



## Ядерная энергия, человек и окружающая среда

### РОССИЙСКАЯ ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

В состав ГК «Росатом» входят 11 действующих АЭС, в эксплуатации находятся 37 ядерных энергоблоков суммарной установленной мощностью 29,5 ГВт (включая плавучий энергоблок ПЭБ ПАТЭС в составе двух реакторных установок). В системе PRIS ПАТЭС имеет статус двухблочной АЭС с блоками Akademik Lomonosov-1 и Akademik Lomonosov-2, и число российских ядерных энергоблоков равно 38.

В 2022 г. АЭС России выработали свыше 223,371 млрд кВт·ч электроэнергии при плановом показателе 217,872 млрд кВт·ч, превысив достижение 2021 г. (222,436 млрд кВт·ч). Коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) составил 86,2%.

Максимальную выработку среди российских АЭС, внесших наибольший вклад в очередной рекорд, обеспечили Балаковская (свыше 35,7 млрд кВт·ч), Ростовская (свыше 35,046 млрд кВт·ч) и Калининская (свыше 32,636 млрд кВт·ч) атомные станции.

По словам ген. директора концерна «Росэнергоатом» А. Петрова, одним из основных факторов, сыгравших большую роль в повышении выработки электроэнергии, стало проведение ремонтной кампании — благодаря применению принципиально новых цифровых инструментов срок ее сократился на 146 суток.

- Ленинградская АЭС в 2022 г. выработала 31,403 млрд кВт·ч электроэнергии (101,5% от соответствующего рекордного показателя за 2021 г.), что составило 102,79% от планового задания. КИУМ Ленинградской АЭС в 2022 г. также достиг рекордного значения в 81,93% при плане 79,7%. Всего с начала эксплуатации (декабрь 1973 г.) по состоянию на 1 января 2023 г. ЛАЭС выработала 1,145 триллиона кВт·ч электроэнергии, это — максимальное значение за всю историю отечественной ядерной энергетики. По словам директора станции В. Перегуды «ЛАЭС по сей день остается флагманом отечественной ядерной энергетики и главным поставщиком электроэнергии на Северо-Западе России, обеспечивая более 30% энергопотребления в регионе». Объем выработанной на ЛАЭС электроэнергии позволил сэкономить выбросы CO<sub>2</sub>-эквивалента в объеме 15,32 миллиона тонн (если бы аналогичный объем вырабатывался на ТЭС).

- Атомный ледокол «Урал» вошел в состав Атомфлота России. 22 ноября на нем был поднят государственный флаг. Церемония закладки АЛ «Урал» состоялась 25 июля 2016 г., спуск на воду — 26 мая 2019 г. АЛ «Урал» — третий универсальный ледокол проекта 22220 (второй серийный этого проекта). Головной атомный ледокол «Арктика» и первый серийный «Сибирь» уже введены в эксплуатацию (в 2021 и 2022 гг. соответственно).

- 22 ноября на Балтийском заводе спущен на воду АЛ «Якутия». Контракт на его строительство был подписан в августе 2019 г. Сдача в эксплуатацию намечена на конец 2024 г.

- В декабре завершена разработка ядерного топлива для реакторной установки РИТМ-200С, входящей в состав модернизированного плавучего блока.

Первый из этих блоков (МПЭБ), отличающийся высокой экономической эффективностью при повышенном уровне безопасности, планируется ввести в эксплуатацию 1 марта 2026 г. в Билибинском районе Чукотского автономного округа.

- На площадке АО «ГНЦ НИИАР» (г. Димитровград) завершен масштабный ремонт ядерной энергетической установки с исследовательским реактором ВК-50 — первым и единственным в стране

# НОВОСТИ

действующим корпусным кипящим реактором с естественной циркуляцией теплоносителя, созданным по предложению И.В. Курчатова. После ремонта и соответствующего обследования принято решение о продлении его эксплуатации до 2041 г.

Что касается портфеля зарубежных заказов Росатома, то, согласно данным системы PRIS, из семи блоков, строительство которых началось в 2022 г., пять блоков российского дизайна с реакторами ВВЭР-1200:

- 25 февраля — блок № 8 АЭС Tianwan в Китае. Генеральный контракт на сооружение IV очереди (блоки № 7 и № 8) был подписан в марте 2019 г. Блок № 7 начал строиться 19 мая 2021 г. Ввод блоков в эксплуатацию запланирован на 2026—2027 гг.;
- 19 мая — блок № 4 АЭС Xudabu в Китае. Генеральный контракт на сооружение блоков № 3 и № 4 подписан в 2019 г. Xudabu-3 начал строиться в июле 2021 г. Ввести блоки в эксплуатацию планируется в 2027—2028 гг.;
- 20 июля — блок № 1 АЭС El Dabaа, первой атомной станции в Египте;
- 19 ноября — блок № 2 АЭС El Dabaа.

В соответствии с контрактом, заключенным ГК «Росатом» и Управлением по атомным электростанциям Египта в декабре 2017 г., на площадке АЭС El Dabaа должны быть сооружены четыре энергоблока с реакторами ВВЭР-1200. Ввод в эксплуатацию блока № 1 ожидается в 2026 г., в 2030 г. электроэнергию должны вырабатывать все четыре энергоблока.

• 21 июля в турецкой провинции Мерсин состоялась торжественная церемония начала сооружения блока № 4 АЭС Akkuу. Строительство станции ведет ГК «Росатом» на основе соглашения, подписанного в мае 2010 г. Всего планируется ввести в эксплуатацию четыре энергоблока общей мощностью 4800 МВт(э). Официальное начало строительства блока № 1 состоялось 3 апреля 2018 г.; строительство блока № 2 стартовало в апреле 2020 г., третьего — 10 марта 2021 г. Лицензия на строительство блока № 4 была выдана турецким Управлением по ядерному регулированию в октябре 2021 г., его ввод в эксплуатацию ожидается в 2026 г. В настоящее время все четыре блока находятся в стадии строительства. В этом году (к 100-летию образования Турецкой Республики) блок № 1 должен вступить в строй.

## УСТАНОВКА КОРПУСА МБИР

На площадке АО «ГНЦ НИИАР» (г. Димитровград Ульяновской области) сооружается многоцелевой исследовательский реактор на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем (МБИР).

Одним из ключевых событий текущего года стала установка корпуса реактора в проектное положение (18 января), что позволит завершить устройство купола реакторного блока.

Корпус реактора МБИР представляет собой уникальное изделие длиной 12 метров, диаметром 4 метра и весом более 83 тонн, изготовленное на заводе Атоммаш в Волгодонске (Ростовская область). Установка корпуса реактора в проектное положение осуществлена на восемь месяцев раньше срока. Следует отметить, что ключевые события, имевшие место в 2022 г. (бетонирование шахты реактора, проведение работ по возведению дренажной насосной станции, завершение устройства фундамента турбоагрегата) также были реализованы с опережением установленного графика, что стало возможным благодаря применяемым на стройке современным цифровым технологиям. Поэтому строительные работы планируется завершить на год раньше запланированного срока (в 2026 г.).

Пуск МБИР ожидается в 2027 г. Введение его в эксплуатацию позволит расширить изучение двухкомпонентной ядерной энергетики и замыкания топливного цикла, ускорить и обосновать создание безопасных ядерных энергетических установок IV поколения. МБИР станет самым мощным исследовательским реактором в мире (мощность 150 МВт), сможет испытывать различные комбинации топлива и теплоносителя для разработки перспективных реакторов, начиная со смешанного оксидного топлива и натриевого теплоносителя. Он придет на смену широко востребованному сегодня реактору БОР-60, который уже более полувека функционирует на площадке «ГНЦ НИИАР».

Главный конструктор проекта МБИР — АО «НИКИЭТ», научный руководитель — АО «ГНЦ РФ — ФЭИ», генеральный подрядчик строительства — АО «Институт «Оргэнергострой» (г. Москва).

# НОВОСТИ

## ЗАВЕРШЕН ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ УСТАНОВКИ С ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ЖИДКОСОЛЕВЫМ РЕАКТОРОМ

В рамках федерального проекта «Разработка новых материалов и технологий для перспективных систем» реализуется проект по созданию реакторной установки (РУ) с инновационным исследовательским реактором с циркулирующим расплавом топливной соли (ИЖСР).

