



## Ядерная энергия, человек и окружающая среда

**МИРОВАЯ ЯДЕРНАЯ  
ЭНЕРГЕТИКА В 2020 г.**

Согласно базе данных МАГАТЭ по энергетическим реакторам (PRIS), на конец декабря 2020 г. статус действующих имели 443 ядерных энергоблока общей установленной мощностью 393 334 МВт(э) нетто; 52 блока установленной мощности 55 276 МВт(э) нетто находились в стадии строительства.

С начала 2020 г. произошли энергопуски пяти блоков: 8 августа в Китае — Tianwan-5 с реактором ВВЭР-1000; 19 августа в ОАЭ — Barakah-1 с реактором APR-1400; 22 октября в России — Leningrad 2-2 с реактором ВВЭР-1200; 3 ноября в Республике Беларусь — Belarussian-1 с реактором ВВЭР-1200; 27 ноября в Китае — Fuqing-5 с реактором HPR-1000.

Начато строительство трех энергоблоков: в Турции — блок № 2 АЭС Аккууи, 8 апреля; в Китае — блок №1 Zhangzhou, 4 сентября; и блок №1 АЭС Taipingling, 15 октября.

В 2020 г. были окончательно остановлены 5 ядерных энергоблоков: два — во Франции (Fessenheim-1, 2) 2 февраля и 3 июня соответственно; два — в США: Indian Point-2, 30 апреля, и Duane Arnold, 12 октября; один — в России (Leningrad-2) 10 ноября. Общее количество реакторо-лет эксплуатации энергоблоков в мире составляет 18 728.

**ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА  
В РОССИИ В 2020 г.**

Атомные станции России выработали в 2020 г. рекордное количество (215,746 млрд кВт·ч электроэнергии, превысив достижение 2019 г. (208,7 млрд кВт·ч) более, чем на 7 млрд квт. ч. «Мы завершили 2020 г. абсолютным рекордом за всю историю существования российской ядерной энергетики, достигнутым лишь во времена Советского Союза в 1988 г., когда все атомные станции выработали 215,669 млрд кВт·ч (с учетом АЭС Украины, Литвы и Армении)», — отметил генеральный директор концерна Росэнергоатом А. Петров. На пике развития ядерной энергетики в Советском Союзе действовало 47 энергоблоков, в настоящее время в РФ — 38 энергоблоков с суммарной установленной мощностью порядка 29 ГВт. Максимальную выработку среди российских АЭС обеспечили Ростовская (свыше 32,8 млрд кВт·ч), Балаковская (свыше 30,6 млрд кВт·ч) и Калининская (свыше 28,4 млрд кВт·ч) атомные станции.

Основными факторами, сыгравшими большую роль в повышении выработки электроэнергии, стали, в том числе, сокращение на 130,5 дня продолжительности ремонтных компаний, позволившее получить дополнительно 2,4 млрд кВт·ч электроэнергии, и переход с 12-месячного на 18-месячный топливный цикл энергоблока № 6 Нововоронежской АЭС. Доля АЭС в общем национальном электропроизводстве (1,063 трлн кВт·ч по данным системного оператора) составила 20,3% (в 2019 г. этот показатель был равен 19%). В Единой энергосистеме (ЕЭС) России их доля выросла до 20,6% против 19,3% в 2019 г. (без учета выработки электроэнергии Билибинской АЭС и ПАТЭС, работающих в изолированной системе).

В 2020 году:

■ 22 октября блок № 2 Ленинградской АЭС-2 впервые был подключен к единой электросети. Блок № 2 ЛАЭС-2 с реактором ВВЭР-1200 (блок № 6 Ленинградской АЭС или Leningrad-2-2 в системе PRIS) стал четвертым в серии блоков нового поколения «3+», построенных в России. Он заменил блок № 2 Ленинградской АЭС с реактором РБМК, который после 45 лет службы был остановлен 10 ноября 2020 г. Новый блок заменил не только электрическую, но и тепловую мощность

# НОВОСТИ

остановленного блока — он был впервые подключен к тепло- и водоснабжению горячей водой г. Сосновый Бор и его промышленной площадке в ноябре.

До конца 2020 г. блок № 2 ЛАЭС-2 находился в опытно-промышленной эксплуатации, его мощность поэтапно увеличивалась. (На номинальный уровень мощности он вышел 3 января 2021 г.) Ввод блока в промышленную эксплуатацию планируется в марте 2021 г.

