

ВЕСТНИК АТОМПРОМА

№ 7 | сентябрь | 2026

Главная тема

Первая в Узбекистане

Проект «Росатома» по сооружению
АЭС в Республике Узбекистан: история,
особенности, перспективы и значение

В номере

Культура безопасности	24
-----------------------	----

Малые модульные реакторы	32
--------------------------	----

Климат и атомная энергетика	40
-----------------------------	----



Уважаемые читатели!

Строительство первой АЭС в стране — это не только шаг к появлению мощного, стабильного и надежного источника зеленой энергии, но и драйвер социально-экономического и технологического развития. Проекты «Росатома» по сооружению атомных станций за рубежом способствуют укреплению технологического суверенитета, обеспечивая существенный прирост генерации электроэнергии и стимулируя промышленный рост в странах-партнерах. Такие проекты носят комплексный характер: они не только дают новый импульс для прогресса науки и многих высокотехнологичных отраслей, но и способствуют появлению городов-спутников с передовой инфраструктурой и развивают смежные сферы, включая образование и подготовку квалифицированных кадров, а также укрепляют долгосрочные дружественные отношения между государствами.

Главная тема номера рассказывает об уникальном проекте «Росатома» — строительстве в Узбекистане интегрированной АЭС с энергоблоками малой и большой мощности. Важно отметить, что это первый в мире экспортный контракт на строительство атомной электростанции малой мощности.

Также читайте о задачах и целях Инжинирингового дивизиона «Росатома» в области управления культурой безопасности, о том, какими темпами идет развитие технологий реакторов малой мощности в мире, и о том, какие вызовы ставит перед атомной энергетикой новая климатическая реальность.

**ВЕСТНИК
АТОМПРОМА**

№ 7, сентябрь 2026 года

Информационно-
аналитическое
издание



Фото на обложке
АСЭ

Главный редактор
Долгова Ю. В.
dolgova@strana-rosatom.ru

Выпускающий редактор
Еременко О. В.

Дизайн и верстка
Балдин В. В.

Корректор
Бомбенкова А. Н.

**Учредитель, издатель
и редакция**
Общество с ограниченной ответ-
ственностью «НВМ-пресс»

Адрес редакции
129110 г. Москва, Вн. тер. г.
муниципальный округ Мещан-
ский, улица Гиляровского, дом
57, строение 4

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

Журнал зарегистрирован в Федеральной
службе по надзору в сфере связи, инфор-
мационных технологий и массовых
коммуникаций

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

Тираж 1980 экземпляров
Цена свободная
Дата выхода в свет: 30.09.2026

При перепечатке ссылка
на «Вестник Атомпрома» обяза-
тельна. Рукописи не рецензиру-
ются 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. Зюбинская,
д. 6, стр. 2.
Тел.: +7 (968) 724-35-91
№ заказа: Аф-007/26.

		Содержание		
Главная тема	КОРОТКО	Энергия будущего 4 Атомная станция в Узбекистане — уникальный проект «Росатома»	Безопасность: практика	Строить с расчетом на десятилетия 24 Как Инжиниринговый дивизион выстраивает единый контур безопасности от проектирования до эксплуатации АЭС и превращает опыт проектов в общий инструмент развития
	ПРЯМАЯ РЕЧЬ	«Аналогов тому, что мы сегодня создаем в Узбекистане, в мире нет» 6 Атомная отрасль среднеазиатской республики выходит на новый этап развития		Цифровизация
	УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ	Больше чем атомная станция 10 Не только генерация: социально-экономические и экологические эффекты строительства АЭС в Узбекистане	Международный обзор	Дело за малыми 32 Малые модульные реакторы: глобальный ландшафт проектов и перспективы внедрения
	ТЕХНОЛОГИИ	Двойной РИТМ 14 Как организовать парный ввод в эксплуатацию реакторов малой мощности	Климат и энергетика	Остановит ли жара атом? 40 Уроки летнего сезона 2026 года для развития энергетики
	ВЗГЛЯД ИЗНУТРИ	«Большая честь быть первыми в этом направлении» 16 Путь Узбекистана к первой АЭС	Технологии	Курс на энергетическое изобилие 46 Атомная энергетика в эпоху перемен: новые вызовы и горизонты развития
		В начале большого пути 20 Технологии, кадры и инфраструктура для первой АЭС в Узбекистане	Устойчивое развитие	«Озеленение» по правилам 48 Регуляторные стимулы Банка России: механизм сниженных риск-весов для приоритетных проектов
	ЯДЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ	От теории — к реактору 22 Ведущий ядерный вуз России готовит в Ташкенте специалистов для атомной отрасли Узбекистана	ИЦАЭ	Реактор из картона 54 Как ИЦАЭ превращает науку в праздник

Энергия будущего

Атомная станция в Узбекистане является уникальным проектом госкорпорации «Росатом». Она возводится по первому в мире экспортному контракту на строительство атомной электростанции малой мощности (АСММ).

В 2017 году было заключено соглашение о сотрудничестве в области использования атомной энергии в мирных целях на уровне генерального директора «Росатома» и заместителя премьер-министра Республики Узбекистан. Далее проект выстраивался поэтапно, и 24 марта 2026 года в Ташкенте состоялось подписание дорожной карты по сотрудничеству в атомной и смежных областях между госкорпорацией «Росатом» и Агентством по атомной энергии при Кабинете министров Республики Узбекистан (агентство «Узатом»), а также дополнительного соглашения к контракту на строительство АЭС, которое предусматривает новую, интегрированную конфигурацию атомной станции. В состав проекта войдут два энергоблока большой мощности на базе реакторов ВВЭР-1000 поколения III+ и два энергоблока с реакторами РИТМ-200Н мощностью 55 МВт каждый. Подписи под документами поставили генеральный директор госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев и директор Агентства по атомной энергии при Кабинете министров Республики Узбекистан Азим Ахмедхаджаев. Одновременно с этим на площадке строительства АЭС в Фаришском районе Джизакской области начались бетонные работы в рамках сооружения энергоблока атомной станции малой мощности с реактором РИТМ-200Н.

Дорожная карта охватывает все основные направления взаимодействия по проекту сооружения АЭС, в том числе подготовку кадров, информирование населения о современных ядерных технологиях и создание будущего атомного города при станции. Подписание дорожной карты показывает, что партнерство между Россией и Узбекистаном в атомной области носит комплексный характер,

а атомная отрасль дает импульс развитию всех сфер жизни.

«Подписание дорожной карты и соглашения на строительство интегрированной АЭС, а также начавшиеся следом бетонные работы на площадке знаменуют выход Узбекистана в авангард мировой атомной энергетики. Страна запускает уникальный проект, который на протяжении десятилетий будет способствовать социально-экономическому росту и укреплению технологического суверенитета. Для «Росатома» проект в Узбекистане — это очередной важный шаг в развитии атомной энергетики, в укреплении дружественных отношений с нашими стратегическими партнерами», — подчеркнул генеральный директор «Росатома» Алексей Лихачев.



4 июня 2026 года на строительной площадке в Фаришском районе Джизакской области Узбекистана состоялась торжественная церемония в режиме телемоста между стройплощадкой АЭС в Узбекистане и Санкт-Петербургом, где разрешение на строительство первого энергоблока интегрированной АЭС дали президент Российской Федерации Владимир Путин и президент Республики Узбекистан Шавкат Мирзиёев. С приветственным словом к гостям на площадке обратился генеральный директор Международного агентства по атомной энергии Рафаэль Гросси. О статусе работ по реализации проекта доложили первый заместитель генерального директора госкорпорации «Росатом» по атомной энергетике, президент АО «Атомстройэкспорт» Андрей Петров и директор Агентства по атомной энергии при Кабинете министров Республики Узбекистан Азим Ахмедхаджаев. После этого студенты Ташкентского филиала НИЯУ «МИФИ» нажатием символической кнопки дали старт строительству.

«Узбекистан вступает на путь ускоренного развития высоких технологий, и для «Росатома» большая честь быть частью этого исторического процесса. Мы с партнерами только в начале реализации проекта, но нельзя не отметить его большое значение. После запуска АЭС сможет обеспечить до 14% энергопотребления страны. Это даст новый импульс для промышленного, технологического и экономического развития. Более того, проект атомграда, который мы предложили Узбекистану, создаст новую общность людей. Вокруг АЭС вырастет не просто пристанционный городок, это будет настоящий наукоград — витрина передовых ядерных и смежных технологий», — отметил первый

заместитель генерального директора «Росатома» по атомной энергетике Андрей Петров.

Заливка первого бетона знаменует официальное присвоение объекту статуса строящейся атомной электростанции по стандартам МАГАТЭ. Это событие является стартом ключевого этапа реализации проекта по возведению комбинированной АЭС в Узбекистане и логичным продолжением многолетнего сотрудничества России и Узбекистана в сфере атомных технологий.

Текст: Алексей Комольцев

Фото: «Росатом», АСЭ, агентство «Узатом»

«Аналогов тому, что мы сегодня создаем в Узбекистане, в мире нет»

Атомная отрасль среднеазиатской республики выходит на новый этап развития



В начале лета на строительной площадке в Фаришском районе Джизакской области Узбекистана состоялась торжественная церемония начала строительства первого энергоблока интегрированной АЭС, в составе которой планируется объединить четыре энергоблока — два малой и два большой мощности. О том, как формировалась концепция этой АЭС и как разворачивается ее строительство, «Вестнику атомпрома» рассказал Павел Безруков, вице-президент — директор проекта по сооружению АЭС в Республике Узбекистан АО «Атомстройэкспорт» (входит в Инжиниринговый дивизион госкорпорации «Росатом»).

— Павел Николаевич, расскажите, какова предыстория проекта, почему Узбекистан выбрал путь развития атомной энергетики.

— Узбекистан не страна-новичок, а активный участник советского атомного проекта с первых лет становления отрасли. В советское время в Узбекской ССР были созданы важнейшие элементы системы атомной промышленности. В 1953 году было открыто урановое месторождение Учкудук в Бухарской области, в 1958 году для переработки его руды стартовала всесоюзная стройка Навоийского горно-металлургического комбината (НГМК). Первоначально добыча полезных ископаемых велась горным способом, а далее именно на Учкудуке в Узбекистане освоили технологию добычи урана способом скважинного подземного выщелачивания (СПВ) и стали развивать этот метод на месторождениях гидрогенного песчаника. С 1994 года весь уран в Республике Узбекистан извлекается методом СПВ. Сегодня комбинат — один из крупнейших производителей урана, Узбекистан регулярно входит в топ-10 стран, добывающих это сырье.

Исследовательский реактор в Узбекистане был запущен в 1959 году, он стал первым подобным объектом в Центральной Азии. Это исследовательская установка ВВР-СМ, разработанная НИКИЭТ. Реактор до сих пор действует в Институте ядерной физики Академии наук Узбекистана, в поселке Улугбек вблизи Ташкента. На нем проводились исследования в области физики ядра и элементарных частиц, радиационной физики и материаловедения, активационного анализа и радиохимии. Сейчас на нем получают различные радионуклиды и производят на их основе более 60 радиофармпрепаратов, в том числе на экспорт. Таким образом, Узбекистан обладает научной базой, специалистами, знакомыми с ядерными технологиями, население доверяет им, очевиден экономический эффект от работы отрасли. Поэтому решение развивать в своей стране атомную генерацию абсолютно логично.

Кроме того, с каждым годом другие производства становятся все более технологичными, им необходимо гарантированное энергообеспечение. И сложно придумать более надежный вариант, чем АЭС, еще и в комбинированном исполнении. Атомная электростанция обеспечивает стабильную генерацию, независимую от погодных условий, а также может иметь многоцелевое применение — например, производить тепло, опреснять воду. С учетом продолжительного

топливного цикла, эти особенности делают стоимость атомной электроэнергии конкурентоспособной.

Проект выстраивался поэтапно. Меморандум о сотрудничестве в области использования атомной энергии в мирных целях между «Росатомом» и Академией наук Республики Узбекистан был подписан в ноябре 2017 года, также был заключен контракт на поставку топлива для реактора ВВР-СМ. В конце того же года было заключено соглашение о сотрудничестве в области использования атомной энергии в мирных целях на уровне генерального директора «Росатома» и заместителя премьер-министра Республики Узбекистан. Далее в сентябре 2018 года было подписано межправительственное соглашение на уровне премьер-министров, на тот момент проект предполагал строительство двух блоков ВВЭР-1200.

В 2024 году власти Узбекистана приняли решение начать интеграцию атомной энергетики в энергосистему страны со строительства АСММ. 27 мая 2024 года в ходе государственного визита президента России в Узбекистан был подписан протокол о внесении изменений в межправсоглашение 2018 года, суть которых — расширение сотрудничества для строительства в Узбекистане АСММ по российскому проекту. Далее «Атомстройэкспорт» и ГП «Дирекция по строительству АЭС» Агентства по атомной энергии при Кабинете министров Республики Узбекистан подписали контракт на сооружение АСММ — строительство

в Джизакской области блоков с реакторами РИТМ-200 мощностью 55 МВт (эл.) каждый. Это первый в мире экспортный контракт на сооружение АСММ интегральной компоновки. Мы видим, что малые модульные реакторы — это очевидный тренд развития атомной энергетики. Подобные проекты пытаются сейчас реализовать многие страны мира, но референтные проекты есть только у «Росатома».

Параллельно с этим между российской и узбекской сторонами продолжались переговоры о строительстве АЭС большой мощности, и в марте 2026 года мы подписали дополнительное соглашение о сооружении двух энергоблоков ВВЭР-1000. В настоящее время на площадке АСММ уже ведутся бетонные работы, в июне был залит первый бетон. По блокам большой мощности ведется изыскательская работа.

— Какие экономические и социальные эффекты получит Узбекистан от реализации проекта?

— Когда АЭС заработает на полную мощность, она станет мощным источником электроэнергии. Выбавляя 17,2 млрд кВт·ч в год, станция обеспечит до 14% от общего энергопотребления Узбекистана, таким образом внесла значительный вклад в обеспечение энергетической стабильности страны.

Конечно, строительство атомной электростанции положительно влияет и на развитие региона. У нас

На фото

24 марта 2026 года в Ташкенте состоялось подписание дорожной карты по сотрудничеству в атомной и смежных областях, а также дополнительного соглашения к контракту на строительство АЭС, предусматривающего новую, интегрированную конфигурацию АЭС. Подписи под документами поставили генеральный директор госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев и директор агентства «Узатом» Азим Ахмедхаджаев



Бетонные работы в рамках сооружения энергоблока атомной станции малой мощности с реактором РИТМ-200Н на площадке строительства АЭС в Фаришском районе Джизакской области



уже есть много подобных примеров. Город Островец, вблизи которого построена Белорусская АЭС, — один из наиболее динамично развивающихся регионов Республики Беларусь, с начала активного строительства население города выросло с 8 до 12 тыс. жителей. Китайский Ляньюньган в начале сооружения АЭС «Тяньвань» представлял из себя небольшой поселок, сейчас же это развитый город с несколькими миллионами жителей.

Современная АЭС создает рабочие места в высокотехнологичных отраслях и в смежных секторах. Так, одно рабочее место на действующей АЭС в среднем создает до 10 рабочих мест в инфраструктуре, это строители, эксплуатационный персонал, ученые, обслуживающий персонал и так далее.

— В чем преимущества, а также трудности сочетания блоков большой и малой мощности? Насколько это усложняет проект?

— В состав проекта АЭС в Узбекистане войдут два энергоблока большой мощности на базе ВВЭР-1000 и два энергоблока с реакторами РИТМ-200Н мощностью 55 МВт каждый. Комбинированная модель станции позволит обеспечить базовую нагрузку за счет большой генерации, а пиковые всплески потребления компенсировать малыми мощностями. В основе реактора РИТМ-200 судовая установка, значительно адаптированная и доработанная для использования на суше. Эти судовые энергоустановки эволюционировали с учетом постоянной готовности к маневрированию мощностью. Если большие блоки ВВЭР целесообразнее эксплуатировать в режиме постоянной базовой нагрузки, то маневр мощностью, что важно для сравнительно небольшой энергосистемы, будет удобнее выполнять на реакторах РИТМ. Общая станционная инфраструктура, которая будет использоваться совместно для обеих категорий блоков, создаст условия для экономии ресурсов на этапе строительства и эксплуатации.

Безусловно, это уникальный проект. Но, по правде сказать, все наши проекты в какой-то степени уникальны, всегда есть актуализация под площадку, климатические условия, потребности заказчика. Российская проектная школа, обладая огромным опытом, академическими и прикладными знаниями, продолжает развивать ядерные технологии, делает их экономически более привлекательными и безопасными. Мы наблюдаем огромный интерес мирового сообщества к нашим технологиям.

Аналогов тому, что мы сегодня создаем в Республике Узбекистан, в мире нет, но безопасность технологий у нас подтверждена в полном объеме. Реакторы РИТМ-200 в морском исполнении успешно работают на атомных ледоколах. Что касается российской технологии ВВЭР-1000, эти энергоблоки также демонстрируют один из лучших показателей в мире на АЭС «Куданкулам» в Индии, на АЭС «Тяньвань» в Китае.

— Каковы особенности площадки (геология, гидрогеология), местной энергосистемы? Почему была выбрана именно эта площадка?

— Проект будет реализован на площадке рядом с озером Тузкан, располагающимся в Фаришском районе Джизакской области. Алгоритм выбора места расположения АЭС отработан: на площадках, наиболее подходящих под потребности энергообъекта, проводятся изыскательские работы: бурятся разведочные скважины, берутся пробы грунта, которые позволят оценить сейсмическую устойчивость, гидрогеологические особенности и другие параметры территории, что является обязательным условием для обеспечения надежности и безопасности будущей станции. Мы ориентировались именно на такие территории. Площадка, где сегодня ведутся строительные работы, оказалась наиболее подходящей по параметрам безопасности и эффективности.

— Как будет осуществляться водоснабжение станции? Влияет ли на проектные решения жаркий и засушливый климат региона?

— В условиях Узбекистана вода — ценный ресурс, поэтому в качестве источника охлаждения турбинного острова выбрана технология сухого охлаждения, которая уже применяется в ряде стран с жарким климатом. Ключевая особенность сухого охлаждения — это циркулирование воды в замкнутом контуре без испарения. Система заполняется один раз и продолжает работать без необходимости постоянного восполнения в больших объемах, экономя миллионы тонн воды в год. Такие системы успешно используются в Иране, Турции, Китае. Их применение позволяет минимизировать потребление воды, что делает возможным размещение АЭС даже в засушливых районах. Хотя даже при сухом охлаждении подпитка водой в небольших объемах все же необходима. Источники водоснабжения есть, мы рассматриваем несколько вариантов.

— Средняя Азия считается сейсмоактивным регионом. Есть ли какие-то особенности у проекта в связи с этим аспектом? Заложены ли дополнительные запасы прочности и соответствующие проектные решения?

— «Росатом» с высочайшим уровнем ответственности относится к безопасности и надежности АЭС. Станции, построенные по российскому дизайну, способны выдержать экстремальные внешние воздействия, в том числе землетрясения. Безопасность атомной станции начинается с тщательного выбора площадки, о чем мы уже говорили. При выборе учитывается также вероятность опасных природных явлений. Причем изыскания проводятся дважды: предварительно — на этапе выбора площадки, на этом этапе собираются многолетние данные по сейсмичности, уровню воды. Второй раз изыскания, уже детальные, на выбранной площадке проводятся на этапе разработки проекта. Вся собранная информация является определяющей при строительстве АЭС.

У «Росатома» есть богатый опыт строительства и эксплуатации объектов в регионах, сталкивающихся с природными катаклизмами. Это и Армянская АЭС, выдержавшая Спитакское землетрясение магнитудой около 7, и АЭС «Куданкулам» в Индии, где благодаря грамотному выбору площадки станция защищена от воздействия водной стихии со стороны Индийского океана. АЭС «Аккую» в Турции продемонстрировала свою устойчивость в начале 2023 года. В узбекском проекте у нас также заложены максимально необходимые требования по сейсмостойчивости.

— Каковы особенности местной экономики (в аспекте возможности задействовать местные производительные силы), последующей кооперации для участия в строительстве других объектов? Есть ли уже понимание, как распределятся роли

«Традиционно при реализации зарубежных проектов «Росатом» уделяет особое внимание привлечению местных поставщиков. Локализация позволяет стране-заказчику, ее компаниям приобрести новый опыт, знания, технологии. Экономика страны при таком формате сотрудничества получает не только серьезный импульс в своем развитии, но и увеличение объема налогов и платежей в бюджеты всех уровней».

при строительстве, какую часть строительно-монтажных работ будут выполнять местные специалисты, а какую российские?

— Реализация проекта по строительству комбинированной атомной станции создаст до 20 тыс. рабочих мест как непосредственно на АЭС, так и в сопутствующей инфраструктуре. В первую очередь к работе на площадке будут привлекаться именно граждане Узбекистана. Традиционно при реализации зарубежных проектов «Росатом» уделяет особое внимание привлечению местных поставщиков. Локализация позволяет стране-заказчику, ее компаниям приобрести новый опыт, знания, технологии. Экономика страны при таком формате сотрудничества получает не только серьезный импульс в своем развитии, но и увеличение объема налогов и платежей в бюджеты всех уровней.

В Узбекистане мы планируем активно привлекать местные компании. На данном этапе перечислить конкретные предприятия не представляется возможным. При соблюдении всех требований к строительству атомного объекта, применяемых в «Росатоме» к субподрядчикам, к строительству могут быть привлечены компании Узбекистана, поставляющие строительные материалы, местное сырье, оказывающие услуги в проектировании, перевозке оборудования, строительно-монтажных работах.

— На каком этапе работы по проекту АЭС находятся сейчас, что предстоит сделать до конца текущего года и в следующем году?

— В настоящее время идет бетонирование фундаментной плиты здания реактора АСММ, эти работы мы завершим до конца 2026 года. На минусовых отметках начнется возведение стен и перекрытий, а также приступим к работам по бетонной подготовке вспомогательного корпуса. Уже начата работа по закупке основного оборудования для АСММ.

Текст: Роман Жолудь

Фото: «Росатом», АСЭ, агентство «Узатом»

Больше чем атомная станция

Не только генерация: социально-экономические и экологические эффекты строительства АЭС в Узбекистане



Строительство первой АЭС — это не только шаг к стабильной и дешевой выработке энергии. На примере Узбекистана можно понять, как проект атомной электростанции повлияет на экономику страны, ее экологию, научный и технический потенциал и изменит качество жизни людей. Ожидается, что первая АЭС в Узбекистане на полной мощности будет вырабатывать 17,2 млрд кВт·ч в год и обеспечит около 14% энергопотребления страны. Появление такого крупного энергетического объекта, как атомная станция, не просто даст миллиарды киловатт-часов. Такой масштабный проект окажет влияние на климатические показатели страны, многие отрасли ее промышленности, рынок труда и уровень жизни. Строительство АЭС внесет весомый вклад в устойчивое развитие государства в целом. О том, как первая атомная станция изменит Узбекистан, мы поговорили с руководителем центра стратегии и развития АО «Атомстройэкспорт» Натальей Пименовой.

— Основной источник энергии в Узбекистане сейчас — это природный газ. На втором месте — возобновляемые источники энергии, включая гидроэнергетику. Этого стало недостаточно для достижения целей устойчивого развития страны?

— Я начну с того, что страны — члены ООН еще в 2015 году выработали 17 целей устойчивого развития. Они направлены на решение глобальных проблем в социальной, экономической и природоохранной сферах. Узбекистан, как и другие государства, отслеживает их и стремится к достижению этих целей. В частности, его волнует одна из них — недорогостоящая и чистая энергия. Для достижения этой цели устойчивого развития еще есть определенные проблемы, потому что в Узбекистане население до сих пор испытывает сложности с доступом к чистым источникам энергии и технологиям в этой области. Доля ВИЭ в энергетическом балансе страны пока еще невелика. Около 80% в энергобалансе страны занимает ископаемое топливо — газ, нефть, уголь. На ВИЭ приходится около 20%, там доминирует солнечная энергия. Но возобновляемые источники не обеспечивают базовую нагрузку энергосистемы.

Еще один негативный фактор — сравнительно большой объем выбросов углекислого газа. Если мы проанализируем влияние источников энергии на выбросы CO₂, то увидим, что выгода от строительства АЭС как низкоуглеродного источника очевидна. Выбросы парниковых газов на всем ее жизненном цикле минимальны, и это ставит атомную энергетику в один ряд с солнечной, гидро- и ветрогенерацией.

Сейчас в планах Узбекистана — достичь снижения удельных выбросов парниковых газов на единицу ВВП на 50% к 2035 году. Для этого в стране нужно уменьшать использование доминирующего вида топлива — газа. Прирост низкоуглеродных источников, таких как АЭС, позволяет убирать из общего объема выбросов миллионы тонн эквивалента CO₂ ежегодно.

Важно, что страна не только заботится об обеспечении себя электроэнергией, но и думает о том, что это за электроэнергия, как она влияет на окружающую среду.

— Как появление АЭС повлияет на социально-экономическое развитие Узбекистана?

— За последние 10 лет население страны выросло на 22%, экономика развивается достаточно

активно. Наблюдается стабильный темп роста ВВП — 7% в 2025 году. Также прирост ВВП Республики Узбекистан по паритету покупательной способности, по данным МВФ, демонстрирует, что потребление электроэнергии в стране должно быстро расти. Мы подсчитали, что АЭС может дать электроэнергию примерно 20% населения Узбекистана, это около 7 млн человек.

Кроме того, сооружение АЭС — это масштабный инфраструктурный проект, который будет способствовать экономическому росту за счет привлечения местных подрядчиков и работников. Так, оцениваемый нами эффект для экономики Узбекистана за период строительства АЭС составит порядка \$2 млрд добавленной стоимости к ВВП страны. Новые рабочие места, повышение занятости населения и уровня образования, появление новых профессий положительно изменят рынок труда.

— У Узбекистана специфические географические характеристики: пятая часть страны — горы, около 60% — пустыни. Дает ли проект АЭС какие-то преимущества в контексте природных особенностей страны?

— Я бы прежде всего обратила внимание на другую природную особенность Узбекистана — наличие урановых месторождений. Страна занимает, по разным оценкам, пятое-шестое место в мире по добыче урана, который она экспортирует. Строительство АЭС позволит использовать это сырье на внутреннем рынке для генерации энергии и, следовательно, развития экономики.

Преимущество атомной энергии — стабильность выработки. Атомная станция поставяет электричество вне зависимости от текущих природных условий, для нее не важно, светит солнце или нет. Тем не менее проект ориентирован на климат Узбекистана. Вы, наверное, обратили внимание на новости о том, что венгерская АЭС «Пакш» останавливала один энергоблок из-за обмеления Дуная, вызванного рекордной жарой в Европе. Так вот, Узбекистану с его высокой температурой воздуха и дефицитом водных ресурсов такая опасность грозить не будет: на атомной станции будут использоваться сухие градирни, а это экономия миллионов тонн воды в год. Охлаждение жидкости происходит не за счет испарения, как в обычных градирнях, а с помощью обдува воздухом. При этом башенная градирня обеспечивает конвективную тягу без использования электровентиляторов, что позволяет еще и экономить электроэнергию.

— Есть ли какой-то особый прагматический смысл в нынешней конфигурации АЭС: два больших энергоблока плюс два малых?

— Изначально предполагалось, что будут построены шесть малых блоков, однако в связи с необходимостью развития генерирующих мощностей в стране была произведена переконфигурация проекта с увеличением планируемой мощности АЭС с 330 до 2110 МВт.



Цифры

~ 80%

в энергобалансе Узбекистана занимает ископаемое топливо — газ, нефть, уголь

на 50%

планирует Узбекистан снизить удельные выбросы парниковых газов на единицу ВВП к 2035 году

на 7 млн тонн

CO₂-эквивалента будет ежегодно сокращать (экономить) выбросы парниковых газов АЭС

в 70 раз

ниже выбросы парниковых газов за жизненный цикл на кВт·ч электроэнергии АЭС, чем угольной генерации

— Вы уже говорили о том, что ввод АЭС поможет снизить углеродную нагрузку. Расскажите об этом подробнее. Каких еще экологических эффектов стоит ожидать?

— В целом выбросы парниковых газов за жизненный цикл на кВт·ч электроэнергии АЭС оцениваются в 40 раз ниже, чем газовой генерации, и примерно в 70 раз ниже, чем угольной. То есть при текущем энергобалансе атомная станция будет ежегодно сокращать (экономить) выбросы не менее чем на 7 млн тонн CO₂-эквивалента. И опять же, важно то, что атомная станция сможет заместить базовую выработку, чего не смогут сделать ни солнечные станции, ни ГЭС из-за дефицита энергоресурсов в стране.

В 2025 году более 7 млн кВт·ч электроэнергии в стране было выработано за счет угля или нефтепродуктов. Даже если заместить только этот объем, сократится около 6 млн тонн выбросов углекислого газа. Но нужно помнить, что кроме CO₂ есть выбросы других загрязняющих веществ, а также золоотвалы, угольные разрезы, перевозка угля и другие источники экологической нагрузки. Их вредное воздействие тоже будет уменьшаться при замещении таких источников генерации на атомную энергетику.

— Строительство АЭС может стать мощным импульсом для развития местного бизнеса. Какие перспективы у Узбекистана в этом плане? Каковы возможности локализации в ходе строительства?

— Проект сооружения АЭС вносит значительный вклад в экономическое развитие и повышение качества жизни в регионе не только за счет прироста ВВП, исчисляемого миллиардами долларов. Он еще оказывает влияние на развитие местного предпринимательства. Организации Инжинирингового дивизиона «Росатома» заключают договоры

на субподряды, заказывают товары местных поставщиков. Большое количество привлеченных к работе локальных компаний и работников — это еще и вклад в снижение безработицы. В связи с тем, что оборудование для строительства атомной станции высокоспециализированное, ключевым направлением для локализации становится выполнение строительных работ. При этом АО «Атомстройэкспорт» использует подход с максимальным привлечением местных подрядчиков, обладающих требуемой квалификацией.

Ожидаемый уровень локализации может составлять до 30% от стоимости контракта. Но, кроме привлечения местных подрядчиков, стоит упомянуть и вторую ступень локализации. Значительный объем строительства выполняется организациями, входящими в «Росатом», но при этом они стремятся максимально увеличить наем местных работников. Так, например, в Бангладеш на этапе сооружения АЭС «Руппур» доля местного персонала составила порядка 80%. В случае Узбекистана важным дополнительным фактором, способствующим найму местных работников, является отсутствие языкового барьера. У многих местных строителей также есть опыт работы в России.

Нужно сказать и о возможностях для развития малого бизнеса. Рядом с АЭС строятся жилые комплексы для сотрудников, а значит, там возникают кафе, магазины, социально-бытовая инфраструктура. Открываются образовательные и медицинские учреждения, культурно-развлекательные центры, развивается торговля, спортивные и досуговые услуги. Поскольку строительство связано с доставкой персонала и грузов, в регионе модернизируется транспорт, улучшается его инфраструктура, например качество дорог, сооружаются новые подъездные пути. Там, где это требуется, прокладывается даже железная дорога.

Кроме того, АЭС — это еще и развитие технологий в стране, передача опыта эксплуатации станции, новые рабочие места на предприятии.

— Да, как раз об этом тоже хотелось бы поговорить. Во время строительства и тем более во время эксплуатации АЭС откроются высокотехнологичные вакансии. Какие ресурсы у рынка труда Узбекистана есть для их заполнения? Как российская сторона может помочь в подготовке кадров?

— Несмотря на то, что АЭС, которая строится в Узбекистане, первая в этой стране, можно сказать, что с кадровой точки зрения не придется начинать с нуля. Там работают и крупные электростанции, и предприятия атомного комплекса. Среди наиболее значимых можно назвать государственное предприятие «Навоийуран», обеспечивающее порядка 7% мировой добычи урановой руды и производства товарной закиси-оксида урана. Но со своей стороны «Росатом» тоже принимает обязательства в части обучения эксплуатационного персонала. Оно производится в рамках дополнительного соглашения, но однозначно определено основным договором. Также ведется

Цифры

~ 20%

населения Узбекистана (около 7 млн человек) сможет дать электроэнергию атомная станция

~ \$2 млрд

добавленной стоимости к ВВП страны — оцениваемый эффект для экономики Узбекистана за период строительства АЭС

работа по взаимодействию с опорными вузами «Росатома» в части обучения персонала.

В 2024 году я выступала на мероприятии «Женщины в STEM» (STEM — аббревиатура от Science (наука), Technology (технология), Engineering (инженерия) и Mathematics (математика). — *Примеч. ред.*), которое проходило в Ташкенте на площадке филиала Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». Его участниками были студенты технических вузов Узбекистана, где уже готовятся кадры в области науки, технологий, инженерии, математики.

— Что может дать для Узбекистана появление рядом с АЭС атомграда? На какие социально-экономические, технологические и научно-образовательные эффекты можно рассчитывать?

— Каждый проект сооружения АЭС госкорпорации «Росатом» представляет собой больше, чем просто атомную станцию. Он создает новую и развивает текущую инфраструктуру региона. Как мы уже говорили, в Узбекистане очень быстрорастущая экономика. Стране на этом этапе нужно качественно повышать уровень конкурентоспособности, включаться в мировые цепочки создания добавленной стоимости. В сочетании с уранодобывающей отраслью атомград для Узбекистана может стать важным инструментом дальнейшего развития, поскольку эта отрасль не просто формирует рынок труда, она создает и сектор высококвалифицированных кадров. Речь не только о научном и инженерном персонале, а о культуре производства, без которой невозможно развиваться на современных рынках, предъявляющих высочайшие требования к качеству продукции. И, конечно, атомград должен быть комфортным местом для жизни, как такие же города в России. Мои коллеги, например с Ленинградской АЭС, рады жить в атомном городе, несмотря на то, что рядом

«Проекты строительства АЭС несут не только стабильную, доступную и низкоуглеродную энергию, но также и технологии, которые повышают уровень жизни людей в тех регионах, где мы строим атомные объекты».

находится такой крупный и привлекательный мегаполис, как Санкт-Петербург.

У нас есть большой опыт по строительству атомных городов. К примеру, когда мы начинали возводить АЭС «Руппур» в Бангладеш, на этом месте ничего не было. Сейчас там стоят высотные жилые комплексы с инфраструктурой, спортивными сооружениями, хорошо развитым транспортом.

В целом при создании атомграда многое зависит от специфики региона и запросов заказчика. Так, в Бангладеш мы организовали обучающий центр, где местные жители могли получить технические профессии, например сварщика. А на проекте АЭС «Пакш-2» в Венгрии специалисты нашего Инжинирингового дивизиона спроектировали офисное здание по всем стандартам зеленого строительства, чтобы сотрудникам комфортно работалось, чтобы эффективно расходовалась электроэнергия и чтобы туда могли попасть люди с ограниченными возможностями здоровья.

Поэтому можно сказать, что проекты строительства АЭС несут не только стабильную, доступную и низкоуглеродную энергию, но также и технологии, которые повышают уровень жизни людей в тех регионах, где мы строим атомные объекты.

На фото

Глава МАГАТЭ Рафаэль Гросси, заместитель генерального директора госкорпорации «Росатом» по атомной энергетике, президент АО «Атомстройэкспорт» Андрей Петров и директор агентства «Узатом» Азим Ахмедхаджаев выступили на торжественной церемонии в честь начала строительства первого энергоблока АЭС 4 июня 2026 года



Текст: Ирина Дорохова
Фото: «ЗиО-Подольск», АСЭ

Изготовление РУ РИТМ-200 для атомного ледокола «Ленинград» (май 2026 г.). При вводе в эксплуатацию наземных АСММ будет применяться опыт, полученный на ледоколах

Двойной РИТМ

Как организовать парный ввод в эксплуатацию реакторов малой мощности



Инжиниринговый дивизион «Росатома» изучает возможность вводить в эксплуатацию реакторы на наземных атомных станциях малой мощности (АСММ) не последовательно, как это происходит на блоках большой мощности, а параллельно — как на ледоколах. Такой подход позволит соответствовать нормативным требованиям и сократит сроки и затраты.

Используя опыт

«Мы обсуждаем, как будем вводить в эксплуатацию наземные атомные станции малой мощности, АСММ с РУ РИТМ, с учетом опыта, полученного во время ввода в эксплуатацию реакторных установок на ледоколах. В конце мая прошло отраслевое совещание по этой теме», — рассказал руководитель центра АСММ «Атомстройэкспорта» Михаил Семухин. Впервые применить параллельный ввод

в эксплуатацию двух реакторов планируют на АЭС в Узбекистане.

Опыт ледоколов важен потому, что, во-первых, пока никакого другого для РИТМов нет. Во-вторых, именно на ледоколах установки изготавливались и принимались парами. На всех больших наземных АЭС, напротив, по очереди. В-третьих, реакторная установка, турбина и вспомогательное оборудование на наземных АСММ будут такими же или подобными ледокольным.

Единой конструкцией

Проектом предусмотрено установить оба реактора в одном здании. При последовательном подходе строительно-монтажные работы, связанные со второй реакторной установкой, скорее всего, помешают физпуску, энергопуску и началу эксплуатации первой: одним сотрудникам надо сидеть за пультом и следить за параметрами работы, а другим, по соседству, — вести сварку компонентов, укладывать кабели и работать

Прямая речь

отбойными молотками. Но действия на одной реакторной установке не должны создавать угрозу работе другой — это предписывают нормы и правила в области ядерной и радиационной безопасности. «Конечно, можно было бы изолировать один РИТМ от другого, но гораздо проще и логичнее выполнять работы параллельно. У нас АСММ будет устроена как единая конструкция, чем-то напоминающая ледокол, но не в металлическом корпусе, а в бетонном. Странно — строить пол-ледокола, а через полгода или год вторые пол-ледокола», — комментирует Михаил Семухин.

Нововведения без потери безопасности

Параллельный ввод в эксплуатацию двух реакторных установок потребует специального графика работ, планов поставок и подготовки персонала. Так, «Атомстройэкспорт» обсуждает с концерном «Росэнергоатом», Технической академией «Росатома» и заказчиком одновременную подготовку двух «комплектов» эксплуатационного персонала. «Думаю, была бы полезна и кооперация с «Атомфлотом», чтобы использовать их опыт, тренажеры, а возможно, и персонал, имеющий опыт ввода в эксплуатацию и эксплуатации аналогичных установок на ледоколах, для ввода в эксплуатацию первых наземных АСММ», — рассуждает Михаил Семухин.

Еще одно нововведение, которое «Атомстройэкспорт» планирует внедрить при вводе в эксплуатацию АСММ, — отменить операции, которые выполняются на больших блоках, но нет смысла проводить на малых. Это, например, работы с имитационной активной зоной и некоторые испытания и исследования, например исследования управления ксеноновыми колебаниями. После синхронизации блоков с сетью, в отличие от АЭС большой мощности, возможен сразу выход на полную мощность и проведение последующих испытаний. Это может позволить кратко сократить длительность и трудозатраты на ввод в эксплуатацию без нарушения требований норм и правил.

Обсуждаются и изменения в нормативную базу. Так, из-за особенностей конструкции РИТМов невозможно выполнить горячую обкатку оборудования до загрузки топлива, как это требуется сейчас, поэтому потребуются дополнительные расчеты для обоснования безопасности оборудования и его готовности к физпуску. Помимо этого, участники совместной рабочей группы «Росатома» и Ростехнадзора обрабатывают предложения и аналитику от организаций атомной отрасли по корректировке федеральных и отраслевых норм и правил для АСММ с РИТМ-200Н.

Предполагается, что благодаря всем нововведениям сроки запуска и, как следствие, итоговая себестоимость сооружения блока с двумя реакторами РИТМ-200Н будут снижены без потери безопасности. Полученный опыт «Атомстройэкспорт» планирует использовать во всех проектах наземных АСММ, которые «Росатом» обсуждает с партнерами. Для этого планируется разработать и ввести в действие специальный отраслевой стандарт.



Константин Зелевский

Вице-президент по технологии сооружения и ввода в эксплуатацию АЭС АО АСