особенности и сложность этих работ были связаны с большой протяженностью кабельных линий: расстояние, которое предстояло покрыть с северного до южного берега Финского залива, составляло 25 км. Тем не менее специалисты АСЭ блестяще справились с задачей.

Спасение города

КЗС начал выполнять свои защитные функции 12 августа 2011 года, а 26 декабря того же года со стороны Балтики пришла самая большая нагонная волна в истории современного Петербурга. По оценкам специалистов, если бы к тому времени защитные сооружения не были построены, случилась бы катастрофа, сопоставимая с наводнением 1955 года — четвертым по уровню подъема воды наводнением в истории Санкт-Петербурга.

Уровень воды в городе мог достичь 294 см выше ординара, под водой оказалась бы вся Петроградская сторона и все объекты метрополитена, а убытки для города могли бы исчисляться десятками миллиардов рублей. По оценкам экспертов, ущерб только для Государственного Эрмитажа мог составить более 200 млрд рублей. Но новая высокотехнологичная дамба, созданная в том числе руками специалистов АСЭ, выполнила свою задачу и защитила город.



Белорусская АЭС: восемь фактов о первой в стране атомной станции

1 Долгая дорога к атому

Первую АЭС в Белоруссии планировали построить еще в конце 1960-х — начале 1970-х. Рассматривались площадки в Витебской и Могилевской областях. В 1971 году Центральный комитет КПСС и Совет Министров СССР объявили о выборе площадки в Витебской области на берегу озера Снуды. Однако спустя год место строительства было перенесено в Литву, где впоследствии возвели Игналинскую АЭС. Вопрос о строительстве атомной станции прорабатывался в Белоруссии и в 1990-х годах. Наконец, в декабре 2008 года в качестве места строительства была определена островецкая площадка, а 15 марта 2011 года было объявлено о подписании соглашения между Россией и Белоруссией о строительстве АЭС.

2 Безопасная площадка

Наиболее безопасное место для строительства АЭС специалисты выбирали из 74 возможных пунктов размещения. Проанализировав природно-географические, гидрологические, сейсмические, экологические и другие факторы, они в итоге остановились на трех площадках, которые соответствовали всем международным требованиям и рекомендациям МАГАТЭ. С учетом энергонедостаточности западного региона, более близкого расположения водного источника и лучшего геологического строения подстилающих грунтов выбор был сделан в пользу Острова в Гродненской области. Общая

территория участка составляет 450 га, здесь располагаются десятки строений и сотни систем, обеспечивающих функционирование и безопасность атомной станции.

3 На финишной прямой

Энергопуск блока № 1 БелАЭС с включением в объединенную энергосистему страны состоялся в ноябре 2020 года. 10 июня 2021 года первый энергоблок был принят в промышленную эксплуатацию. А в апреле 2023 года на втором блоке начались работы по энергопуску. В течение всего периода эксплуатации атомного объекта (до 60 лет) российские специалисты готовы оказывать техническое содействие заказчику в любых удобных для него форматах: в форме технического консалтинга, оказания сервисных услуг по всем текущим и возможным вопросам, связанным с эксплуатацией систем и оборудования, обслуживанием оборудования.

4 Больше устойчивой энергии

«Белорусская атомная электростанция — это новый шаг в будущее, к обеспечению энергетической безопасности государства», — заявил президент Республики Беларусь Александр Лукашенко. По его словам, с момента включения первый блок выработал уже более 12,5 млрд кВт·ч, что позволило заместить свыше 3 млрд м³ газа и сэкономить для страны более \$400 млн. «Результат неплохой для начала», — оценил белорусский лидер. С запуском в промышленную эксплуатацию обоих блоков выработка электроэнергии Белорусской АЭС составит порядка 17,1 млрд кВт·ч в год, генерация электроэнергии в стране вырастет на 45% (по данным на 2020 год). Кроме того, увеличение доли атомной электроэнергетики в общем энергетическом балансе страны обеспечит ежегодное замещение 4,5 млрд м³ природного газа.

5 Зеленый путь

Ввод атомной генерации в энергобаланс — это возможность существенно улучшить экологическую обстановку в стране за счет сокращения выбросов парниковых газов более чем на 7 млн тонн в год, что соответствует целям Парижского соглашения по климату и объявленным Белоруссией намерениям за счет собственных ресурсов сократить к 2030 году выбросы не менее чем на 35% по сравнению с 1990 годом. По данным на конец 2022 года, работа первого блока дает возможность предотвратить попадание в атмосферу 3,6 млн тонн парниковых газов в год. Кроме того, атомная энергетика даст дополнительные возможности для использования в стране электротранспорта, что также снизит количество

Прямая речь



Виталий Полянин

Вице-президент АО АСЭ, директор проекта по сооружению Белорусской АЭС:

— Разрешение на энергопуск подтверждает, что все нейтронно-физические характеристики реакторной установки второго энергоблока соответствуют проектным. Системы контроля и управления нейтронной мощностью реактора работают эффективно и надежно.



Белорусская АЭС

Расположение: п. Островец, Гродненская область, Республика Беларусь

Тип реактора: ВВЭР-1200

Количество энергоблоков: 2

Генеральный проектировщик: АО «Атомэнергопроект»

Генеральный подрядчик: АО «Атомстройэкспорт»

выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и окажет положительный эффект на окружающую среду.

6 В тесном сотрудничестве

Проект БелАЭС позволил объединить научные и инженерные школы, десятки предприятий и тысячи специалистов двух стран, содействовал укреплению производственного и научно-технологического потенциала Союзного государства. В сооружении АЭС приняли участие более 100 белорусских организаций-поставщиков. На пике возведения станции в 2018 году на площадке было задействовано более 7 тыс. строителей из обеих стран. После ввода в эксплуатацию двух энергоблоков общая численность персонала Белорусской АЭС превысит 2500 человек, около 1200 специалистов из этого числа подготовила Россия. Проект по сооружению этого крупного энергетического объекта способствует созданию новых рабочих мест и в смежных областях.

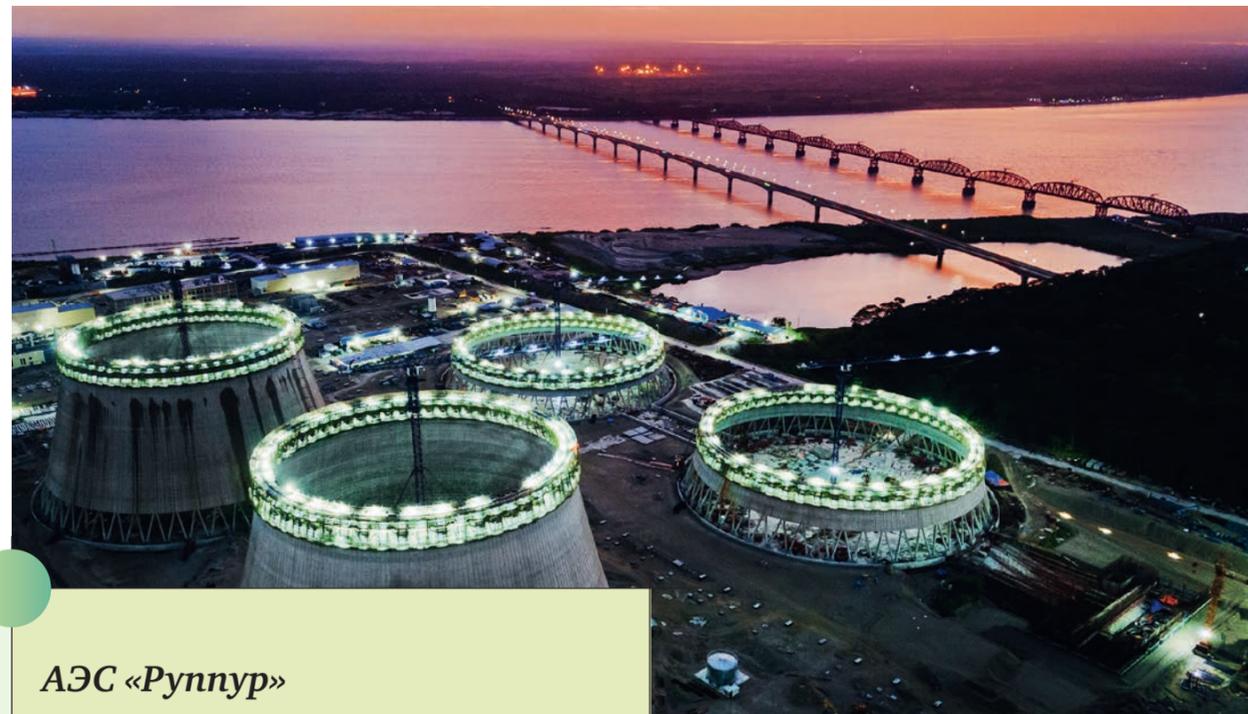
7 Из Белоруссии в Бангладеш

Коллективы, формирующиеся на атомных стройках, за многие годы совместной работы становятся сплоченными и иногда не распадаются даже после окончания работ — они переходят на другие объекты. Так, с окончанием строительных работ на первом и втором блоках Белорусской АЭС местные специалисты не захотели расставаться с Росатомом и поехали в Бангладеш на строительство первой в стране атомной станции — АЭС «Руппур».

8 Город, в котором хочется жить

Строительство энергоблоков Белорусской АЭС дало новый импульс экономическому и социальному развитию региона ее размещения. В 2022 году Островец отметил первый юбилей в статусе города атомщиков. «За 10 лет Островец из обыкновенного поселка городского типа превратился в процветающий, динамично развивающийся, уютный и комфортный город атомщиков», — отметил председатель Островецкого районного исполнительного комитета Игорь Шалудин. — Новые жилые кварталы, социальные и культурные объекты, стадионы и спорткомплексы, десятки километров дорог, развитие туристической индустрии стали основой для главного: Островец сегодня — это город, в котором хочется жить и в который хочется возвращаться».

АЭС «Руппур»: мечта воплощается в жизнь



АЭС «Руппур»

Расположение: близ п. Руппур, провинция Пабна, Народная Республика Бангладеш

Количество энергоблоков: 2

Тип реактора: ВВЭР-1200

Генеральный проектировщик: АО «Атомэнергопроект»

Генеральный подрядчик: АО «Атомстройэкспорт»

Необходимая энергия

Нынешний премьер-министр страны Шейх Хасина еще в 1996 году озвучила идею строительства АЭС в Бангладеш. Начались консультации с экспертами МАГАТЭ, однако власть в стране сменилась, и вопросы ядерной энергетики отошли на второй план. Когда нынешнее правительство повторно пришло к власти в 2009 году, доступ к электричеству имели лишь 45% населения. «Премьер-министр поставила задачу ускорить процесс электрификации страны, из-за чего нам пришлось провести переоценку наших источников энергии», — вспоминал советник премьер-министра Бангладеш по энергетике Тауфик-э-Элахи Чоудхури.

В Бангладеш большинство рек мелководные, поэтому число ГЭС здесь минимально. Разведанные запасы

природного газа ограничены. Есть запасы угля, но доступ к ним затруднен, и основная часть угля импортируется. Однако электрификация в Бангладеш шла ускоренными темпами, и стало ясно, что нужны дополнительные источники энергии. Так ядерная энергетика оказалась на повестке дня.

«Для нас это был не только вопрос диверсификации источников энергии, но и попытка претворить в жизнь то, о чем так давно мечтал наш отец-основатель шейх Муджибур Рахман (первый президент и премьер-министр Бангладеш. — Прим. ред.). Поэтому проект АЭС «Руппур» — это мечта нашей страны», — говорит Тауфик-э-Элахи Чоудхури.

У наших стран давние дружеские отношения. СССР поддержал Бангладеш в войне за независимость в 1971 году и одним из первых признал Бангладеш как суверенное государство в 1972 году. 25 января 2022 года Бангладеш и Россия отметили важную дату: в этот день 50 лет назад (менее чем через год после провозглашения независимости Бангладеш) страны установили дипломатические отношения.

Межправительственное соглашение между Россией и Бангладеш о сотрудничестве в строительстве АЭС «Руппур» было подписано в ноябре 2011 года. В 2015 году стороны подписали генеральный контракт на сооружение станции. В 2017 году

Прямая речь



Алексей Дерий

Вице-президент АО АСЭ — директор проекта по сооружению АЭС «Руппур»:

— Скорость выполнения работ, достигнутая специалистами инженерингового дивизиона при соблюдении всех требований, предъявляемых к качеству работ, показывает высочайший потенциал строителей АЭС «Руппур». Такой уровень профессионализма наших сотрудников позволяет с уверенностью говорить о том, что строительство первой АЭС в Бангладеш будет завершено в намеченные сроки, несмотря на трудности, связанные с пандемией и непростой международной обстановкой.

Бангладешский орган регулирования атомной энергии (BAERA) выдал Комиссии по атомной энергии Бангладеш (BAEC) лицензию на сооружение АЭС «Руппур». 30 ноября 2017 года состоялась торжественная церемония заливки первого бетона в основание энергоблока № 1, а в июле 2018 года первый бетон залили и для второго блока станции.

Учесь все факторы

Бангладеш имеет тропический муссонный климат: здесь очень жарко, высокая влажность, а муссонные дожди идут несколько месяцев.

АЭС «Руппур» строится на берегу реки Падмы. Во время работы атомной станции река будет использоваться как источник воды для системы охлаждения АЭС, а сейчас по Падме доставляется основная часть грузов для «Руппура».

Российские проектировщики заранее (в 2014–2016 годы) провели комплекс исследований. Выяснилось, что дно и берега реки во время муссонных дождей размывает как раз там, где планировали устроить водозабор. Чтобы защитить площадку, построили дамбу из железобетонных тетраэдров и камней протяженностью 3,5 км и высотой 8 м.

Порт был спроектирован и построен с таким расчетом, что даже при самой низкой воде в марте и апреле

глубина у причальной стенки составит не менее 3,5 м, чтобы принимать суда с грузами круглый год.

Также специалисты АО «Атомэнергопроект» спланировали территорию грузового терминала, разработали гидротехнические решения для укрепления берегов, устройство двух причалов — для навалочных и генеральных грузов, внутривоздушную инфраструктуру.

У грузов, которые отгружают российские атомные предприятия для «Руппура», сложная логистика: их доставляют в порты Санкт-Петербурга и Новороссийска. Оттуда — в Бангладеш в морской порт Монгла. Там стройматериалы и оборудование перегружают на речные суда, которые идут вверх по Падме до стройплощадки.

Раньше срока

Строительство АЭС «Руппур» — прекрасный пример сочетания высочайшего качества работ и их эффективности. Благодаря реализации нескольких ПСР-проектов строителям удастся раньше срока завершить важные технологические операции. Например, в марте 2023 года строители станции смогли на 45 дней раньше запланированного срока завершить операцию по бетонированию наружной защитной оболочки (НЗО). Весь процесс занял 110 дней вместо 155. Благодаря этому также раньше срока был осуществлен монтаж в проектное положение внешней и внутренней частей металлоконструкций дефлектора системы пассивного отвода тепла (СПОТ).

А в прошлом году, благодаря реализации нескольких ПСР-проектов, на восемь месяцев раньше срока завершились основные бетонные работы при сооружении вспомогательного реакторного здания АЭС «Руппур», в котором сосредоточены устройства контроля и управления технологическими процессами первого энергоблока.

Навстречу пуску

По словам директора проекта АЭС «Руппур» Мухаммада Шавката Акбара, практически все ключевые работы по энергоблоку № 1 успешно завершены или находятся на финальной стадии, степень его готовности близка к 90%. До конца 2023 года намечен завоз на площадку свежего ядерного топлива — его доставят авиатранспортом.

Второй блок «Руппур» готов на 50%. В октябре 2022 года здесь произошло ключевое событие: был смонтирован корпус реактора ВВЭР-1200 весом 333,6 тонн. На торжественной церемонии присутствовали премьер-министр Бангладеш Шейх Хасина Вазед и глава Росатома Алексей Лихачев. «АЭС «Руппур» поможет обеспечить лучшую жизнь для наших соотечественников. Я еще раз благодарю Россию за помощь в сооружении станции. Мы уделили большое внимание безопасности и надежности строительства», — сказала на церемонии Шейх Хасина.



Выступая на пленарном заседании «Атомэкспо-2022», министр науки и технологий Бангладеш Яфеш Осман подчеркнул: «Бангладеш — небольшая страна, но с большим населением. Мы должны думать о поиске источников энергии, которые являются

надежными, эффективными и зелеными. Атомная энергия — именно такой источник. Да, инвестиции в атом высокие, но они окупаются в долгосрочной перспективе. Напомню, что жизненный цикл АЭС гораздо длиннее, чем других источников генерации. Строительство первой в Бангладеш атомной станции — это возможность развивать социально-экономический, технологический и научный потенциал нашей страны, так как ядерные технологии находятся на острие науки. Мы получаем возможность вступить в глобальный элитный клуб стран, обладающих атомной энергетикой».

Внимание к людям

В 2021 году на площадке сооружения АЭС «Руппур» открылся учебно-тренировочный центр. Он предназначен для подготовки эксплуатационного персонала различных категорий и по своей технической оснащенности не имеет аналогов. Российские эксперты разработали все учебно-методические программы, которые в дальнейшем позволят бангладешской стороне самостоятельно готовить персонал. Всего планируется обучить более 50 групп бенгальцев.

Росатом участвует в общественной жизни региона, а также работает над повышением осведомленности о безопасности ядерных технологий и их использовании в различных сферах жизни. В столице страны Дакке действует Информационный центр по атомной энергии: там регулярно проводятся лекции экспертов, викторины, научные игры и другие мероприятия.

В прошлом году Росатом при поддержке ВАЕС и НИЯУ МИФИ уже во второй раз провел олимпиаду по математике, физике и химии «Точная энергия — 2022», в ней приняли участие более 1000 бангладешских студентов, в финальный тур прошли более 300 участников.

Цифры

>30 000
сотрудников

работали на площадке АЭС «Руппур» на пике сооружения в 2021 году

~6000
сотрудников

приехали работать на площадку АЭС «Руппур» из-за рубежа, остальные — местные жители (более 80% местных работников на пике сооружения в 2021 году)

~60

местных компаний привлечено для участия в проекте сооружения АЭС «Руппур»

Курская АЭС-2: первая атомная станция с ВВЭР-ТОИ в цифрах и фактах

1 Первый энергоблок, созданный в цифре

На Курской АЭС-2 реализуется новейший российский проект ВВЭР-ТОИ. Он обладает улучшенными характеристиками безопасности. Проект был разработан за три года. Впервые еще до строительства блок был полностью воссоздан на компьютере в виде информационной модели объекта. По сравнению с предшественником — ВВЭР-1200 — в проекте ТОИ увеличена мощность (с 1200 до 1255 МВт), а также оптимизирован ряд параметров, в частности изменены схемы расположения парогенераторов в реакторной установке, компоновка зданий и сооружений АЭС, уменьшена площадь застройки. По сравнению с ВВЭР-1000 срок службы основного оборудования увеличен в два раза.

2 Фундамент для будущего

В фундаментную плиту первого энергоблока 21 декабря 2017 года, в день начала армирования, была заложена памятная соединительная муфта, на которой выгравирована надпись: «Будущее закладывается сегодня. Первая муфта инновационного энергоблока ВВЭР-ТОИ». Фундаментная плита положена на песчано-гравийную подушку, толщина которой равна высоте пятиэтажного дома. На ее

создание ушло более 630 тыс. м³ песка и песчано-гравийной смеси. В фундаментную плиту смонтированы 105 армоблоков общим весом более 1600 тонн.

3 Сделано в России

Специально для Курской АЭС-2 впервые в России был создан уникальный башенный кран. Механизм предназначен для строительства стратегически важных объектов — электростанций, космодромов, крупных промышленных и инфраструктурных

Курская АЭС-2

Расположение: с. Макаровка, Курчатовский р-н, Курская область

Количество сооружаемых энергоблоков: 2

Тип реактора: ВВЭР-ТОИ

Генеральный проектировщик: АО «Атомэнергопроект»

Генеральный подрядчик: АО «Атомстройэкспорт»



объектов — и называется GIRAFFE TDK-40.1100. Кран способен поднимать грузы весом до 40 тонн. Всего таких кранов при строительстве станции будет использовано пять. Их задача — помочь в монтаже внутренних и контурных систем реакторного отделения. Общий вес систем — свыше 7 тыс. тонн.

4 Самая высокая в России градирня

Для первого энергоблока Курской АЭС-2 построена самая высокая в нашей стране башенная испарительная градирня. Ее строили 2 года и 10 месяцев. Высота градирни — 179 м. На одну только вытяжную башню израсходовали 14 тыс. м³ бетона. Диаметр фундамента — 151,8 м. Градирня предназначена для охлаждения пара, отработавшего в турбине. Благодаря своей форме градирня способствует эффективной тяге воздуха, за счет чего пар охлаждается быстро и без необходимости использовать энергоемкое оборудование. Чем выше градирня, тем быстрее горячий воздух поднимается вверх и охлаждается. Для второго блока строится такая же высокая испарительная градирня.

5 Новые рекорды в сварке ГЦТ

Сварка главного циркуляционного трубопровода на первом энергоблоке с ВВЭР-ТОИ прошла еще быстрее, чем на Белорусской АЭС. Диаметр ГЦТ — 850 мм, толщина стенок — 70 мм, длина — более 140 м. Потребовалось сварить вручную 32 стыка и смонтировать свыше 250 тонн трубопроводов и металлоконструкций. Планировалось, что эта работа может быть выполнена за 80 дней. Однако специалистам-сварщикам на Курской АЭС-2 потребовалось всего лишь 55 дней. Это абсолютный рекорд для данной операции. В сварке ГЦТ принимали участие высококвалифицированные специалисты 5-го и 6-го разрядов, уже имеющие успешный опыт выполнения таких работ на других АЭС.

Подробности

ВВЭР-ТОИ — это типовой проект двухблочной, оптимизированной по технико-экономическим показателям АЭС поколения III+ с реакторными установками технологии ВВЭР, разработанный в современной информационно-технологической среде проектирования. Его главное отличие от ВВЭР-1200 — типизация за счет использования информационных технологий: вне зависимости от того, где будет строиться АЭС, разработчики и изготовители оборудования смогут пользоваться единой информационной базой с существующими отработанными решениями и адаптировать их к конкретному проекту. Среди характеристик ВВЭР-ТОИ — повышенная мощность и устойчивость к экстремальным внешним воздействиям и природным катаклизмам.

Прямая речь



Олег Шперле

Вице-президент АО АСЭ — директор проекта по сооружению Курской АЭС:

— В проекте ВВЭР-ТОИ учтен опыт эксплуатации градирен других атомных станций, благодаря чему мощность теплоотвода градирни Курской АЭС-2 увеличена примерно на 22%. Чтобы повысить мощность, увеличили высоту. Конструкция в 179 м обеспечит стабильную работу энергоблока, без снижения энерговыработки даже в самый жаркий летний период. Испарительная градирня станции замещения способна охлаждать до 160 тыс. м³ воды в час.

6 Образцовая стройплощадка Росатома

Строительной площадке Курской АЭС-2 присвоен третий — наивысший — уровень строительного ПСР-образца по итогам развивающей партнерской проверки качества. Сегодня на разных предприятиях дивизионов госкорпорации «Росатом» есть пять строительных образцов, площадка сооружения Курской АЭС-2 является первым и пока единственным обладателем ПСР-образца наивысшего уровня. Строительный ПСР-образец — это площадка с максимально эффективной организацией строительного процесса. При оценке эффективности принимаются во внимание как количественные, так и качественные показатели. Кроме того, площадка должна служить местом для обучения персонала и тиражирования лучших отечественных и зарубежных рационализаторских практик атомной отрасли.

«Сложность получения статуса состоит в том, что для подтверждения соответствия всем критериям инструменты ПСР должны быть не просто продемонстрированы, они должны быть встроены в работу и приносить результаты на протяжении длительного периода времени (несколько месяцев). При этом вовлеченность персонала должна быть на всех уровнях: от рабочих до директоров и от подрядчиков до заказчика», — отметил Олег Шперле, вице-президент АО АСЭ — директор проекта по сооружению Курской АЭС-2.

АЭС «Эль-Дабба»: первая атомная станция Росатома в Африке



АЭС «Эль-Дабба»

Расположение: провинция Матрух, Арабская Республика Египет

Количество энергоблоков: 4

Тип реактора: ВВЭР-1200

Генеральный проектировщик: АО «Атомэнергопроект»

Генеральный подрядчик: АО «Атомстройэкспорт»

Долгий путь к собственной АЭС

«Эль-Дабба» — первая атомная станция Египта, но не первый атомный проект в стране: история ядерной энергетики и сотрудничества между Россией и Египтом насчитывает более 60 лет. Еще в 1955 году в стране был учрежден комитет по атомной энергии. Египет стоял у истоков создания Международного агентства по атомной энергии в 1957 году. В 1958-м в Аншасе заработал первый египетский исследовательский ядерный реактор ETRR-1, изготовленный советскими атомщиками. В 1981 году Эль-Дабба была одобрена президентом страны в качестве площадки размещения атомной станции, однако из-за аварии на Чернобыльской АЭС развитие проекта было приостановлено.

К идее строительства собственной АЭС страна вернулась спустя несколько десятилетий: в 2008 году Россия и Египет подписали межправсоглашение о сотрудничестве в области мирного использования атомной энергии, а в ноябре 2015 года странами было подписано соглашение о строительстве первой египетской АЭС в провинции Матрух, на берегу Средиземного моря.

Несколько лет заняли подготовительные работы. 20 июля 2022 года состоялась торжественная церемония заливки первого бетона в основание первого энергоблока станции. В начале сентября на заводе «Ижора» в России стартовало производство атомного реактора для первого энергоблока «Эль-Дабба». 19 ноября, в День атомной энергетики в Египте, был залит первый бетон на втором блоке станции. В конце марта 2023 года Управление по ядерному и радиологическому регулированию Египта (ENRRA) выдало лицензию

Прямая речь



Алексей Лихачев

Генеральный директор госкорпорации «Росатом»:

— Это самый крупный проект российско-египетского сотрудничества со времен строительства Асуанской плотины. Собственная атомная энергетика была более чем полувековой мечтой для египетского народа, и для нас большая честь воплотить эту мечту в жизнь.

Прямая речь

на строительство еще одного блока, и уже 3 мая состоялась заливка первого бетона третьего блока АЭС.

Стабильная энергия для Египта

Проект реализуется на условиях EPC-контракта (Engineering, Procurement and Construction). Этот тип контрактов в строительной отрасли предполагает, что подрядчик должен выполнить весь цикл работ: от проектирования до строительства и пусконаладочных работ.

Когда заработают все четыре блока «Эль-Дабая», ее мощность составит 4800 МВт. Более 20 млн египтян (20% от всего населения страны) будет обеспечено электричеством, доля низкоуглеродных источников в стране вырастет до 25%, а ожидаемая экономия выбросов CO₂ составит 6% от текущего объема. «Уникальность атомной энергетики заключается именно в экономической стабильности и предсказуемости, позволяя обеспечить энергетический суверенитет, рост и развитие энергоемких промышленных производств, соблюдая при этом требования устойчивого развития, декарбонизации, климатической повестки», — отмечает, комментируя проект «Эль-Дабая», старший вице-президент АО АСЭ по управлению проектами сооружения АЭС Александр Корчагин.

Больше, чем просто стройка

Согласно контрактным обязательствам, российская сторона не только построит станцию, но и осуществит поставку российского ядерного топлива на весь жизненный цикл АЭС, а также обеспечит поддержку в эксплуатации и сервисе станции на протяжении первых 10 лет ее работы. В рамках еще одного соглашения Росатом построит специальное хранилище и поставит контейнеры для хранения отработавшего ядерного топлива. Разрешение на строительство хранилища уже получено.

Доступно об атоме

Росатом способствует популяризации знаний об атомной энергетике среди жителей региона. На арабский язык переведены три книги об атомных технологиях и энергетике. В прошлом году госкорпорация вместе с Управлением по атомным электростанциям Египта выпустила книгу «Есть вопросы? У нас есть ответы! Все, что вы хотели знать об атомной энергии», в которой содержатся ответы на 62 самых распространенных вопроса про ядерные технологии. Книга была представлена на старейшей арабской международной книжной ярмарке в Каире, где Росатом традиционно принимает активное участие. Книга также была передана в дар школам Каира и публичным библиотекам в Каире, Александрии и Марса-Матрухе.

**Александр Корчагин**

Старший вице-президент АО АСЭ по управлению проектами сооружения АЭС:

— Начало строительства третьего энергоблока АЭС «Эль-Дабая» говорит о том, что проект набирает темп. Для АСЭ строительство энергоблоков по проекту ВВЭР-1200 — выстроенный и хорошо отработанный процесс.

Госкорпорация также окажет египетским партнерам поддержку в обучении персонала. Эту часть контракта Росатом выполняет с сентября 2021 года. Несколько сотен специалистов уже проходят обучение в Санкт-Петербургском филиале Технической академии Росатома. Всего же до декабря 2028 года обучение пройдут около 1,7 тыс. человек. Стажироваться они будут на новых блоках Ленинградской АЭС, где действует учебно-тренировочный стенд. На площадке строительства АЭС ведется обучение локального строительного персонала. За период 2022 — I кв. 2023 года прошли оценку квалификации и профессиональное обучение свыше 2 тыс. человек.

Новые возможности

В строительстве «Эль-Дабая» участвуют крупные строительные египетские компании. «В условиях перехода к основному этапу сооружения АЭС на четырех энергоблоках одновременно мы планируем увеличение числа местных подрядчиков», — говорит старший вице-президент АО АСЭ по управлению проектами сооружения АЭС Александр Корчагин. Ожидается, что на пике строительства четырех блоков станции на площадке будут заняты порядка 14 тыс. египетских рабочих.

Все основное оборудование для «Эль-Дабая» изготавливается на российских предприятиях и доставляется в Египет по морю. Прибывать суда будут на причал, специально построенный рядом с площадкой сооружения АЭС. Такое решение позволит существенно сэкономить время и средства на доставку грузов непосредственно на площадку сооружения АЭС. Причал также будет использоваться для подвоза запчастей и материалов, необходимых для работ по техническому обслуживанию в течение всего срока эксплуатации станции.

АЭС «Пакш»: партнерство длиной в десятилетия**Курс на атомную энергетику**

Венгерско-российскому сотрудничеству в области атомной энергетики более 60 лет. В 1966 году было подписано соглашение о строительстве первой (и пока единственной) АЭС в Венгрии — в Пакше, в 100 км от Будапешта. Четыре энергоблока с реакторами ВВЭР-440 ввели в строй в 1982–1987 годах, они производят около половины вырабатываемой электроэнергии в стране. «Пакш» — единственная в мире АЭС с реакторами ВВЭР-440, которые эксплуатируются в увеличенном, 15-месячном топливном цикле. Все блоки станции работают на российском топливе. В 2014 году было подписано межправительственное соглашение и контракт на строительство еще двух блоков — с реакторами ВВЭР-1200.

Венгрия заинтересована в строительстве новых энергоблоков АЭС. В стране объявлен курс

АЭС «Паки»

Расположение: близ г. Пакш, регион Тольна, Венгрия

Количество энергоблоков: 6 (4 — в эксплуатации, 2 — сооружаются)

Тип реактора: ВВЭР-440 (в эксплуатации), ВВЭР-1200 (сооружаются)

Генеральный проектировщик: АО «Атомэнергопроект»

Генеральный подрядчик: АО «Атомстройэкспорт»



на реиндустриализацию: появляются энергоемкие предприятия, например в автомобильной промышленности, а также гигазаводы по производству аккумуляторных батарей. Все это требует увеличения количества электроэнергии, полученной из устойчивых источников. Согласно энергетической стратегии Венгрии, страна продолжит развитие атомной отрасли. Строительство АЭС «Пакш-2» позволит сократить долю импортируемой электроэнергии и держаться курса по достижению углеродной нейтральности. Порядка 4,2 млн тонн составит экономия выбросов CO₂-эквивалента ежегодно от построенной АЭС (9%).

Европейское признание

26 августа 2022 года по итогам рассмотрения проектной документации Венгерское атомное ведомство (ОАН) выдало лицензию на реализацию энергоблоков ВВЭР-1200 поколения III+ на площадке АЭС «Пакш-2». Лицензия на строительство энергоблоков такого типа впервые выдана на территории Европейского союза.

«Получение строительной лицензии для новых блоков венгерской АЭС свидетельствует о высоком доверии к российской технологии ВВЭР-1200, которая



Александр Мертен

Вице-президент АО АСЭ, директор проекта по сооружению АЭС:

— Выдача государственным регулятором Венгрии ряда основных лицензий по проекту сооружения АЭС — важный шаг к переходу нашего проекта в стадию непосредственного строительства двух самых современных и безопасных блоков поколения III+ АЭС «Пакш-2», которые обеспечат Венгрию стабильной и недорогой электроэнергией до конца текущего столетия.

успешно прошла испытание временем и доказала свою безопасность и надежность. Мы уверены, что АЭС «Пакш-2» станет гарантом энергетического суверенитета Венгрии и приблизит страны Европы к достижению климатических целей», — отметил генеральный директор госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев.

Трудности перевода

Процесс лицензирования по венгерскому проекту — большая и сложная работа. Например, лицензионный пакет, который был подан в 2020 году в регулирующий орган Венгрии по атомной энергетике, включал около 300 000 страниц. Если разложить эти страницы на плоскости, то они бы заняли площадь, превышающую два футбольных поля. Пакет включал предварительный анализ оценки безопасности энергоблоков, документы, описывающие российскую технологию ВВЭР-1200, лицензии — по экологии, электрике, размещению блоков, сетям. Над переводом лицензионной документации в течение года работали около 50 человек. Сложно было найти переводчиков на венгерский язык — это редкие кадры, особенно если учесть, что в этом случае требуется технический венгерский, а переводчик должен разбираться в специфике документов.

На твердой почве

Определение несущей способности грунтов — одно из обязательных исследований перед началом проектирования атомной станции. Изыскатели выяснили, что грунты в береговой зоне Дуная, где будет располагаться «Пакш-2», надо укреплять. Это одна из важнейших задач, которые стоят перед инженерами и строителями. Нужно построить так называемую противодиффузионную завесу, своего рода подземную стену, которая не позволит грунтовым водам проникать в рабочую зону и одновременно обеспечит стабильность грунта под действующими энергоблоками АЭС «Пакш-1», которые находятся рядом со строящимися блоками.

Специалисты АСЭ предложили технологию deep soil mixing — глубинного смешивания. С ее помощью укрепляется пространство между устойчивыми коренными породами и основанием фундамента. Мощные бурсмесительные установки подают на глубину 23 м цемент — до 300 кг на 1 м³ грунта. Формируются твердые колонны. Они пересекаются, в итоге создается грунтоцементный массив, на который опирается фундамент. Такая технология была использована на стройплощадке АЭС «Руппур» в Бангладеш, где она себя хорошо зарекомендовала.

Для того чтобы начать закладку фундамента, то есть залить первый бетон, необходимо выкопать грунт на глубину 30 м и подготовить всю сопутствующую инфраструктуру. Параллельно с этим в текущем году продолжится строительство вспомогательных сооружений на площадке АЭС: офисов, складских помещений, цехов, бетонного завода и прочего.

Программы охраны окружающей среды и биоразнообразия при строительстве АЭС «Паки-2»

Охрана водоемов от загрязнений

- Максимальное число земляных работ будет выполняться на суше
- Отведена территория под площадку намыва грунта для отстаивания воды

Сохранение температурного режима

- Предусмотрено применение вентиляторных градирен
- Позиционированы места забора и сброса воды для сохранения температуры водоема

Мониторинг состояния окружающей среды

- В проектную документацию заложена программа по охране окружающей среды при строительстве и эксплуатации станции с учетом требований законодательства Венгрии

Цифры

~\$3,6 млрд

составит добавленная стоимость к ВВП Венгрии за период сооружения АЭС «Пакш-2» — 2% от ВВП страны (ВВП по данным Всемирного банка за 2021 год)

~\$1,5 млрд

составят дополнительные налоговые поступления в бюджет Венгрии за период сооружения АЭС «Пакш-2» (исходя из среднего уровня налоговой нагрузки страны, по данным IHS Markit в 2021 году)

>140

местных компаний привлечено для участия в проекте сооружения АЭС «Пакш-2»



Текст: пресс-служба ООО «НПО «ГКМП»
 Фото: пресс-служба ООО «НПО «ГКМП», Международная организация ИТЭР

На пути к термоядерной энергии

Стенды для испытаний диагностического оборудования ИТЭР разрабатывают и производят в России

Соловьева Олеся Викторовна

Директор проектного офиса ИТЭР ООО «НПО «ГКМП». Стаж работы в тяжелом машиностроении: 24 года в области управления проектами, продаж и развития новых технологий



Создание технологий, использующих управляемый термоядерный синтез, откроет человечеству возможность получить практически неисчерпаемый источник чистой энергии. Крупнейший экспериментальный термоядерный реактор ИТЭР (ITER, International Thermonuclear Experimental Reactor) строится на юге Франции. Цель проекта — демонстрация возможности использования термоядерной реакции в промышленных масштабах и отработка технических решений, позволяющих в будущем создать энергетический термоядерный реактор. В создании ИТЭР принимают участие Евросоюз, Россия, США, Индия, Китай, Япония и Южная Корея. Наша страна, обладающая уникальным опытом в сфере ядерных и термоядерных технологий, является одним из ключевых участников создания ИТЭР. Олеся Соловьева, директор проектного офиса ИТЭР ООО «НПО «Группа компаний машиностроения и приборостроения» (ООО «НПО «ГКМП»), рассказывает о том, какой вклад предприятие вносит в реализацию международного проекта.

— Олеся Викторовна, расскажите, в чем заключается роль ООО «НПО «ГКМП» в проекте ИТЭР?

— Одни из самых сложных диагностических элементов системы ИТЭР — это порт-плаги, крупные конструкции из нержавеющей стали, работающие через порты термоядерного реактора. Вес одного порт-плага может достигать 48 тонн. В порт-плагах размещаются средства диагностики, элементы систем ионного и электронно-циклотронного нагрева, а также модули испытательного бланкета. Чтобы гарантировать, что каждый порт-плаг работает должным образом, перед их установкой в реактор запланировано проведение ряда испытаний на наших стендах.

Сами порт-плаги разрабатывают и изготавливают другие предприятия как в РФ, так и в других странах, а ГКМП отвечает за одну из самых наукоемких и крупнотоннажных систем ИТЭР в составе обязательств Российской Федерации: это стенды для испытаний порт-плагов (Port Plug Test Facility, PPTF). Всего по соглашению между Международной организацией ИТЭР и Российским домашним агентством ИТЭР должно быть поставлено четыре стенда: два будут работать в неядерных условиях в здании 55 и испытывать порт-плаги перед их работой в токамаке ИТЭР, еще два будут изготовлены в ядерном исполнении для работы в так называемой горячей ячейке, где порт-плаги будут проходить испытания уже после отработки непосредственно в реакторе при взаимодействии с тритием и дейтерием.

— Почему именно ГКМП была выбрана в качестве площадки для изготовления компонентов вакуумных стендов испытаний верхних и экваториальных порт-плагов?

— ООО «НПО «ГКМП» было выбрано благодаря соответствию двум основным критериям. Во-первых, это колоссальный опыт в разработке и изготовлении вакуумных камер, в том числе работающих в условиях сверхвакуума (10^{-5} Па и выше). До того как ГКМП присоединилась к проекту ИТЭР в 2020 году, у предприятия уже имелось более 20 реализованных крупнотоннажных проектов только по вакуумным камерам и печам. Во-вторых, это наличие станков и оборудования на производственной площадке в Брянске, которые обеспечивают высокую точность мехобработки на больших изделиях и соответствуют размерам, требуемым для

Справка

ООО «НПО «Группа компаний машиностроения и приборостроения» (ООО «НПО «ГКМП») является отечественным разработчиком и производителем специализированного промышленного оборудования, высокотемпературных газонаполненных и вакуумных электропечей различных конструкций и назначений, технологических линий для термообработки, закалки, отжига, отпуска сложных и крупногабаритных изделий, установок вакуумного напыления, термической диффузии, термокомпрессионных установок, установок для роста монокристаллов, испытательных стендов, термобарокамер, вакуумных камер, вакуумных затворов и другого высокотехнологического оборудования. Постоянное тесное сотрудничество с рядом предприятий электронной, атомной и авиакосмической промышленности страны позволяет компании стабильно расти и развиваться, осваивать новые виды продукции и оборудования.

вакуумной камеры ИТЭР. ГКМП, соответствуя этим основным условиям, вышла в лидеры на конкурсе.

Например, размер нашей вакуумной камеры составляет 6 м в длину и 3,5 м в диаметре. Требования по плоскостности ответного фланца камеры очень высокие (0,3 мм на всю плоскость фланца) — для того чтобы порт-плаг можно было беспрепятственно поместить в камеру и обеспечить герметичное соединение для проведения климатических и функциональных испытаний. Всего наши стенды должны испытать 46 диагностических порт-плагов, которые будут работать с плазмой токамака ИТЭР.

— Что дает предприятию участие в проекте ИТЭР? Меняется ли производство, осваиваются ли новые технологии?

— У нас немало примеров внедрения новых технологий. Например, в 2020 году встал вопрос, как проводить стопроцентный неразрушающий объемный контроль сварных швов на аустенитной стали толщиной более 300 мм. Рентгеновская установка для этого должна быть очень мощной, но это будет также означать, что условия работы для персонала лаборатории неразрушающего контроля будут совершенно неадекватными. Мы приняли решение внедрить уникальную для России технологию ультразвукового контроля методом фазированных решеток (Phased Array Ultrasonic Test). Сейчас технология отработана, изготовлено оборудование и оснастка. Эта методика нередко используется на крупных машиностроительных предприятиях

во всем мире, а главное, она абсолютно безопасна для персонала, в отличие от рентгеновского излучения.

Второй пример — контроль точности изготовления. В 2021 году мы приобрели высокоточный лазерный трекер типа Leica, который на разных стадиях производства помогает контролировать размеры, позиционирование, отклонения и другие параметры. Работа по проекту ИТЭР научила нас составлять метрологические чертежи и, главное, обрабатывать требования по метрологии. Также на нашем производстве строго соблюдаются правила по работе с вакуумом (ITER Vacuum Handbook) под контролем регулярных инспекций как со стороны Российского домашнего агентства ИТЭР, так и со стороны Международной организации ИТЭР.

Так как стенды будут эксплуатироваться во Франции, изготавливаемое нами оборудование подпадает под различные европейские директивы, касающиеся сосудов, работающих под давлением, низковольтного и другого оборудования. Для получения маркировки CE, удостоверяющей, что изделия соответствуют стандартам Евросоюза, предприятие должно пройти различные стадии аттестации персонала, в частности занимающегося сваркой и неразрушающим контролем, и аттестации производственных процедур (сварочные процессы, УЗК, гелиевые течеискания), а также быть готовым к плановым и внеплановым инспекциям уведомляющего органа во время изготовления и испытаний изделий. Такой подход очень дисциплинирует предприятие с точки зрения культуры производства и помогает выйти на новый уровень качества, отвечающего международным стандартам и официально подтвержденными соответствующими сертификатами и маркировкой.

Все это дает нам новый уникальный опыт. Особенно важно, что в освоении и применении новых технологий принимает участие весь коллектив предприятия, от сварщика до технического директора.

— Как вы оцениваете кадровый потенциал ГКМП? Где вы находите специалистов, хватает ли их?

На фото

Испытательный резервуар и система погрузки стенда испытаний порт-плагов



Команда предприятия ООО «НПО «ГКМП» и технический руководитель проекта PPTF Международной организации ИТЭР Тьерри Серизье (четвертый слева)



— Моя любимая фраза: «Мы находимся в вечном поиске талантов». Я думаю, многие руководители российской тяжелой промышленности согласны с этим, потому что кадры на рынке есть, а вот найти настоящего профессионала в своей области, человека, у которого горят глаза,— это сложно.

В нашем московском офисе команда, работающая над проектом ИТЭР, почти полностью укомплектована, но это и логично, так как в России наибольшее количество квалифицированных специалистов сосредоточено в столице. В Брянске же мы сейчас по максимуму привлекаем новые кадры в связи с ростом количества заказов и высокой загруженностью производства. Для этого мы проводим активную кадровую политику, формируем систему работы с кадрами, которая ориентируется на получение не только экономического, но и социального эффекта. Сюда входят такие меры, как компенсация оплаты жилья для высококвалифицированных специалистов, премии за выполнение особо важных и срочных работ, особая система поощрения работников предприятия. Для студентов есть прекрасная возможность начать работу в команде профессионалов, так как мы проводим обучение профессии с привлечением наставников и переобучение работников смежным востребованным специальностям.

На сегодняшний день уровень завершения строительства проекта ИТЭР к стадии пуска первой плазмы составляет 78%.

— Как отражаются санкции на участии российской стороны в проекте ИТЭР?

— Можно с удовлетворением отметить, что проект ИТЭР — один из немногих в России, на реализацию которого санкции повлияли совсем незначительно. Дело в том, что в перечне санкций имеются исключения, которым проект ИТЭР соответствует по двум пунктам: как работа по международным соглашениям и как проект, связанный с мирным атомом.

Международная организация ИТЭР, ее персонал, который состоит из представителей всех стран — участниц проекта, относится к текущей ситуации подчеркнуто нейтрально и оперативно выполняет свою работу в части оформления документации для подтверждения исключения из перечня. С такой поддержкой со стороны Международной организации ИТЭР наше предприятие продолжает закупки в Европе комплектующих, которые будут эксплуатироваться во Франции. Некоторые задержки, конечно, присутствуют, однако в целом наш проект движется по намеченной линии, не отставая от общего графика.

Что касается оборудования тех производителей, которые вообще отказались работать с РФ, мы быстро нашли аналоги. Для нас это — решение проблемы. Из-за возникновения более длинной цепочки закупок бюджетная часть возрастает, но наш опыт проведения закупок в 2022 году показывает, что рост составляет не более чем 7–20%.

Для некоторых банков РФ из-за санкционных ограничений приостановлена работа в системе SWIFT, однако быстрый переход на обслуживание в банках с действующей системой SWIFT позволил нам также оперативно решить и эту проблему.

— Как вы можете оценить импортозависимость ГКМП по оборудованию, технологиям, комплектующим?

— По проекту ИТЭР мы обязаны комплектоваться европейским оборудованием, это связано с маркировкой CE, без которой эксплуатация в Европе невозможна. Однако по остальным проектам в РФ мы вполне закрываем потребности в закупках на отечественном рынке. Другой вопрос — это конкурентоспособность: порой купить в РФ металл или, скажем, насос будет более долго и дорого, чем в Китае. Поэтому у нас имеется представительство в Ханчжоу для обеспечения закупок в КНР и оперативных отгрузок в РФ.

В течение последних нескольких лет мы освоили производство и внедрили линейку вакуумных затворов с максимальным диаметром 1250 мм. Это наш, пока небольшой, вклад в процесс импортозамещения. Но, я надеюсь, этот вклад не последний, так как у руководства нашего предприятия, насколько я знаю, немало интересных планов по развитию новых направлений, связанных с вакуумом и сопутствующими технологиями.

— В декабре прошлого года проходили первые пробные вакуумные испытания по проекту ИТЭР в ГКМП. Каковы их результаты?

— К этому дню мы шли очень долго. Мы — это не только компания, но и инженеры, которые стояли у истоков разработки конструкторской документации на стенды, вакуумная лаборатория, которая обеспечивала условия испытаний в чистом помещении, и даже заказчик — Российское домашнее агентство ИТЭР. Испытания в 2022 году были не только первым, но и одним из самых важных этапов проверки работоспособности камеры — это выход на вакуум. На эти испытания к нам приехал Тьерри Серизье, технический руководитель работ со стороны Международной организации ИТЭР. Он отметил высокий технологический уровень работы ГКМП за последние три года, что подтвердилось положительными результатами первых испытаний. Задача испытаний состояла в том, чтобы создать первый вакуум, проверить камеру на натекание и, следовательно, подтвердить отсутствие утечек по герметичным соединениям и по сварным швам. Успешные испытания вдохновили коллектив предприятия на активное продолжение работ.

— Каковы у ГКМП планы в рамках проекта ИТЭР на 2023 год?

— Следующий этап, запланированный на текущий год, — это в первую очередь заводские приемочные испытания камеры с нагревом и проведением термоциклики (температура нагрева — 240 °С) и повторение испытаний уже в присутствии инспектора нотифицирующего органа. При этом присутствие инспектора для нас уже не столь важно, главное — пройти всю технологию сборки, наладки и запустить

Задачи системы PPTF

4 стенда системы PPTF должны будут испытать следующие объекты:

- 12 верхних и 8 экваториальных диагностических порт-плагов;
- 2 экваториальные системы ионных циклотронов нагрева;
- 4 верхние и 1 экваториальную системы электронных циклотронов нагрева;
- 3 экваториальных модуля бланкета;
- 3 диагностические рамы;
- диверторы.

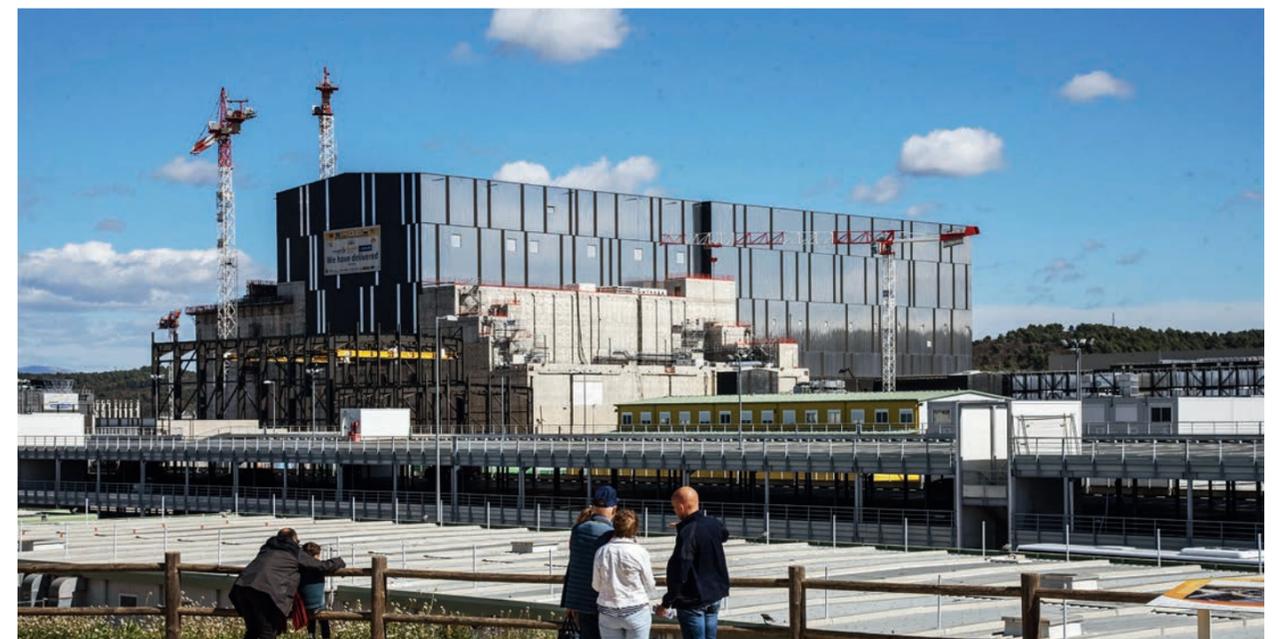
Состав испытаний:

- климатические испытания (позволят ограничить риск утечки воды или вакуума);
- функциональные испытания (продемонстрируют, что порт-плаги соответствуют заданным параметрам и функционалу).

функциональную работу стенда. Стенд уникален тем, что ранее такая система — сверхвакуум и нагрев с термоцикликой одновременно — еще никогда и нигде в мире не работала. Мы очень гордимся уже проделанной за предыдущие годы работой по НИОКР в рамках проекта ИТЭР и надеемся, что эта работа принесет плоды. Результаты мы, возможно, увидим уже через полгода.

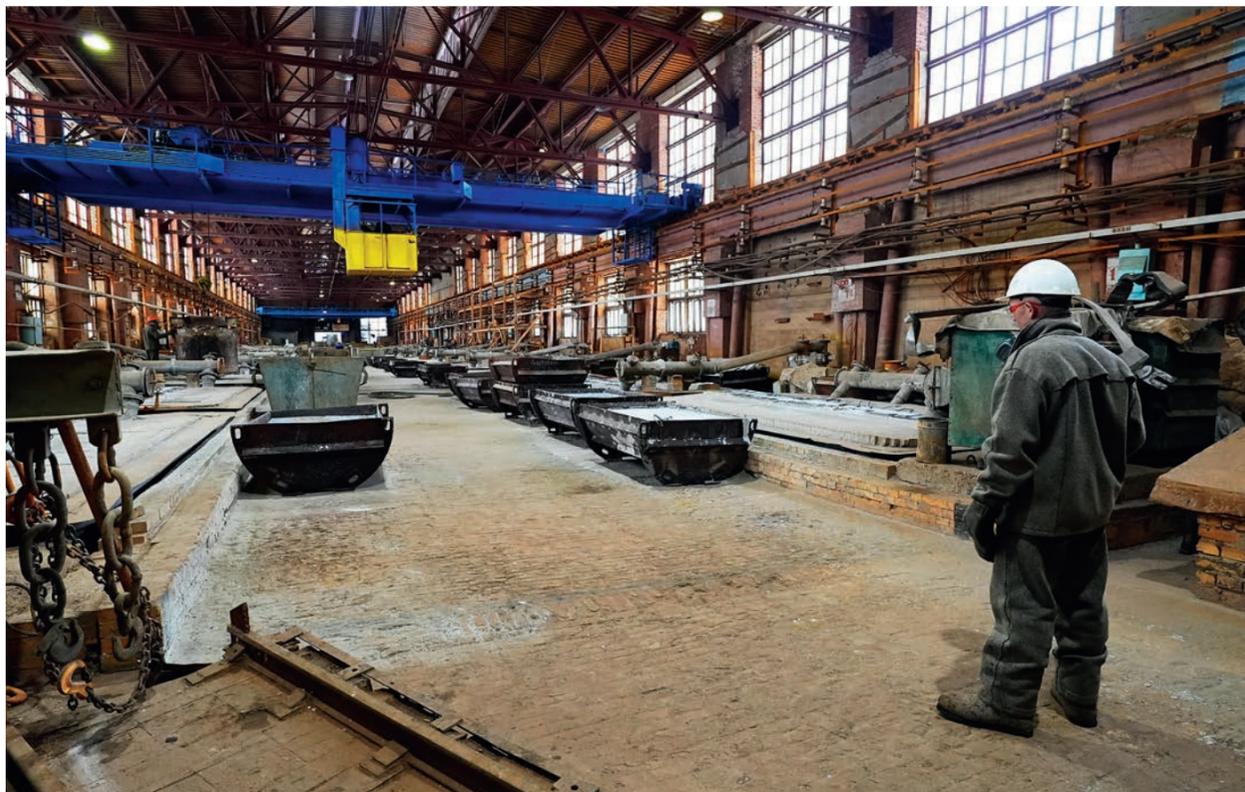
На фото

Строительная площадка ИТЭР, апрель 2023 года



Текст: Ирина Дорохова
Фото: редакция журнала «Редкие земли»

Участок электролиза цеха №1 СМЗ,
производство магния



Редкоземельная химия

Знакомство с работой Соликамского магниевого завода

В соответствии с указом президента РФ, Соликамский магниевый завод (СМЗ) будет передан Росатому. Недавно корреспондент «Вестника атомпрома» побывала на предприятии. Рассказываем, как работает единственный в России производитель редкоземельных металлов.

Указ, в соответствии с которым акции СМЗ будут переданы Росатому, вышел в конце января 2023 года. В настоящее время 89,455% акций владеет Росимущество. Директор по развитию бизнеса «Атомредметзолота» Руслан Димухамедов стал гендиректором завода.

Выбор Росатома в качестве будущего мажоритарного акционера завода не случаен. Госкорпорация с 2019 года отвечает за реализацию направления «Редкие и редкоземельные металлы» в рамках

дорожной карты «Технологии новых материалов и веществ». А СМЗ — единственный крупный действующий производитель редкоземельных металлов в России.

Соликамский магниевый завод заработал в 1936 году. Основным его продуктом, как следует из названия, был магний. В 1971 году в технологическую цепочку было добавлено производство редкоземельных металлов. В 2009 году завод начал выпускать титановую губку. Технологическая схема всего комплекса СМЗ выстроена таким образом, что отходы одного этапа переработки становятся сырьем для других.

СМЗ перерабатывает два типа рудного сырья — карналлитовый и лопаритовый концентраты. Карналлитовый поставляет «Уралкалий» — в буквальном смысле сосед СМЗ, его шахты по добыче калийных солей расположены вокруг Соликамска. Особенность карналлита в том, что он содержит не только калий,

но и магний, все они, что важно, в форме хлоридов. Запасов карналлита хватит на сотни лет при условии поддержания добычи на шахтах. В настоящее время СМЗ перерабатывает порядка 250 тыс. тонн карналлитового концентрата в год.

Лопаритовый концентрат приходит на СМЗ с Ловозерского ГОКа, расположенного в Мурманской области. У рудников красивые местные названия — Кедык-вырпахк и Карнасурт. В лопаритовом концентрате содержатся редкоземельные металлы, ниобий, тантал и титан. СМЗ перерабатывает 8 тыс. тонн концентрата в год, при этом мощности предприятия позволяют перерабатывать до 12 тыс. тонн в год.

Карналлитовая технологическая цепочка

Карналлитовый концентрат по системе транспортных лент подается в цех №1. Здесь его обезвоживают — загружают во вращающиеся печи, где навстречу карналлиту идут топочные газы. После обезвоживания карналлит подается в печь-хлоратор, где концентрат расплавляется. Расплав наливают в ковши и подают в следующее, электролизное отделение. Поскольку ковши футерованные и хорошо хранят тепло, а плечо передачи всего несколько метров, расплав застыть не успевает.

В электролизном отделении расплавленный карналлит заливается в электролизер. Под действием электрического тока карналлит разлагается на хлор, магний и отработанный электролит, состоящий преимущественно из калия. Газообразный хлор по системе сборного коллектора отводится на компрессорную станцию, а затем — на станцию сжижения. Основной объем хлора поступает на переработку лопаритового концентрата, остаток продается в виде товарного жидкого хлора. Он нужен, например, водоканалам для обеззараживания воды. Кроме того, из хлора производят хлористый кальций — его используют для осушения, в медицине и пищевой промышленности и проч. Объем производства хлористого кальция и продуктов из хлора — порядка 40 тыс. тонн в год.

Магний при электролизе всплывает на поверхность расплавленного электролита в виде серебристых блестяшек. Их собирают с поверхности вакуумным ковшом и отправляют в литейное отделение. В печи непрерывного рафинирования магний очищается от остатков примесей. Затем ковш с расплавленным магнием переменяют на литейный конвейер и аккуратно, струйкой, наливают магний в изложницы — специальные формы. Меньшую часть направляют на получение титановой губки. Остывшие слитки магния складывают в штабеля, упаковывают и отправляют клиентам. СМЗ на текущий момент выпускает 15 тыс. тонн магния в год. Потребители — российские предприятия.

Отработанный электролит не пропадает: его либо охлаждают и дробят, либо из жидкого расплава формируют гранулы — получается дробленый или

Одна из ключевых задач, которая стоит перед Соликамским магниевым заводом, — создать разделительное производство редкоземельных металлов. Благодаря ему в России появится недостающее звено, выпавшее из-за распада Советского Союза, — индивидуальные соединения РЗМ.

гранулированный хлоркалийевый флюс (порядка 70 тыс. тонн в год). Из него делают удобрения, а также используют в металлургической промышленности.

Лопаритовая технологическая цепочка

Вторая часть производства — переработка лопаритового концентрата. Для вскрытия лопарита используют хлор, полученный на магниевом производстве. В результате образуются хлориды титана, тантала, ниобия и редкоземельных металлов (РЗМ). Поскольку у них разные температуры кипения (а, следовательно, и конденсации), то хлориды последовательно разделяют. Сначала отделяют тетрахлорид титана, затем пентахлориды тантала и ниобия (на этом этапе они отводятся вместе), после чего выделяют хлориды РЗМ.

Чтобы удалить из хлоридного концентрата РЗМ примеси, плав хлоридов смешивают с водой, добавляют реагенты, и примеси выпадают в осадок, который отделяют от раствора. Чтобы получить товарный продукт — карбонаты, в раствор добавляют соду.

На фото

Печь прокаливания редкоземельных металлов



Технологическая схема всего комплекса СМЗ выстроена таким образом, что отходы одного этапа переработки становятся сырьем для других.

Карбонаты РЗМ выпадают в осадок, его фильтруют, сушат, упаковывают и отправляют клиентам. Из 8 тыс. тонн лопаритового концентрата производится чуть более 2 тыс. тонн карбонатов РЗМ.

Чтобы получить титановую губку, в специальную реторту заливают расплавленный магний (1,3–1,5 частей) и тетрахлорид титана (1 часть). Затем собирают аппарат сепарации из двух реторт, поставленных одна на другую и совмещенных устьями. Аппарат сепарации со смесью опускают в печь. Под нагревом магний восстанавливает титан, в реторте образуются металлический титан в виде губки и хлорид магния, который сливают и отправляют обратно в цех № 1 на электролиз. А блок титановой губки выбивают из реторты и перемещают на пресс послойной резки. Здесь блок режут, как колбасу, на ломти. Затем они измельчаются и подаются на барабанный грохот, где куски титана сортируются по фракциям в соответствии

с ГОСТами. Следующий этап — проверка и отбраковка некондиционных фрагментов и, наконец, упаковка и отправка потребителю. Продают губку Чепецкому механическому заводу — для производства титанового проката. СМЗ производит порядка 2,5 тыс. тонн губки в год.

Ниобий и тантал до недавнего времени разделяли в ректификационных колоннах. Принцип разделения так же, как в основном техпроцессе, основан на разных температурах конденсации хлоридов ниобия и тантала, на этом этапе температуру выдерживают более точно. При необходимости тетрахлорид тантала дополнительно очищают в ректификационной колонне. В апреле 2023 года внедрена новая — экстракционная — технология разделения тантала и ниобия. «Технология себя оправдала, удалось добиться как повышения извлечения, так и существенной экономии. Уже выпущены первые партии продуктов», — сообщает Руслан Димухамедов.

Из пентахлоридов ниобия и тантала производят их оксиды. Оксид ниобия получают с помощью парового гидролиза, а оксид тантала — аммиачного. Полученные продукты сушат или прокачивают и отправляют клиентам.

Обновления обязательны

Предприятие работает в обычном для России режиме — преодолевает санкционные ограничения, поддерживает и совершенствует существующее производство, ищет кадры и планирует развитие. Для СМЗ это

создание производства по разделению коллективных концентратов РЗМ на индивидуальные металлы.

Санкции сказались разве что на поставке электродов, которые надо менять, потому что со временем они изнашиваются. Раньше их покупали в Европе. Когда поставки прекратились, срочно нашли аналоги в Челябинске, Новосибирске и Китае. «Техпроцесс сформирован таким образом, что он не требует каких-то эксклюзивных материалов и реагентов. Электроды — это самая заметная позиция в импорте, проблему мы уже решили», — комментирует Руслан Димухамедов.

Меняют не только электроды. Примерно раз в три года каждую электролизную ванну разбирают, делают новую кирпичную футеровку и вставляют новые электроды. После двух лет службы меняют реторты для получения титановой губки. Срок службы хлораторов на магниевом производстве — три года, на редкометалльном — 11 месяцев. «У нас идет постоянный процесс поддержания производственных фондов, который нельзя отменить. На предприятии строго за этим следят, предусмотрен неснижаемый объем поддерживающих инвестиций. Да, завод не выглядит как с иголки, но мы же не двигатели собираем», — отмечает гендиректор СМЗ.

Производство постепенно модернизируется. На предприятии начали использовать новую систему сжигания хлора. Куплен новый листогиб для ремонтно-механического цеха. На нем рабочие изготавливают конусы, тигли и трубы для откачки магния и систем газоочистки. Началось строительство участка плава низших хлоридов титана — двух печей с коммуникациями. Здесь будут проводить дополнительную очистку магния, чтобы нарастить выпуск наиболее востребованной покупателями марки Mg95.

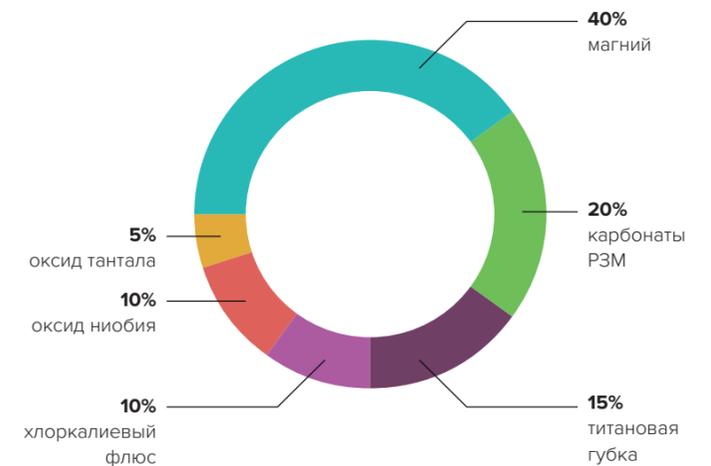
Кроме того, по запросу клиентов СМЗ выпускает партии редкометалльных соединений. Так, по заказу российского производителя микроэлектроники СМЗ произвел таблетки закаленного метаниобата лития. Его используют как основу для выращивания монокристаллов.

Развитие редкоземельной отрасли в России

Одна из ключевых задач, которая стоит перед предприятием, — создать на СМЗ разделительное производство РЗМ. Благодаря ему в России появится недостающее звено, выпавшее из-за распада Советского Союза, — индивидуальные соединения РЗМ. Это тот продукт, который уже можно использовать в качестве сырья в других отраслях.

«У нас есть четыре главных металла — лантан, церий, неодим и празеодим. Они самые востребованные, обеспечивают 98% выручки, их и будем выделять. Затем будем смотреть, как организовать выделение оставшихся элементов, относящихся к группе тяжелых РЗМ», — комментирует Руслан Димухамедов.

Структура выручки СМЗ по продуктам



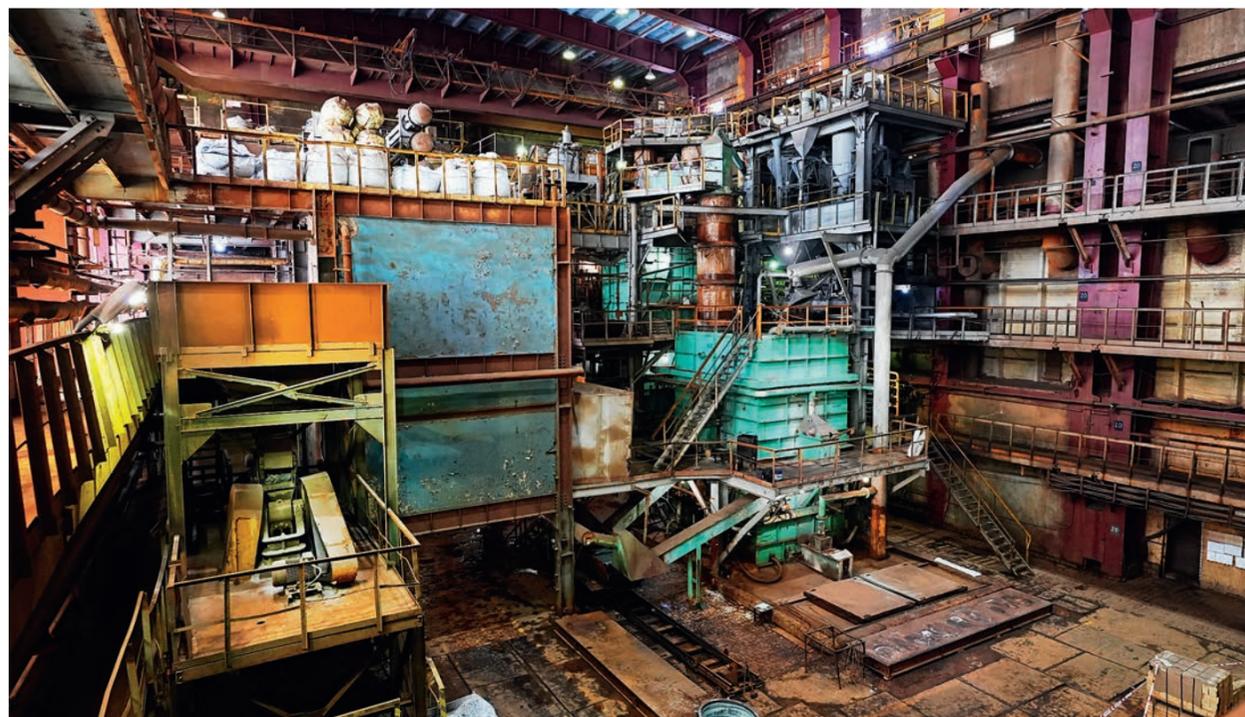
В 2023 году входящая в АРМЗ компания «Объединенные урановые предприятия» должна разработать технологию разделения РЗМ. В этом же году будет разрабатываться инвестиционный проект и приниматься решение о строительстве разделительного производства. На СМЗ уже подыскивают новому переделу место. На 2024 год запланировано проектирование. Для повышения экономических показателей разделительного производства необходимо увеличить поставки с Ловозерского ГОКа до 10–12 тыс. тонн лопаритового концентрата в год. Примерный объем разделенных РЗМ — 3 тыс. тонн в год.

Реалии 2022–2023 годов поставили вопрос о создании собственного производства металлического тантала. Если новое производство будет построено, вся цепочка поставок танталовой продукции от руды до изделий будет локализована в России. Объем российского рынка тантала непрерывно растет, потому вся продукция СМЗ может быть использована исключительно российскими потребителями.

Еще одна задача, которую Руслан Димухамедов решает как глава Ассоциации производителей и потребителей редких и редкоземельных металлов (Ассоциация РМ и РЗМ), — защита российских поставщиков: «Мы предлагаем установить меры таможенного и ценового регулирования поставки редких и редкоземельных металлов. Это практически не повлияет на российских потребителей, поскольку в общей структуре себестоимости затраты на РМ и РЗМ занимают относительно малую долю. Зато повышение обеспечит дополнительные поступления в казну. А главное — создаст стимул для развития российских предприятий, потому что наконец-то покупателям их продукции будет выгоднее приобретать российское сырье, а не зарубежное. Более того, это даст толчок к запуску новых редкоземельных месторождений. Крупные компании готовы рассматривать инвестиции в горные проекты, как только они удостоверятся в наличии спроса».

На фото

Цех №7 — здесь происходит извлечение РЗМ



Текст: пресс-служба АО «Наука и инновации»
Фото: ГНЦ НИИАР, АО АСЭ,
 редакция газеты «Страна Росатом» / Алексей Башкиров

Установка корпуса многоцелевого исследовательского реактора на быстрых нейтронах (МБИР) в проектное положение



Атомная наука смотрит в будущее

Росатом выполнил запланированные в 2022 году научно-исследовательские работы по РТТН в полном объеме

Госкорпорация «Росатом» подвела итоги выполнения в 2022 году комплексной программы «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в РФ» (КП РТТН). Все ключевые показатели по пяти федеральным проектам программы были выполнены.

В частности, организации Росатома выполнили работы по 54 госконтрактам на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) на сумму 14,6 млрд рублей. Объем финансирования составил 125,2 млрд рублей (из них федеральный бюджет — 24,5 млрд рублей, внебюджетные источники — 100,7 млрд рублей), текущая степень готовности объектов капитального

строительства — 36,5% (36,9% — по первому федеральному проекту, 43,8% — по второму, 27,6% — по третьему и 37,5% — по пятому).

1 В рамках инициативы социально-экономического развития «Новая атомная энергетика» в 2022 году был разработан технический проект реакторной установки РИТМ-200Н, которая станет основой для атомных станций малой мощности (АСММ). Также введена в эксплуатацию первая очередь учебно-тренировочного информационного центра Опытного-демонстрационного энергокомплекса (ОДЭК), сооружаемого в рамках проекта «Прорыв». Активная зона реактора БН-800 (энергоблок № 4 Белоярской АЭС) была на 93% загружена МОКС-топливом. Получены результаты НИОКР в области замыкания ядерного топливного цикла, создания

атомных станций малой мощности и теплоснабжения, промышленных реакторов на быстрых нейтронах.

2. В рамках федерального проекта по созданию экспериментально-стендовой базы выполнены запланированные НИОКР в обоснование безопасности многоцелевого исследовательского реактора на быстрых нейтронах (МБИР) и продления сроков эксплуатации реактора БОР-60, продолжилась разработка инновационных радиохимических технологий. На основе отраслевой программы перспективных экспериментальных исследований на МБИР, утвержденной в 2021 году, продолжилось формирование международной программы исследований. С этой целью был создан консультативный совет МЦИ МБИР, в состав которого вошли ведущие российские и зарубежные эксперты атомной отрасли. В первом заседании совета, состоявшемся в ГНЦ НИИАР в июле 2022 года, очно и в онлайн-формате приняли участие 56 ученых, экспертов и руководителей из более чем 13 ведущих научных центров России, Китая, Индии, Казахстана, Узбекистана и других стран, а также МАГАТЭ. В апреле 2022 года на площадку сооружения МБИР доставили корпус реактора (установка корпуса реактора в проектное положение была завершена в январе 2023 года).

3. По федеральному проекту, посвященному термоядерным и плазменным технологиям, ГНЦ РФ ТРИНИТИ — одним из ключевых исполнителей — совместно с НИКИЭТ (входит в структуру Росатома) был разработан и изготовлен внутрикамерный элемент защиты первой стенки, а также литиевый лимитер для экспериментов на российском токамаке Т-15МД (способен работать стационарно с принудительным охлаждением и внешней подпиткой жидким литием). На малом токамаке Т-11М, расположенном в ГНЦ РФ ТРИНИТИ, специалисты провели эксперименты по изучению влияния инъекции мелкодисперсного лития на параметры плазмы. Все эти устройства важны для защиты первой стенки токамака от потоков частиц с высокой энергией и получения режимов работы токамака Т-15МД с самыми высокими параметрами. Ожидается, что создаваемая технология также найдет свое применение в токамаке реакторных технологий (РТТ), который разрабатывается как важнейший необходимый этап на пути к созданию демонстрационного термоядерного реактора.

В части работ по созданию прототипа плазменного ракетного двигателя в 2022 году в ГНЦ РФ ТРИНИТИ создали ускоритель плазмы с системой предварительной ионизации рабочего тела, экспериментально исследовали энергобаланс в плазменном потоке с высоким удельным импульсом и разработали методы повышения ресурса электродов в нем. Изготовить прототип двигателя планируется в 2024 году.

В рамках еще одного направления НИОКР специалисты завершили исследования по модификации поверхности металлических материалов плазменно-лазерной обработкой, в частности разработали технологию лазерного ударного упрочнения, которая позволяет убрать внутренние напряжения, возникшие

Прямая речь



Алексей Лихачев

Генеральный директор госкорпорации «Росатом»:

— Реализация комплексной программы по развитию атомной науки и технологий — важный шаг для технологического развития России, создания передовых отечественных наукоемких технологий. Благодаря этой многолетней программе мы можем создать инфраструктуру и реализовать серьезные проекты, которые будут определять не только будущее атомной энергетики на несколько десятков лет вперед, но и способствовать развитию ядерной медицины, машиностроения, микроэлектроники и других наукоемких отраслей экономики.

в металлических образцах, повысить их усталостную прочность и долговечность без последующей механической обработки. В результате увеличиваются прочностные характеристики конструкционных сталей, из которых изготавливаются элементы газовых турбин: твердость поверхности повышается в 3,5 раза, а шероховатость поверхности уменьшается на 25%. Для обработки изделий сложной формы создана установка по воздействию импульсными плазменными потоками.

В Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ» (НИЯУ МИФИ, опорный вуз

На фото

Ученые извлекают из токамака Т11-М эмиттер после эксперимента с литием (ГНЦ РФ ТРИНИТИ)



госкорпорации «Росатом») был разработан и создан кольцевой лимитер учебного исследовательского токамака МИФИСТ с интегрированным комплексом электромагнитных диагностик (пояс Роговского, катушки Мирнова). Показана возможность предыонизации плазмы с помощью системы ионно-циклотронного (ИЦП) нагрева и определен порог необходимой для этого вкладываемой мощности. Разработаны распределенная система сбора, система хранения и визуализации измерений на токамаке МИФИСТ.

В Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого (входит в Консорциум опорных вузов Росатома) были созданы эскизные и технические проекты конструкторской документации трех стендов различных технологий доставки топлива в термоядерный реактор: стенда экспериментального образца инжектора массивной газовой струи, стенда экспериментального образца системы инжекции топливных пеллет в плазму и стенда для ресурсных испытаний системы инжекции криогенных водородных макрочастиц.

4. В рамках федерального проекта по новым материалам и технологиям специалисты научного дивизиона Росатома в 2022 году создали методику ускоренных испытаний, позволяющую сократить цикл разработки нового материала в три-четыре раза. Она показала свою эффективность при разработке твэлов из бескислородного углеволокна на основе карбида кремния, а также конструктивных топливных материалов для реакторов типа БР, БН, БРЕСТ. Специалисты дивизиона также разработали технологию и изготовили опытно-промышленную партию заготовок новой марки стали аустенитного класса с повышенными прочностными свойствами. Такая сталь будет востребована при создании атомных станций малой мощности. Из новых высокопрочных облегченных материалов команда проекта получила ступенчатые поковки корпусов водо-водяных реакторов ВВЭР-СКД и ВВЭР-С. Помимо этого, для первой установки выбрали и обосновали ключевой конструкционный материал, а для второй установки в промышленных условиях выполнили

сварное соединение элементов ее корпуса. Разработали и изготовили два 3D-принтера, на которых можно создавать изделия из керамических (методами FDM/LDM и SLA) и полимерных (методами FDM) материалов. Такой способ значительно сокращает сроки изготовления нужных деталей, а также оптимизирует себестоимость производства. В НИИ НПО «Луч» собрали первый отечественный, не имеющий аналогов в мире трехосевой сканатор. Он обеспечивает контроль температуры и модулирующее воздействие на материал при кристаллизации во время селективного лазерного плавления, позволяет управлять структурой материала во время 3D-печати изделий.

В направлении изучения свойств вещества в экстремальном состоянии (ЭСВ) в ГНЦ РФ ТРИНИТИ в прошлом году создали стенд по исследованию коррозии металлов в условиях одновременного воздействия влажного воздуха и ионизирующего излучения, сокращающий необходимое время эксперимента в тысячи раз. В рамках проекта по созданию комплекса для синтеза новых сверхтяжелых элементов в ГНЦ НИИАР разработали радиохимические технологии получения изотопов трансплутониевых элементов — мишеней материалов для синтеза новых элементов периодической таблицы Менделеева.

В рамках создания исследовательского жидкосолевого реактора команда в прошлом году завершила один из ключевых этапов — эскизное проектирование. До конца 2024 года по этому федеральному проекту команда рассчитывает получить не менее 11 новых материалов, которые при сохранении ресурсных показателей будут обладать более высокими прочностью, коррозионными и радиационными свойствами, а также шесть образцов новой техники.

5. По федеральному проекту по отработке технологий серийного строительства энергоблоков АЭС в 2022 году на энергоблоке № 1 Курской АЭС-2 установлен в проектное положение корпус реактора, а на энергоблоке № 2 завершено бетонирование перекрытия установки главного циркуляционного насоса. Готовность Курской АЭС-2 к вводу в промышленную эксплуатацию доведена до 37,48% (план — 37,3%).

В планах на 2023 год — завершение разработки технического проекта комплекса обращения с ядерным топливом АСММ с реакторной установкой РИТМ-200Н, монтаж опорной плиты корпуса блока в рамках сооружения установки БРЕСТ-ОД-300, загрузка МОКС-топливом на 100% активной зоны реактора БН-800, получение результатов НИОКР в области создания ОДЭК и будущих промышленных энергокомплексов. В 2023 году в рамках проекта по сооружению Курской АЭС-2 на энергоблоке № 1 планируется установить в проектное положение дизель-генераторные установки, на энергоблоке № 2 — завершить устройство шахты реактора.

Комплексная программа «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в РФ» (КП РТТН) разработана госкорпорацией «Росатом» совместно с НИЦ «Курчатовский институт», Российской академией наук, а также Министерством науки и высшего образования РФ. Она включает разработку новых передовых технологий и материалов, образцов новой техники, техническое перевооружение, строительство уникальных комплексов и объектов инфраструктуры в области атомной энергетики и управления реакциями термоядерного синтеза, а также атомных станций малой мощности. В апреле 2022 года указом президента РФ принято решение о продлении КП РТТН до 2030 года, в настоящее время продолжаются мероприятия, направленные на выполнение указа. Головной научной организацией по КП РТТН определен НИЦ «Курчатовский институт».

В рамках первого федерального проекта КП РТТН (инициатива социально-экономического развития «Новая атомная энергетика») создается опытно-демонстрационный энергокомплекс с замыканием ядерного топливного цикла. Задача — впервые в мире продемонстрировать на практике работоспособность концепции «безотходного атома», когда отработавшее ядерное топливо снова и снова используется для генерации электроэнергии. В федеральном проекте также разрабатываются новые типы реакторов следующего поколения — более безопасные и экономически, в том числе экспортно, привлекательные. Большое внимание уделено атомным станциям малой мощности, необходимым для развития удаленных и изолированных от энергосистем районов и также имеющих большой экспортный потенциал.

Второй федеральный проект направлен на создание экспериментально-стендовой базы для разработки технологий двухкомпонентной атомной энергетики с замкнутым ядерным топливным циклом. Одним из ключевых направлений проекта является строительство многоцелевого исследовательского реактора на быстрых нейтронах (МБИР), что позволит обосновать технологии двухкомпонентной ядерной энергетики и замыкания топливного цикла. Его основное предназначение — проведение реакторных испытаний инновационных конструктивных и топливных материалов активных зон ядерно-энергетических систем четвертого поколения, включая реакторы на быстрых нейтронах и тепловые реакторы малой и средней мощности. Установка станет самым мощным из действующих, сооружаемых и проектируемых исследовательских реакторов на быстрых нейтронах в мире, аналогов которому нет. На базе реактора МБИР также создается Международный центр

исследований (МЦИ МБИР), развитие которого заложит фундамент для продвижения технологий реакторов на быстрых нейтронах на мировом рынке путем создания широкой международной научной коллаборации. Стратегическим приоритетом МЦИ МБИР является «ядерное образование»: программы по подготовке и переподготовке кадров для работы на быстрых реакторах. Реализация программы, включающей многосторонние эксперименты, будет представлять собой слаженную работу сотен ученых и экспертов из разных стран, позволит задавать мировой тренд и ускорять развитие быстрой атомной энергетики.

Третий федеральный проект посвящен разработке технологий управляемого термоядерного синтеза и инновационных плазменных технологий. Наряду с предприятиями госкорпорации «Росатом» ключевыми участниками — исполнителями этого федерального проекта являются НИЦ «Курчатовский институт», вузы и институты РАН, подведомственные Минобрнауки России.

Четвертый федеральный проект посвящен разработке новых материалов и технологий для перспективных энергетических систем. В рамках четвертого проекта работы ведутся в трех научных направлениях: разработка новых материалов и технологий для существующих и перспективных энергоустановок, синтез сверхтяжелых элементов и изучение свойств вещества в экстремальном состоянии (ЭСВ), создание исследовательского жидкосолевого реактора (ИЖСР).

Пятый федеральный проект нацелен на практическую отработку технологий серийного строительства энергоблоков АЭС. Первым этапом, реализуемым сегодня, является наработка опыта строительства на Курской АЭС-2 энергоблоков с реакторами ВВЭР-ТОИ, которые рассматриваются как основа российского экспорта ядерных энергетических технологий на ближайшую перспективу.

Перед российской промышленностью стоит цель в кратчайшие сроки обеспечить технологический суверенитет и переход на новейшие технологии. Государство и крупные отечественные компании направляют ресурсы на ускоренное развитие отечественной исследовательской, инфраструктурной, научно-технологической базы. Внедрение инноваций и нового высокотехнологичного оборудования позволяет Росатому и его предприятиям занимать новые ниши на рынке, повышая конкурентоспособность атомной отрасли и всей российской промышленности в целом.

На фото

Строительная площадка Курской АЭС-2



Текст: Наталья Самойлова
 Фото: АО «Концерн Росэнергоатом»

«Учим тех, кто учит»

Росатом запускает программу поддержки учителей, преподающих предметы, профильные для будущих сотрудников отрасли



«Учим тех, кто учит» — под таким девизом 27–28 апреля в Пятигорске прошла отраслевая конференция «Учитель для Росатома. Физики». Мероприятие стало частью масштабной программы, задача которой — повысить качество преподавания физики и интерес школьников к этой дисциплине. Конференцию организовал концерн «Росэнергоатом» в партнерстве с АНО «Корпоративная Академия Росатома» и Центром знаний «Машук».

На конференции в очном формате встретились 136 участников из разных уголков России — от Чукотки до Ростова-на-Дону. Это учителя физики городов присутствия Росатома, включая ЗАТО, преподаватели и студенты педвузов, представители ключевых вузов — партнеров «Росэнергоатома», а также руководители концерна «Росэнергоатом» и Корпоративной Академии Росатома, ведущие эксперты в области науки и образования.

«Это беспрецедентное событие и по своему масштабу, и по уровню задач, которое с полным правом можно считать не только отраслевым, но и федеральным. На мероприятие приехали учителя, преподаватели и студенты педагогических вузов со всей России. Такая широкая география говорит о том, насколько для Росатома важно повышать качество образования в городах своего присутствия, а также о том, насколько заинтересованы сами учителя в сотрудничестве с Росатомом», — подчеркнула руководитель управления развития корпоративной культуры концерна «Росэнергоатом» Наталья Конон, открывая конференцию.

В мероприятии также приняла участие заместитель министра науки и высшего образования РФ Ольга Петрова, которая отметила важную роль учителей в подготовке будущих профессиональных кадров для крупнейших компаний страны.

Перед лицом новых вызовов

Сегодня перед атомной отраслью стоят серьезнейшие вызовы, связанные в том числе с необходимостью

достижения технологического суверенитета страны. Преодолеть возрастающие риски кадрового голода и обеспечить атомную отрасль высокопрофессиональными кадрами возможно путем повышения качества преподавания предметов, профильных для будущих работников Росатома, повышения интереса к этим дисциплинам и, конечно же, тесного и эффективного сотрудничества со школами и сообществом учителей. С этой целью госкорпорация запускает масштабную отраслевую программу «Учитель для Росатома», которая позволит решить проблемы нехватки учителей по соответствующим предметам в городах присутствия и увеличить долю школьников, сдающих ЕГЭ для поступления в профильные для отрасли вузы. Конференция «Учитель для Росатома. Физики» — часть этой обширной программы.

«Проект «Учитель для Росатома. Физики» очень важен для госкорпорации «Росатом» и концерна «Росэнергоатом», потому что в нашей работе, на предприятиях атомной отрасли, необходимы высококвалифицированные специалисты, понимающие физические процессы. В ходе анализа практики и статистики стало очевидно, что популярность физики в школах падает. Средний балл ЕГЭ по физике в России низкий — 54 балла, что объясняется сложностью экзамена. Совместно с представителями системы образования мы собираемся проработать эту тему, чтобы заинтересовывать учеников школ в изучении физики. Сегодня мы начали работать с учителями и планируем создавать учебно-методические комплексы, чтобы наши учителя в атомных городах имели инструментарий. С его помощью можно сделать занятия более увлекательными, давать ученикам серьезные глубокие знания и, самое главное, заинтересовать их в дальнейшем освоении материала уже в самостоятельном режиме. Это будет продолжением нашей сегодняшней работы», — подчеркнул директор по управлению персоналом и социальной политике концерна «Росэнергоатом» Дмитрий Гастен.

«Миссия Росатома — вдохновлять школьников и студентов страны заниматься естественными науками, инженерным делом и техническим творчеством. Экосистема развития кадрового потенциала компании включает в себя работу со школами, колледжами и вузами. В плане работы со школьниками у Росатома на данный момент уже есть 67 атомклассов, более 100 тыс. участников движения инженерно-технического творчества «Юниоры Росатома» из России и других стран, около 400 наставников — инженеров Росатома по 30 компетенциям, 200 школьников — амбассадоров Росатома и 40 членов Совета юниоров Росатома, реализующих проекты в целях устойчивого развития. Для педагогов и наставников Росатом организует обучение и стажировки, конкурсы лидерских практик, мониторинг и исследования, сессии и конференции, а также акселератор «Миссия: Таланты». Но амбициозные цели и кадровые потребности атомной отрасли ставят перед нами еще более масштабные задачи. В качестве ожидаемых результатов в работе со школьниками мы планируем увеличить индекс удовлетворенности школьником

Почему Росатом начал работать с учителями?

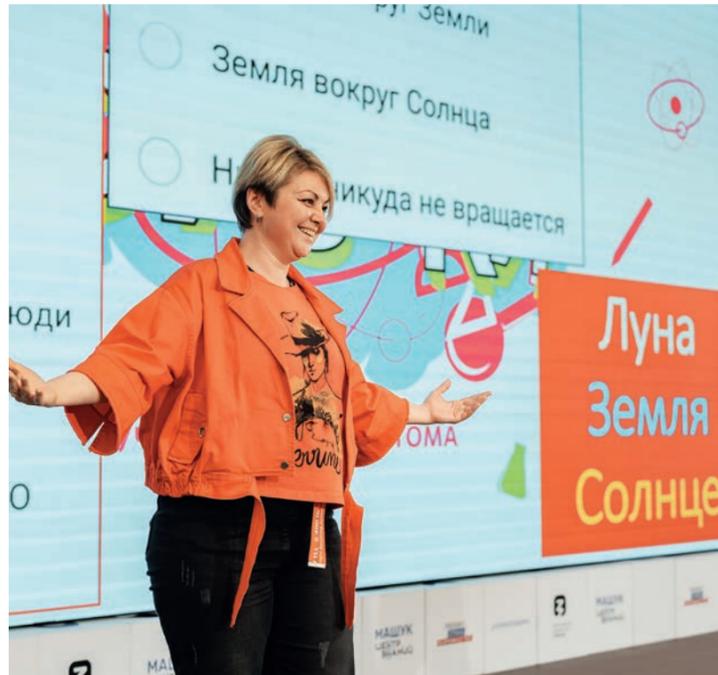
В период с 2023 по 2030 год Росатому необходимо закрыть кадровую потребность в более чем 350 тыс. специалистов для атомной отрасли, в числе которых более 100 тыс. человек — для новых бизнесов, более 70 тыс. человек — для сооружения объектов за рубежом и более 180 тыс. человек — для восполнения текучести персонала.

Для реализации стратегии «Видение-2030» на горизонте 2030 года Росатому необходимо трудоустроить порядка 70–80 тыс. студентов вузов. Это увеличит набор с 2 тыс. человек в год, которых Росатом трудоустраивает сегодня, до 12 тыс. в ближайшее время. Это будет происходить в условиях жесткой конкуренции за студентов, которая с каждым днем только увеличивается.

Вместе с тем, по данным Рособрнадзора за октябрь 2022 года, популярность ЕГЭ по физике у российских школьников снизилась до 14,4% (18,8% — показатель в 2021 году и 19,7% — в 2020 году), а количество сдающих ЕГЭ по физике снизилось на 30%. Таким образом, спектр инженерных кадров, которых Росатом в будущем ждет к себе на работу, в настоящее время сужается.

образованием до 85%, а также обеспечить рост количества школьников, сдающих ЕГЭ по физике и химии, и рост среднего балла ЕГЭ по этим предметам, повысить количество школьников, поступающих в профильные вузы и колледжи Росатома, и организовать программу спецподготовки учителей профильных предметов», — рассказала директор по технологическому образованию АНО «Корпоративная Академия Росатома» Екатерина Лукьянова.





Как учить учителей

На конференции обсуждались цели, задачи и шаги по реализации проекта «Учитель для Росатома». «Мы ставим себе задачу привлечь учителей во все города присутствия Росатома. Сегодня в контуре проекта 29 городов-участников, более 400 вакансий для учителей. Участниками проекта станут молодые учителя физики и математики, трудоустроенные в текущем году; учителя-предметники по физике и математике в городах присутствия Росатома и наставники — практикующие учителя физики и математики, подготовившие выпускников с высокими результатами ЕГЭ и ВСОШ», — отметил руководитель проекта Центра развития технологического образования Руслан Латыпов.

В рамках проекта уже с конца мая 2023 года запланирован так называемый образовательный туризм для студентов старших курсов и выпускников вузов. Это краткосрочные стажировки в городах присутствия Росатома, во время которых участники имеют возможность познакомиться с инфраструктурой городов и «заземлиться» в образовательных организациях через установление личного контакта с педагогическим коллективом и администрацией школ. Также в мае начинается профессиональная переподготовка выпускников и магистрантов технических вузов, проживающих в городах присутствия Росатома и готовых к работе в качестве педагогов.

В июне, во время проведения отраслевого чемпионата профессионального мастерства AtomSkills-2023, состоится рабочая сессия «Кадровый потенциал инженерного образования в школах». А в сентябре

будет запущена программа адаптации молодых педагогов с целью оказания им психологической поддержки и закрепления на рабочих местах. В это же время стартует и работа Академии педагогов Росатома, которая будет организовывать мероприятия непрерывного развития педагогического мастерства для действующих учителей физики и математики, направленные на увеличение количества учеников, выбирающих эти предметы в качестве ЕГЭ, и улучшение результатов ЕГЭ и участия во ВСОШ.

Кроме того, для формирования матрицы действующих мер поддержки молодых учителей в школах и анализа качества подготовки учеников в рамках проекта будут проводиться мониторинги результатов ЕГЭ, укрупленности педагогическими кадрами, способов поддержки учителей в атомных городах и удовлетворенности родителей качеством образования.

Педагогика в новом формате

Отдельным блоком конференции стали выступления экспертов по темам нового подхода к педагогике и новых направлений развития науки. Так, научный руководитель АО «Государственный научный центр Российской Федерации — Физико-энергетический институт им. А. И. Лейпунского» Владимир Троянов рассказал о концепции двухкомпонентной ядерной энергетики, становлении траектории ее развития и роли быстрых реакторов в замыкании ядерного топливного цикла.

Участники конференции подчеркивали, что сегодня одна из важнейших задач атомных городов — стать научными и образовательными кластерами. Глава администрации Обнинска Татьяна Леонова рассказала о том, как в городе развивается система качественного непрерывного образования, которая позволит комплексно готовить специалистов мирового уровня. Помимо работы по повышению качества общего образования и создания инженерной школы Росатома, в городе активно развивают и дополнительное образование: созданы технопарк «Кванториум», первый в России распределенный детский технопарк, проектная школа «Марс», проводятся Фестиваль науки и техники и конкурсы по робототехнике «ИнТЭРА».

Директор НИИ развития мозга и высших достижений РУДН Владимир Касаткин отметил особенности восприятия учеников разного уровня, а также рассказал, как с помощью правильной лексики можно эффективнее доносить смысл любой информации (в этом плане необходимо создание новой дидактики для каждой темы по физике). А учитель физики и астрономии, победитель федерального проекта «Классная тема!» Аслан Кашежев поделился с аудиторией собственным опытом преподавания физики.

Что впереди?

В течение двух дней конференции участники познакомились с современными направлениями развития

науки, обсудили методики преподавания физики и повышение уровня и качества преподавания, а также меры поддержки учителей. По итогам групповой работы учителя представили свои идеи на флипчартах. Все лучшие инициативы, предложенные участниками конференции, имеют шанс к реализации в рамках программы по работе с учителями. Впереди много интересных и важных задач, в числе которых можно выделить следующие.

- Комплексная поддержка учителей физики: обучение и развитие, материальная и нематериальная, а также информационная поддержка. Это развитие проекта «Физика сейчас», создание учебных видеокурсов от преподавателей опорных вузов Росатома, конкурс грантовой поддержки «Учитель для Росатома. Физики», улучшение жилищных условий для молодых учителей, масштабная PR-кампания по повышению популярности физики и имиджа учителя и многое другое.

- Создание Экспертного совета учителей концерна «Росэнергоатом», который объединит учителей физики образовательных организаций городов присутствия концерна для содействия развитию и повышению качества инженерного образования, а также повышения квалификации учителей физики и популяризации дисциплины «физика». «Для «Росэнергоатома» плюсами создания Экспертного совета учителей станут интеграция системы наставничества концерна в школы, встраивание школьной программы в единую систему подготовки кадров, популяризация физики и атомной отрасли среди школьников, создание системы учителей — амбассадоров «Росэнергоатома», проведение мониторингов и исследований качества образования. И, безусловно, совет станет точкой экспертной оценки проектов и программ концерна. Учителям в городах присутствия концерна Экспертный совет дает преимущества: это площадка для внесения предложений учителей в систему образования, обмен лучшими практиками на регулярной основе, возможность поднятия проблем в образовании на федеральный уровень, дополнительные программы обучения и развития и нахождение в повестке деятельности концерна», — подчеркивает Дмитрий Гастен.

- Повышение качества образования и привлечение кадров в атомные города. Сегодня для работы в рамках отраслевой программы «Люди и города» необходимы учителя, которые будут выращивать кадры для предприятий Росатома.

- Также в планах подписание соглашения о сотрудничестве между АО «Концерн Росэнергоатом» и Общероссийским общественно-государственным движением детей и молодежи «Движение первых». Заключение соглашения позволит расширить возможности для реализации инициатив концерна на федеральном уровне, а также интегрироваться в государственную повестку по поддержке и развитию школьников.

Лучшие из лучших

На конференции «Учитель для Росатома. Физики» состоялось торжественное награждение учителей за вклад в развитие дисциплины «физика» в общеобразовательных учреждениях городов присутствия АО «Концерн Росэнергоатом».

В номинации «Учителя физики 7–9 классов» благодарностями были награждены:

Анастасия Андреевна Зубко, МБОУ «Средняя школа №3», г. Десногорск Смоленской обл. Педагогический стаж преподавателя — всего 6 лет, но за это время она неоднократно принимала участие в конкурсе «Учитель года» и стала победителем регионального конкурса научно-технологических проектов «Большие вызовы. Смоленск».

Екатерина Сергеевна Перова, МАОУ «Гимназия №1 им. Героя Советского Союза Дмитрия Захаровича Тарасова», г. Балаково Саратовской обл. Педагогический стаж — 22 года. Ее ученики получают высокие баллы как на ОГЭ, так и на ЕГЭ.

Наталья Викторовна Александрова, МАОУ «Лицей №1», г. Балаково Саратовской обл. Педагогический стаж — 30 лет. Более 60% ее учеников девятих классов в прошлом году выбрали физику для сдачи ОГЭ. Средняя оценка учеников по ОГЭ — 4 балла.

В номинации «Учителя физики 10–11 классов» благодарности получили:

Ольга Николаевна Карпова, МБОУ «Гимназия №5», г. Сосновый Бор Ленинградской обл. Педагогический стаж — 34 года. Средний балл ее учеников по итогу сдачи ЕГЭ по физике — 60.

Наталья Сергеевна Бычкова, МАОУ «Лицей №1», г. Балаково Саратовской обл. Педагогический стаж — 22 года. В прошлом году средний годовой балл по физике у ее учеников стал равен 4,39, а физику для сдачи ЕГЭ выбрали более 65% учащихся 11-х классов.

Инга Ринатовна Брыковская, МБОУ «Лицей «Политех», г. Волгодонск Ростовской обл. Педагогический стаж — 16 лет. Ее ученики отлично учатся в течение учебного года, а также стабильно получают высокие баллы по итогу сдачи ЕГЭ по физике. В 2022 году она подготовила пять высокобалльников (с результатами от 80 до 97 баллов).

Спектр науки

Инженерный фестиваль «АтомДвиж» в Курчатове приурочили к юбилею АСЭ

Юбилей одной из ведущих организаций Росатома в области проектирования и инжиниринга — это хороший повод поговорить о науке, заинтересовать школьников и взрослых инженерными технологиями и их реализацией в жизни и в искусстве. Программу фестиваля подготовили сотрудники сети Информационных центров по атомной энергии (ИЦАЭ) при поддержке АО АСЭ и содействию администрации города Курчатова.

Кто инженер? Я инженер!

Одной из мультимедийных локаций фестиваля «АтомДвиж. В цвете» стал инженерный квест, состоящий из 11 станций. Инжиниринговый дивизион

Росатома проектирует атомные электростанции для многих стран, и участники квеста получили возможность познакомиться с культурой, изобретениями и техническими достижениями Индии, Китая, Египта, Турции, Венгрии, Бангладеш, Белоруссии и России, а также смогли попробовать развить компетенции, необходимые для профессии инженера-проектировщика.

На станции «Египетские пирамиды» команды с помощью системы полиспастов — веревок и блоков, позволяющих увеличить грузоподъемность, — поднимали деревянные пирамиды, а главной задачей на станции «Лабиринт сфинкса» было выстраивание системы зеркал, которые должны были отразить луч лазера таким образом, чтобы он прошел через весь лабиринт. Главной темой станции «Международная» стали великие инженерные изобретения — от эскизов Леонардо да Винчи до Шуховской башни. Подробнее

с конструкцией башен инженера Шухова, который использовал при их разработке форму гиперboloида, участники квеста познакомились на станции «Россия». Отгадывая загадки, ответами на которые были разные числа, команды искали в книге соответствующие номера страниц, а текст на странице помогал им найти слово, необходимое для составления кодовой фразы. Так, например, курчатовцы узнали, что Шухов строил не только водонапорные башни, но и градирни и опоры ЛЭП, которые сохраняли особенности его архитектурных решений — ажурность конструкций и округлые очертания.

На станции «Энергетический маяк», посвященной Китаю, участники квеста строили фрагмент Великой Китайской стены, а затем освещали ее при помощи батарейки, сделанной из апельсинов.

Станция «Мост да Винчи» помогла курчатовцам вжиться в роль великого изобретателя и одновременно применить на практике разработанные им технологии: команды строили из брусков ажурный мост без соединительных элементов. Строительство велось в соответствии с правилами безопасности — участники получили перчатки и строительные каски, а волонтер на станции следил за соблюдением технологии строительства.

«Белоруссия — место рождения Жореса Алферова, нобелевского лауреата, заслуженного энергетика РФ, лауреата премии «Глобальная энергия». А Белорусская АЭС, строительство которой успешно продолжается, уже выработала более 10 млрд киловатт-часов. Первый блок успешно работает, строится второй. Строителям первых АЭС была необходима максимальная точность. И сейчас этот принцип — один из основополагающих. Например, при установке корпуса реактора ВВЭР-1200, который работает на Белорусской АЭС, допустимая погрешность составляет не более 1 мм», — с такими фактами участники познакомились на станции «Высокое напряжение». После знакомства с информацией о стране каждый участник должен был потренировать точность движений — провести жезл с металлическими кольцом сквозь электрический контур, не касаясь его. В случае касания раздавался звуковой сигнал.

Умение держать равновесие и одновременно заниматься строительством участники развивали на станции «Точка баланса», рассказывающей об Индии, а на станции «Метод исследования», посвященной Бангладеш, команды угадывали, какой строительный инструмент достал из «черного ящика» один из участников, изображавший его с помощью пантомимы.

«Мы проходили квест не торопясь, потому что хотелось выполнить все задания. Самым сложным было держать равновесие на балансборде и одновременно строить башню из кубиков: если ты делаешь это один, то это просто нереально, все силы уходят на удержание баланса, и даже минимальное отвлечение на кубики приводит к тому, что падаешь либо ты, либо только что построенная башенка. Но если



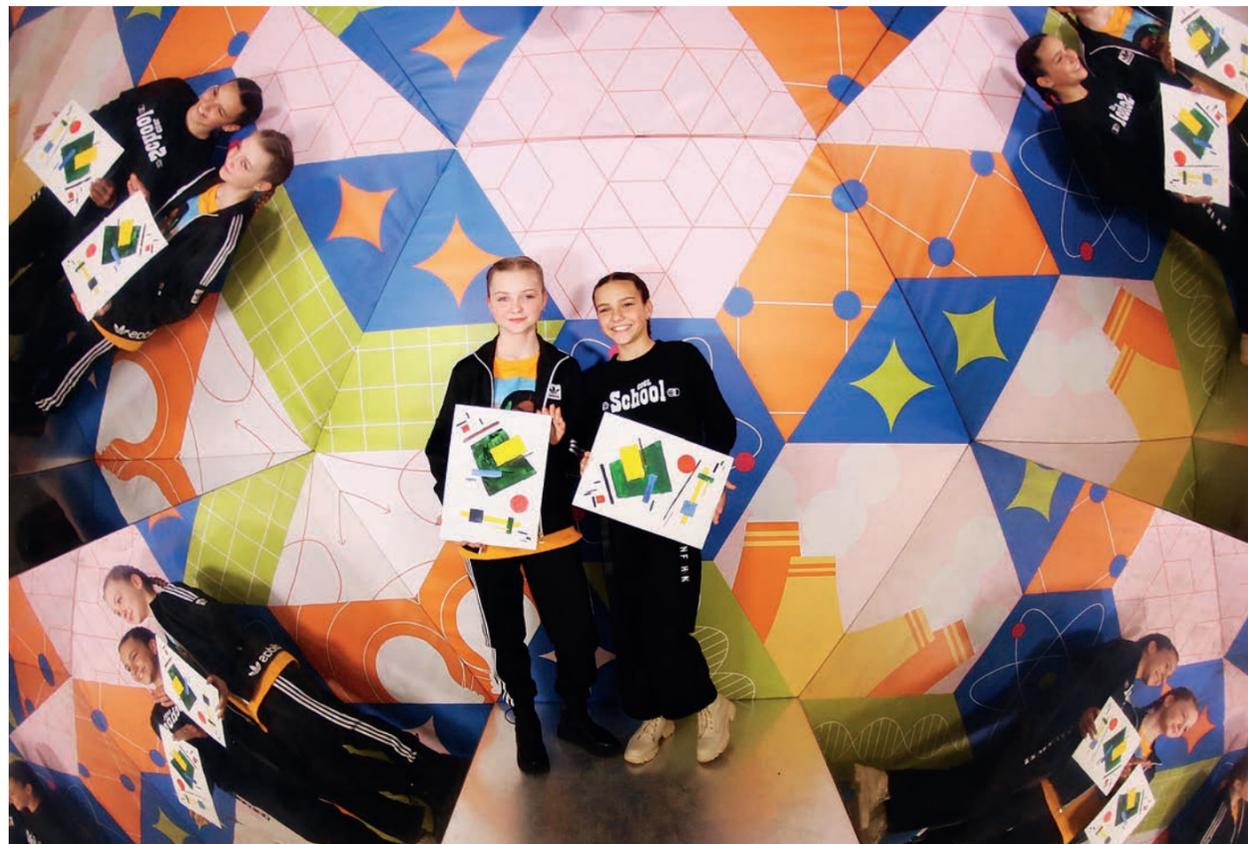
при этом тебе помогают другие участники команды, то эта невыполнимая задача становится реальной. Очень понравилось направлять лазер с помощью зеркал. Чтобы обеспечить безопасность, нам всем выдали стильные очки для защиты глаз от лазерных лучей. Изучать все эти процессы в учебнике физики скучновато, а когда ты в реальности решаешь настоящую физическую задачу, все становится понятным и интересным», — поделились впечатлениями участники квеста.

Завершался квест очередным челленджем — команды получали по одному деревянному многограннику за каждую успешно пройденную станцию и строили из них башню, решая задачу сочетания баланса и высоты конструкции. Участники, успешно выполнившие все задания, хором произносили «Кто инженер? Я инженер» под салют из пушки с серпантинном.

Инжиниринг как искусство

Блок, посвященный значению цвета в искусстве, был рассчитан на разновозрастную аудиторию. Ощутить, насколько гармонично атомные технологии отражаются в искусстве разных направлений и вписываются в знакомые картины начала XX века, уже ставшие классикой, курчатовцам помог мастер-класс «Красиво атомы сложились». Под руководством местной художницы Елены Калужских и ее помощниц участники изобразили атомную электростанцию в стиле Казимира Малевича, написали атом в манере Василия Кандинского и попробовали себя в живописных экспериментах сюрреалистического жанра Марка Шагала.

«Я выбрала для мастер-класса именно эти картины, потому что они и их авторы известны не только среди искусствоведов, но и среди широкой публики, а затем переосмыслила их в контексте атомной тематики. Например, рассматривая знаменитую картину Марка Шагала «Над городом», изображающую полет



Интерактивный фестиваль науки «АтомДвиж» проводится в Курчатове четвертый раз. В 2023 году посетителями фестиваля стали более 2500 человек.

влюбленных, я поняла, что вид на АЭС с высоты органично заменит пейзажи Витебска, который так любил художник. Малевич для меня — это прежде всего вдохновляющие цветовые решения, а на «Композиции VIII» Кандинского даже в исходном варианте много элементов, которые чем-то похожи на опоры ЛЭП, схематические очертания атома, траектории полета частиц, и я просто усилила эти ассоциации на эскизе для мастер-класса», — объяснила Елена Калужских.

Несмотря на наличие на холстах контуров, практически у каждого художника получились уникальные картины. Кто-то расписывал строгие линии в импрессионистической манере, а кто-то добавлял новые элементы, которых не было в исходном варианте. «Сначала картина по мотивам Малевича понравилась мне с точки зрения изображенных на ней геометрических форм, потом у меня разыгралось воображение, а потом я воплотила все свои идеи. Движение каждого

атома свободно и ничем не ограничено, поэтому на картине появились новые элементы — те самые свободные атомы, которых нет на образце», — рассказала Варя Кубрина, участница мастер-класса.

Искусство начинается с желания творить и ощущения чуда. Самые юные художники на локации «Зарыбленные пруда-охладителя» раскрашивали рыб, морских коньков, медуз и других обитателей подводного мира, а затем с помощью цифровых технологий их «запускали» в виртуальный пруд, и уже через несколько минут авторы могли увидеть свои анимированные творения в 3D-формате. За время работы мастер-класса ребята создали и «оживили» 550 рыб.

Тонкости восприятия

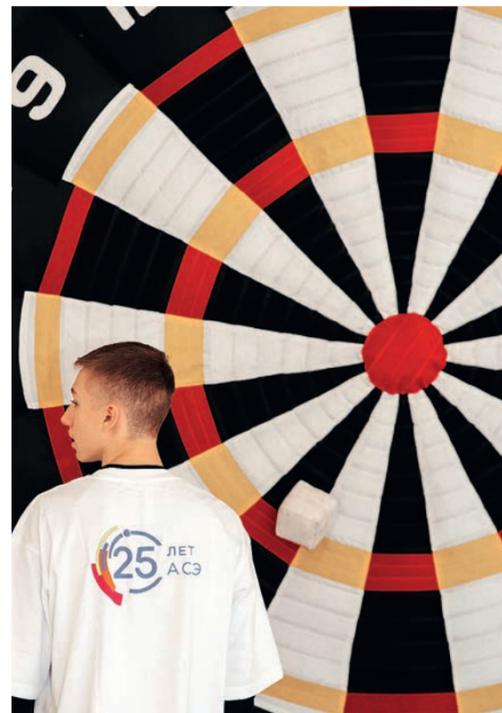
Тему цвета и сенсорного восприятия объединили сразу несколько активностей. На входе посетителей встречал аппарат «Рука гения». Приложив свою руку к очертаниям ладонки, каждый получал напечатанное на карточке сравнение с известным ученым и пожелание. Среди них были, например, такие: «Вы, как Курчатов, необходимы миру», «Вы Кюри! Заставьте всех светиться от счастья», «Вы Зельдович! Сумеете разгадать и тайны атома, и загадки космоса».

Назначение предмета и его цвет по собственным тактильным ощущениям курчатовцы пытались угадать на локации «Наука на ощупь». А реверсивные очки на локации «Оптический челлендж» позволили посетителям задействовать все возможности воображения, необходимые инженеру-конструктору и проектировщику, и понять, как взаимодействуют в пространстве разные фигуры и линии: посетители рисовали простую геометрическую фигуру или писали слово «атом», видя изображение перевернутым. «Я смог правильно определить цвет на ощупь, а очки просто переворачивают мозг!», — рассказал Михаил Гриднев, школьник, который вместе со всей семьей не пропустил ни одного фестиваля «АтомДвиж» в Курчатове. «Мы приходим сюда с самого первого фестиваля. Каждый раз новые активности, интересные игры, а главное — все очень доброжелательные», — добавила его мама Елена Гриднева.

Учимся в игре

По традиции значительную часть программы фестиваля науки «АтомДвиж» составляют интеллектуальные и инженерные игры. Интеллектуальная игра «Адреналин», посвященная цвету, собрала любителей знаний и азарта. Участники не только изучили факты о том, как цветовые решения используются в проектировании атомных объектов, но и познакомились с направлениями деятельности Росатома, узнав, например, каким способом в НИИАР окрашивают топазы в голубой цвет.

Гигантский мягкий дартс превратился в интеллектуальную викторину «Цветовой круг Ньютона». Посетители в зависимости от сектора, в который попадали, получали вопросы разного уровня сложности,



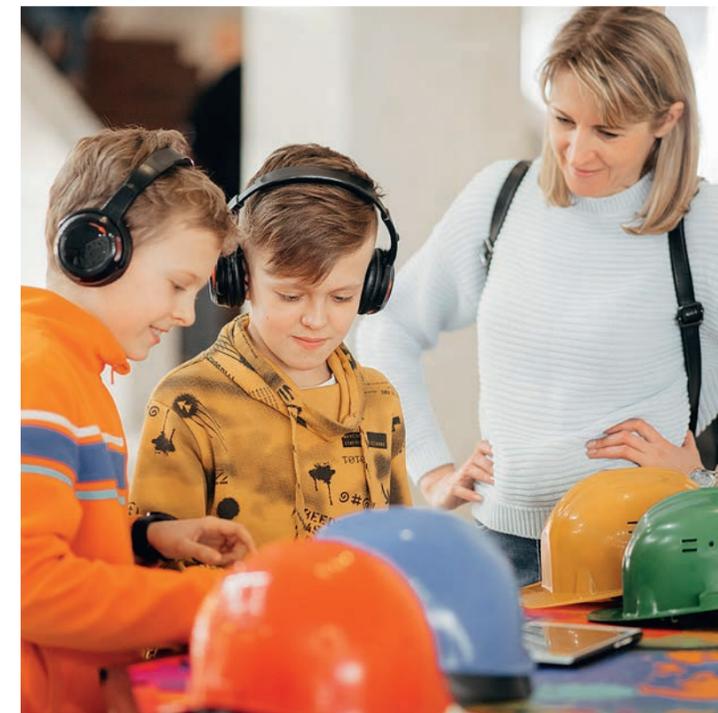
посвященные цвету. Дополнительной опцией, развивающей инженерное мышление, стала необходимость рассчитывать силу броска и траекторию полета кубика до мишени, которые позволят ему прикрепиться к поверхности.

Деревянные настольные инженерные игры собрали посетителей, склонных к аналитическому мышлению. Такие игры полюбили курчатовцы еще с первого фестиваля, поэтому в 2023 году их коллекция пополнилась новыми вариантами.

Цвет и музыку соединила локация «Цветовой оркестр». Цветные строительные каски превратились в музыкальные инструменты. Сыграть на них можно было как в одиночку, так и небольшой компанией, а заодно погрузиться в индустриальные мелодии звуков стройки, где все процессы идут слаженно, подобно игре симфонического оркестра, а строящаяся Курская АЭС-2 является символом безопасности, красоты и четко работающей системы, гармонично вписывающейся в пространство.

Взгляд со стороны

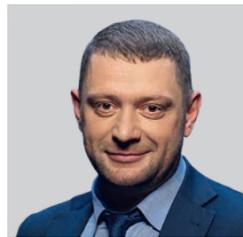
«И дети, и взрослые всегда с большим удовольствием идут на фестивали науки, организованные ИЦАЭ вместе с АСЭ. Развитие у детей навыков проектирования, интереса к инженерным профессиям и все это в увлекательной игровой форме — настоящая формула успеха. Для горожан и их детей «АтомДвиж» всегда становится знаковым событием», — сказала Марина Сахарова, председатель комитета образования города Курчатова.



«Этот фестиваль, несомненно, нужен городу. Название «АтомДвиж» очень точно передает основные смыслы происходящего — это динамично, живо, креативно, стильно, с новаторскими идеями. Это все то, чего, может быть, не хватает в наших маленьких городах. Молодежи нужен глоток свежего воздуха, и они его получают. Многих это поражает, вдохновляет, эмоционально захлестывает, и это самый важный результат. Второй аспект — информация в эмоциональном обрамлении способствует возникновению интереса и дальнейшему погружению в тему атомной энергетики, ядерной физики, инжиниринга как наукоемкого направления. Именно для этого и задумывался «АтомДвиж», поэтому можно с полной уверенностью сказать, что организаторы достигают своей цели на сто процентов!» — уверена Наталья Ермакова, начальник управления по культуре, спорту и делам молодежи администрации Курчатова.

«Мы проводим фестиваль «АтомДвиж» в четвертый раз, и в Курчатове есть семьи, которые не пропускают ни одного нашего мероприятия, поэтому мы каждый год проектируем уникальную программу, которая сочетает новые и любимые курчатовцам форматы. В этом году основной акцент сделан на знакомстве с наукой в интеллектуально-интерактивной форме, а выбранная тема позволяет расширить спектр — цвет изучает оптика, но при этом тема цвета важна и в архитектуре, и в биологии, и в психологии, и в искусствоведении», — прокомментировала Светлана Жульева, руководитель ИЦАЭ Курска.





Федор Буйновский,
обозреватель «Вестника атомпрома»

Капитал и идеология Тома Пикетти

Как на самом деле должна работать экономика, если власть и капитал действительно хотят преодолеть неравенство

Известный французский экономист Тома Пикетти в своей колонке в газете Le Monde начиная с 2022 года неоднократно писал о том, что перераспределение богатств поможет спасти планету. И это — неотъемлемое условие борьбы с глобальным потеплением. По его мнению, те, кто утверждает обратное, лгут. Те, кто говорит, что, в принципе, было бы неплохо осуществить это перераспределение, но это невозможно по политическим, техническим или еще каким-то иным причинам, также лгут.

Необходимость трансформации экономической системы

По мнению Пикетти, многие избиратели по-прежнему скептически относятся к социально-экологическим левым и предпочитают полагаться на националистических, антииммигрантских правых — как на Юге, так и на Севере. Это показали выборы в Швеции и Италии. Все это происходит по одной причине: без фундаментальной трансформации экономической системы и распределения богатства социально-экологическая программа рискует обернуться против среднего и рабочего классов. А ведь это ключевой момент всей борьбы с изменением климата: коренным образом изменить свой образ жизни придется всем.

При этом не стоит верить в мантры про изменение образа жизни высшего класса: пандемия ковида показала, что изменит свой образ жизни только средний класс. Пикетти подмечает, что с 2008 года состояния самых богатых людей продолжили расти огромными темпами. Например, во Франции топ-500 самых богатых граждан за 12 лет (с 2010 по 2022 год) увеличил свое состояние с €200 млрд до €1 трлн. Автор уверен, что необходимо вернуться к прогрессивной шкале налогообложения, так как вновь нужны огромные инвестиции, в частности в образование и в обновление

инфраструктуры (та же Франция недавно отказалась от проекта по обновлению отопительной системы ввиду недостатка средств в бюджете). После введения американским президентом Рузвельтом налогов в 80–90% для сверхбогатых, подчеркивает Пикетти, эти высокие налоги продержались с 1930-х до 1980 года, что совпало с временами максимального процветания, инноваций и роста.

История легитимизации неравенства и концепция его упразднения

Книга Пикетти «Капитал и идеология», опубликованная в 2019 году, посвящена неравенству доходов в контексте всемирной истории. В ней предлагаются идеи реформирования экономической и политической систем для преодоления неравенства.

По мнению Пикетти, во все времена и при всех режимах власти идеологически оправдывали неравенство. Доколониальная Индия, Китай времен империи строились на троичной системе: во-первых, военные; во-вторых, клерикалы и интеллектуалы; в третьих, собственно те, кто работает. В европейских обществах, в частности во Франции при Старом режиме, эта триада выглядела так: oratores (те, кто молится), bellatores (те, кто воюет), laboratores (те, кто работает).

После Великой французской революции, по Пикетти, троичные общества заменяются обществами собственников — право собственности заменяет иерархическую гармонию. Начинается эпоха неравенства, основанного на праве собственности, торжество идеологии собственности (proprietary), а после периода попыток избавления от неравенства приходит — в 1980-е годы, вместе с Рейганом и Тэтчер — идеология неособственности (la politique neoproprietary). Так военная легитимизация неравенства была заменена рыночной.

Сегодня, пишет Пикетти, члены левых партий, более не представляющие рабочий класс, соединяются с «правыми рыночниками». В новой системе также

есть популисты, которых Пикетти называет социал-нативистами (борцы с иммиграцией, злоупотребляющие псевдосоциальной риторикой). Далее автор выдвигает идею прогрессивного обложения богатых налогами в 50–60–90% в качестве инструмента восстановления социальной справедливости и пути к уничтожению неравенства. У Пикетти есть еще несколько идей: временная собственность, социализм участия, социал-федерализм, обложение налогами права передачи собственности по наследству. Пикетти называет свою концепцию «преодоление капитализма», так как все высокие культуры строились на основе собственности и права наследования. Еще одним важным путем к упразднению неравенства Пикетти считает образование.

Основные идеи Тома Пикетти

1. Всякое общество оправдывает свое неравенство — так возникают разнообразные экономические и социальные правила, призванные укрепить сложившийся порядок вещей.

2. Феномен неравенства начинается с троичных средневековых обществ, состоящих из трех классов: дворянства, духовенства и крестьян. Дворянство гарантировало защиту на земле, духовенство — защиту божею, крестьяне трудились, обеспечивая тех и других пропитанием и товарами, фактически обменивая труд на безопасность.

3. С конца XVIII века каждому европейцу известно: частная собственность священна (но равные права на нее не означают равные возможности). Сакрализация собственности стала залогом новой стабильности. Прежде таким залогом был бог: все держалось на авторитете церкви.

4. XX столетие было веком надежды на более справедливый мир, и эта надежда отчасти оправдалась. В 1950–1980-е годы капиталистические государства фактически превращались в социал-демократические.

5. Коммунизм стал наиболее радикальным вызовом собственнической идеологии — и наиболее непродуманным. Большевики с легкостью провозгласили отмену частной собственности, но детального альтернативного плана не имели. Распад СССР убедил многих, что с политикой перераспределения благ нужно быть осторожнее — куда надежнее полагаться на саморегулирующиеся рынки. Крах коммунизма оказался крахом надежд на социальную справедливость.

6. С 1980-х годов экономика вновь подпитывается привычной антиэгалитарной идеологией XIX века. А низшие классы чувствуют себя покинутыми, часто находя отдушину в национализме и расизме. И, как показывает опыт многих, в том числе восточных, государств, в социальном неравенстве нет ничего естественного, идет ли речь о классах или кастах.

7. Сегодня мир глобализируется, страны становятся все более взаимозависимыми. То и дело возникающие

Тома Пикетти — французский экономист, получивший известность благодаря исследованию причин и последствий неравенства доходов. Обладатель докторской степени, профессор Высшей школы социальных наук и Парижской школы экономики, иностранный член Американского философского общества, Пикетти специализируется на вопросе экономического неравенства, применяя исторический и статистический подходы. В своих работах он рассматривает соотношение темпов накопления капитала и экономического роста на протяжении 200 лет — с XIX века до наших дней. Его оригинальный подход к использованию налоговой статистики позволил собрать данные о верхушке экономической элиты, установить скорость накопления ими богатства и сопоставить это с данными по остальной части общества и экономики.

кризисы, в том числе крупнейшие, вроде кризиса 2008 года, преодолеваются обманчиво легкими способами, например путем создания новой денежной массы. Подобные решения вызывают оправданное возмущение простых граждан, ведь напечатанные деньги направляются не им, а крупным корпорациям.

8. Самый естественный способ избежать экономического краха — развитие социального федерализма. Он основан на представлении о справедливом обществе: таком, где доступ к самому широкому спектру благ предоставлен всем членам общества, а неравенство доходов объяснимо лишь разными жизненными устремлениями.

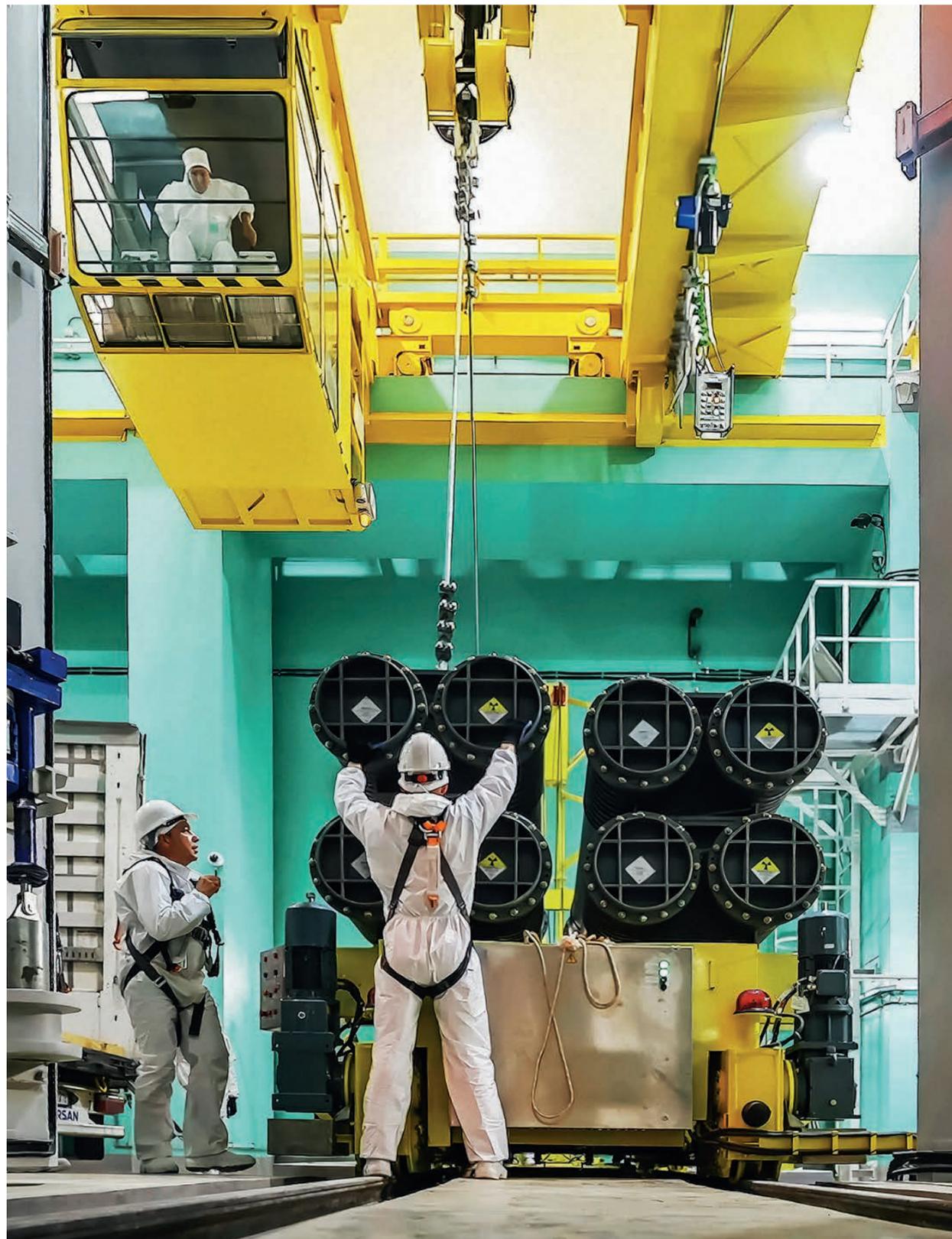
9. Прогрессивный налог на богатство — ключевой инструмент для справедливого обращения капитала: им манипулировать сложнее, чем подходным налогом, особенно очень богатым людям, чей налогооблагаемый доход часто составляет небольшую часть их богатства, в то время как фактический доход копится в семейных владениях.

10. Миру необходима новая международно-правовая база, и ее нужно предложить до того, как демонтировать старую. Однако государствам не стоит ждать согласия всего мира, прежде чем пойти вперед. Несколько государств могут двинуться к социальному федерализму на основе ряда общих решений, при этом оставаясь открытыми для других стран.

Получается, что на международном уровне строительство атомных станций для производства большого количества дешевой экологически чистой энергии в странах с развивающейся экономикой — это и есть та самая борьба с неравенством на глобальном уровне. И Росатом, будучи лидером в сооружении АЭС за рубежом, является лидером в этой борьбе. Может быть, стоит об этом говорить погромче?

Фото: АО «ТВЭЛ»

27 апреля 2023 года на АЭС «Аккую» доставлена первая партия свежего ядерного топлива



Давай поделимся

От А до Я!

От «Атомэнергомаша» до ЯОКа, от освоения Арктики до строительства наземных АСММ в Якутии, от атомной науки до ядерных прорывных технологий — телеграм-канал газеты «Страна Росатом» рассказывает о важных событиях от А до Я.

Будьте в курсе!

В нашем телеграм-канале — горячие новости и оперативные комментарии, в том числе выходящие далеко за пределы отрасли.

Выигрывайте призы!

Каждый месяц мы проводим конкурс среди подписчиков.

Спрашивайте!

У вас есть уникальная возможность задать вопросы топ-менеджерам и ведущим экспертам.

Присоединяйтесь, с нами интересно! Чтобы подписаться, отсканируйте QR-код или вбейте в поиске StranaRosatom.