АО «НИКИЭТ», как головная конструкторская и проектная организация, в кооперации с НИЦ «Курчатовский институт» и рядом предприятий ГК «Росатом», успешно завершила первый этап — разработку эскизного проекта этой реакторной установки. В нем были выбраны основные технические решения и конструктивные элементы, проработаны схемные и компоновочные решения РУ. В рамках утвержденной ГК «Росатом» программы НИОКР уже ведется обоснование конструкционных материалов реакторной установки и оборудования, модуля переработки ОЯТ, технологии приготовления топливной и промывочной солей и других технологий. Следующими этапами проекта станут обоснование инвестиций в исследовательскую РУ с ИЖСР и разработка ее технического проекта.

Реакторная установка с ИЖСР будет возведена на площадке ФГУП «Горно-химический комбинат» (г. Железнодорожск) для отработки жидкосолевыми технологиями, необходимых для создания полномасштабного жидкосолевого реактора-сжигателя долгоживущих отходов ядерной энергетики — минорных актинидов. Активную зону в ИЖСР формирует гомогенная расплавленная смесь из фторидов солей лития, бериллия и делящегося материала. Топливная композиция используется одновременно и в качестве топлива активной зоны, и в качестве теплоносителя I контура. Температурный и пустотные коэффициенты в реакторе — отрицательные.

## «ЕВРОСТАТ» СООБЩАЕТ

В конце декабря 2022 г. статистическая служба Европейского Союза («Евростат») опубликовала данные о состоянии атомной отрасли в странах ЕС в 2021 г., обновив результаты 2020 г. Согласно этим данным, суммарное количество электроэнергии, выработанное в 2021 г. на 106 ядерных энергоблоках, эксплуатируемых в 13 странах ЕС, составило 731 млрд кВт·ч, что на 7% больше, чем в 2020 г. и на 21% меньше рекордного значения, достигнутого в 2004 г. (928 млрд кВт·ч).

На долю АЭС пришлось 25,2% от общей электрогенерации в странах ЕС. Основное производство электроэнергии на АЭС в Евросоюзе (83% от общей атомной выработки) было сосредоточено в пяти странах ЕС, среди которых лидирует Франция (51,8%; 379,36 млрд кВт·ч). Далее следуют: Германия (9,4%; 69,13 млрд кВт·ч), Испания (7,7%; 56,56 млрд кВт·ч), Швеция (7,2%; 52,96 млрд кВт·ч) и Бельгия (6,9%; 50,33 млрд кВт·ч). Наивысшая доля ядерного электричества в национальном электропроизводстве — во Франции (68,9%), на втором месте Словакия (52,4%), на третьем — Бельгия (50,6%).

Очевидно, что в ближайшие годы пятерка крупнейших производителей ядерного электричества претерпит серьезные изменения. Три из них — Испания, Бельгия и Германия заявили о постепенном свертывании ядерной энергетики в своих странах. Власти Испании в ноябре 2018 г. подтвердили, что рассчитывают закрыть действующие в стране семь ядерных энергоблоков в период между 2023 и 2028 г. В Бельгии в мае 2018 г. был утвержден законопроект, согласно которому в 2025 г. все ядерные энергоблоки должны прекратить производить электроэнергию; первым должен быть остановлен в 2022 г. блок № 3 АЭС Doel, затем, в 2023 г. — блок № 2 АЭС Tihange.

В Германии, согласно решению правительства А. Меркель, принятому в августе 2011 г., все немецкие АЭС должны быть остановлены до 2023 г. В результате реализации этого решения 8 блоков прекратили работу в августе 2011 г.; эксплуатация трех закончилась до конца 2019 г. и 31 декабря 2021 г. окончательно остановлены еще три. Таким образом, к настоящему времени из 17 действующих блоков осталось только три. Судьбу их после ожесточенных споров решил канцлер страны Олаф Шольц, разрешив им, на фоне надвигающегося энергетического кризиса, продолжать работу до 15 апреля 2023 г.

Планы Бельгии по прекращению работы блоков также могут быть пересмотрены в связи с неопределенностью поставок энергоносителей и увеличения выбросов CO<sub>2</sub>.

# НОВОСТИ

## СОГЛАШЕНИЕ О ПРОДЛЕНИИ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕЛЬГИЙСКИХ АЭС

В составе бельгийского ядерного парка 7 блоков суммарной мощностью 5,9 ГВт — три на АЭС Tihange и четыре на АЭС Doel.

Коалиционное правительство Бельгии 23 декабря 2021 г. подтвердило свое решение закрыть все ядерные энергоблоки в стране к 2025 г.

Блоки № 1 и № 2 АЭС Doel и блок № 1 АЭС Tihange, начавшие эксплуатацию в 1975 г. и подлежащие закрытию после сорока лет эксплуатации в июне 2015 г., получили разрешение на продление работы на 10 лет до 2025 г.

В соответствии с планом Doel-3 был окончательно остановлен в сентябре 2022 г., а Tihange-2 будет закрыт в конце января 2023 г.

Блоки Doel-4 и Tihange-3, вступившие в эксплуатацию позже (в 1985 г.), могут работать до 2025 г. 9 января 2023 г. французская компания Engie (оператор бельгийских АЭС) и федеральное правительство Бельгии подписали соглашение о продлении работы блоков Doel-4 и Tihange-3 в течение еще 10 лет.

В заявлении правительства говорится, что Соглашение «предусматривает начало необходимых экологических и технических исследований для получения разрешений, необходимых для этого продления». «Мы заключили важное соглашение об энергоснабжении нашей страны», — отметил премьер-министр Александр де Кроо. «После двух очень напряженных недель мы заложили основу для продления работы реакторов Doel-4 и Tihange-3, так что работы можно начать завтра... Настоящим мы вернем нашу судьбу в свои руки, что принесет пользу как безопасности поставок, так и цене. В дополнение к увеличению количества газовых и ветряных морских турбин и солнечных панелей, эксплуатация ядерных реакторов дает нам краткосрочную и долгосрочную перспективу безопасности, которая нужна нам сегодня».

Продление эксплуатации Doel-4 и Tihange-3 позволит сохранить 2000 МВт мощностей ядерной энергетики. По мнению экспертов, без вклада ядерной энергетики Бельгия не сможет выполнить свои цели по климату, достичь долгосрочной стабильности цен на электроэнергию и безопасности ее поставок.

## САУДОВСКАЯ АРАВИЯ НАМЕРЕНА СТРОИТЬ АЭС

Саудовская Аравия планирует развивать свою мирную ядерную программу, чтобы использовать ее возможности для производства электричества в рамках реализации стратегии по увеличению доли экологически чистой энергии в структуре энергопотребления. Согласно стратегии Королевства к 2040 г. установленная мощность саудовских АЭС должна составить 17 ГВт.

В настоящее время в планах страны строительство двухблочной АЭС суммарной мощностью 3,2 ГВт; ввод блоков в эксплуатацию намечен в ближайшие 10 лет.

ГК «Росатом» заявила, что готова оказать всестороннюю поддержку Саудовской Аравии в развитии ядерной энергетики, в том числе участвовать в проекте сооружения в стране первой АЭС, и разработала комплексное интегрированное предложение по ее строительству.

В декабре прошлого года вице-премьер РФ А. Новак сообщил, что Росатом направил документы для участия в конкурсе на строительство АЭС.

В январе этого года министр энергетики Саудовской Аравии Абдель Азиз бин Салман заявил, что контракты на строительство АЭС будут заключены «очень скоро». При оглашении бюджета на 2023 г. было объявлено о достижении промежуточного результата по проекту сооружения первой АЭС в стране.

Министр подчеркнул, что программа использования атомной энергии в мирных целях необходима для сокращения выбросов CO<sub>2</sub>. Уже принято решение о строительстве в рамках «Видения 2030» ядерного исследовательского реактора. Целью этого проекта является освоение технологии строительства и эксплуатации ядерных реакторов, подготовка кадров, поддержка исследований и разработок в смежных науках, а также повышение квалификации национальных компаний, чтобы они могли производить материалы для реакторов.

Саудовская Аравия обладает крупными запасами урана (они были обнаружены в районах Джабал Саид, Джабал Карья и др.) и намерена использовать его для обеспечения своих АЭС ядерным топливом. Согласно оценкам экспертов, страна может добывать более 90 тыс. тонн урана в год.

*Материал подготовила И.В. Гагаринская*