■ 22 мая плавучая атомная электростанция (ПАТЭС) введена в промышленную эксплуатацию. С этого дня «проект по сооружению плавучей атомной теплоэлектростанции в г. Певек Чукотского АО можно считать успешно завершенным. Теперь она полноправно стала 11-й промышленно эксплуатируемой АЭС в России и самой северной в мире», — заявил А. Петров.

В 2020 г. завершен эскизный проект оптимизированного варианта плавучего атомного блока, себестоимость и сроки строительства которого по сравнению с пилотной ПАТЭС значительно снижены, а мощность — увеличена. Экономические показатели обеспечивают ему конкурентность в плане тарифов на электроэнергию как в России, так и на зарубежных рынках.

■ В декабре Росатом и Правительство Республики Саха (Якутия) заключили соглашение, которое закрепляет принципы тарифообразования на электроэнергию в рамках проекта сооружения атомной станции малой мощности (АСММ) в поселке Усть-Куйга Усть-Янского улуса.

В основе проекта — референтная технология Росатома с реакторными установками РИТМ-200, спроектированными с учетом многолетнего опыта эксплуатации малых реакторов на судах российского атомного ледокольного флота. В 2020 г. был завершен полевой этап изысканий. Лицензию на строительство планируется получить в 2024 г., а ввести станцию в строй — в 2028 г.

■ Ростехнадзор продлил лицензию на эксплуатацию БН-600 до 2025 г. Продление срока эксплуатации еще на 5 лет позволит выработать дополнительно более 22 млрд кВт·ч электроэнергии.

■ Универсальный атомный ледокол «Арктика» вошел в состав атомного флота России. 21 октября на АЛ в Мурманске прошла церемония поднятия государственного флага Российской Федерации. Ледокол уже совершил первый рабочий рейс в акваторию Северного морского пути.

■ 26 мая в Санкт-Петербурге на Балтийском заводе состоялась церемония закладки атомного ледокола проекта 2220 «Якутия». АЛ «Якутия» — четвертый ледокол данного проекта, после «Арктики» (головного) и двух серийных: «Сибирь» и «Урал». Сдача в эксплуатацию «Якутии» намечена на 2025 г.

■ 16 декабря на Балтийском заводе состоялась церемония закладки атомного ледокола «Чукотка», пятого ледокола проекта 22220 после «Арктики» (головного) и трех серийных АЛ: «Сибирь», «Урал» и «Якутия»). Ввод в эксплуатацию намечен на декабрь 2026 г.

■ В апреле Росатомфлот и судостроительный комплекс «Звезда» подписали контракт на строительство ледокола «Лидер», 6 июля состоялась первая резка металла для его строительства. Ввод ледокола запланирован на декабрь 2027 г.

■ Объем грузооборота в акватории Северного морского пути достиг рекордного значения — 32,97 млн тонн, превысив годовой план в 29 млн тонн.

## ПОРТФЕЛЬ ЗАРУБЕЖНЫХ ЗАКАЗОВ РОСАТОМА

Комментируя итоги прошедшего года, глава Росатома А. Лихачев сказал, что «мы практически не ощутили серьезной временной задержки в реализации наших зарубежных проектов». Ограничения, введенные в 2020 г. из-за пандемии коронавирусной инфекции, не привели к серьезным сдвигам в строительстве ядерных энергоблоков по российским технологиям за рубежом.

По словам А. Лихачева, портфель зарубежных заказов Росатома на 10-летний период (35 блоков в 12 странах) составил по итогам 2020 г. 138 млрд долларов.

В 2020 году:

■ **Блок № 1 Белорусской АЭС** с реактором ВВЭР-1200 3 ноября впервые был синхронизирован с сетью и выдал первые кВт·часы электроэнергии в единую энергосистему Республики Беларусь. 22 декабря начался этап его опытно-промышленной эксплуатации. Ввод в промышленную эксплуатацию запланирован на 1 квартал 2021 г. Энергоблок № 1 Белорусской АЭС является первым действующим энергоблоком поколения 3+, построенным по российским технологиям за рубежом. Блок № 2 должен быть введен в эксплуатацию в первом полугодии 2022 г.

# НОВОСТИ

■ В декабре подписан протокол об окончательной приемке **блока № 4 АЭС Тяньвань (КНР)**. После двухгодичной гарантийной эксплуатации Росатом передал блок заказчику — компании Jangsa Nuclear Power Corporation.

■ По словам директора строящейся в **Турции** первой АЭС **Аккую** (4 блока с реактором ВВЭР-1200) Сергея Буцких, строительные и монтажные работы на станции идут «полным ходом» в соответствии с графиком:

— в апреле на площадке будущей АЭС стартовало строительство блока № 2;

— в ноябре Министерство энергетики и природных ресурсов Турции сообщило о выдаче лицензии на строительство блока № 3 этой станции;

— на площадку строительства доставлен корпус реактора для энергоблока № 1, и началось строительство насосной станции для этого блока;

— на блоке № 2 установлена в проектное положение «ловушка расплава».

■ «Мы сделали все возможное и невозможное, чтобы выполнить ключевые события 2020 г. Сооружение АЭС движется в хорошем темпе», — сказал директор проекта по сооружению АЭС «**Руппур**» (2 энергоблока с реакторами ВВЭР-1200) в **Республике Бангладеш** С. Ласточкин:

— на блоке № 1 с опережением графика завершено возведение шахты реактора;

— на строительную площадку доставлен корпус реактора для блока № 1;

— завершено бетонирование цилиндрической части внутренней защитной оболочки блока № 1.

■ Продолжались работы по реализации проекта сооружения в провинции Ляонин (КНР) двух энергоблоков (№ 3 и № 4) АЭС «**Сюйдапу**» с реакторами ВВЭР-1200 (уточнение документации, согласование, подготовительные работы на площадке) с тем, чтобы в 2021 г. приступить к активной фазе строительства. В составе блоков № 1 и № 2 реакторы AP-1000 американского дизайна. До сих пор опыта сосуществования в рамках одной АЭС энергоблоков российского и американского дизайна не было. Пуск блоков № 3 и № 4 запланирован на 2027 и в 2028 гг. соответственно.

■ Достигнуты важные вехи в подготовке двух новых энергоблоков с реакторами ВВЭР-1200 («**Пакш-II в Венгрии**») к строительству:

— летом была подана заявка на получение строительной лицензии в Венгерское атомное ведомство (ОАН), а в ноябре получено разрешение от управления энергетики и коммунального хозяйства на присоединение двух будущих энергоблоков в венгерской энергетической системе;

— получены разрешения на строительство ряда объектов строительной базы, и начато их строительство.

По словам министра иностранных дел и внешнеэкономических связей П. Сийярта, в декабре 2020 г. представители России и Венгрии в ходе двусторонних переговоров в Будапеште констатировали, что пандемия не задержала строительство новых энергоблоков, и инвестиции продвигаются в соответствии с измененным графиком из-за продления процесса допуска АЭС в Евросоюзе. Министр подчеркнул, что плановый срок ввода в эксплуатацию новых блоков, назначенный на 2028—2029 годы, является реалистичным.

■ Росатом передал заказчику (компании Fennovoima) проектную документацию базового дизайна с описанием технических решений проекта АЭС **Ханхикви в Финляндии**. Переданный пакет документов включает описание таких ключевых стадий подготовки, как концептуальный и функциональный проект АЭС, 3D-модель, проекты систем и здания АЭС, и составляет основу для предварительного отчета по безопасности проекта (ПООБ), который должен быть рассмотрен и принят Управлением по ядерной безопасности (STUK) страны для того, чтобы лицензия на строительство АЭС могла быть выдана правительством Финляндии. ПООБ является основным документом при подаче заявки на лицензию и представляет собой подробное описание всех аспектов, влияющих на безопасность АЭС: выбор площадки и размещение АЭС, проектные основы и технические решения, средства и меры безопасности. Завершить работы над ПООБ планируется весной 2021 г. Требования STUK к уровню детализации документов на этапе лицензирования существенно выше по сравнению со многими странами, и общая задача — урегулировать на «бумажной стадии» все технические детали проекта, чтобы минимизировать или вовсе исключить необходимость переделок непосредственно на стадии сооружения.

# НОВОСТИ

## НОВЫЙ ИНДИЙСКИЙ ЯДЕРНЫЙ ЭНЕРГОБЛОК

В индийском штате Гуджарат 10 января 2021 г. впервые был синхронизирован с сетью блок № 3 АЭС Какрагар с тяжеловодным реактором PHWR-700. Это — первый в стране реактор PHWR мощностью 700 МВт(э) собственной разработки.

Начало строительства блока № 3 — ноябрь 2010 г., реактор достиг критичности в июле 2020 г. На блоках № 1 и № 2 АЭС Какрагар установлены реакторы PHWR мощностью 220 МВт(э) индийской разработки, введены в промышленную эксплуатацию в 1993 и 1995 гг. соответственно.

Технология PHWR пришла в Индию из Канады. Но если первые блоки с PHWR во многом повторили исходный канадский проект, то уже на АЭС Madras (пуск блоков № 1 и № 2 мощностью 220 МВт(э) в 1983 и 1985 гг. соответственно) в проекте появились усовершенствования, внесенные индийскими атомщиками. В 2000 г. началось сооружение II-й очереди АЭС Тагарур (блоки № 3 и № 4), в их составе тяжеловодные реакторы большей мощности (PHWR-540). Ввод этих блоков состоялся в 2005 и 2006 гг. соответственно. Успешное и своевременное завершение строительства двух блоков с PHWR-540 повлекло за собой разработку и внедрение реактора PHWR-700, правда, от заливки первого бетона до энергопуска блока с PHWR-700 прошло 10 лет.

В настоящее время в Индии строятся еще 5 блоков с PHWR-700: Какрагар-4 (начало строительства март 2011 г.); Rajasthan-7, -8 (начало строительства — июль 2011 г.), еще на двух площадках ведутся земляные работы, но заливки первого бетона (официальное начало строительства) пока не было.

В составе индийского ядерного парка сейчас 23 действующих ядерных энергоблоков; 6 блоков находятся в стадии строительства. По числу действующих ядерных блоков Индия занимает седьмое место в мире, по установленной мощности (6955 МВт(э)) — 13 место, что связано со строительством реакторов малой мощности собственного производства для получения опыта в области ядерных технологий, поскольку ядерно-энергетическая программа Индии осуществлялась долгое время без топлива и технической помощи со стороны других стран.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ В США

Конгресс США 21 декабря 2020 г. одобрил бюджетный законопроект, которым определяется финансирование Министерства энергетики (DOE) на 2021 финансовый год. Законопроект предусматривает выделение DOE 42 млрд долларов, что на 3,45 млрд больше, чем в 2020 финансовом году, и на 6,3 млрд больше, чем было запрошено.

Из 1,5 млрд долларов, предназначенных на нужды исследований и демонстраций в области атомной энергии, 280 миллионов долларов выделены программе по демонстрации перспективных реакторных проектов (ARDR); 27,5 миллиона долларов будут потрачены на работы, связанные с обращением с радиоактивными отходами.

Бюджет предусматривает также финансирование в размере 150 миллионов долларов создания в США уранового резерва. В апреле 2020 г. рабочая группа при президенте Д. Трампе внесла в список рекомендаций предложение о прямой закупке урана для формирования национального резерва у американских добывающих компаний.

Перед самым уходом в отставку (8 января 2021 г.) помощника министра энергетики по атомной энергии Р. Баранвал был выпущен стратегический документ о развитии атомной отрасли до 2030-х годов. Коррекция документа в 2022 г. уже заложена в планы. Его судьба зависит от решения администрации нового президента США Байдена.

На 2021 г. стратегическим планом предусматривается: начало закупок урана для национального уранового резерва США; поддержка работ по повторному старту единственного производителя топлива TRIGA, используемого в исследовательских реакторах; поддержка грантами до 50 университетских проектов по НИОКР и выделение 5 миллионов долларов для поддержки студентов; разработка всеобъемлющего подхода к поддержке стран, развивающих ядерно-энергетические программы, и установление официального сотрудничества с пятью такими странами.

Министерство энергетики США поддержало пять проектов по разработке передовых ядерных реакторов, которые будут построены в стране частными компаниями. На данный момент финансирование составляет 30 миллионов долларов, но в течение семи лет планируется увеличить эту сумму до 600 миллионов долларов. Новые гранты нацелены на проекты, которые планируется осуществить в течение ближайших 10—14 лет. Главное условие — эффективность работы, недопущение эксплуатации и конструкция, в которой используются относительно безопасные виды ядерного топлива.

*Материал подготовила И.В. Гагаринская*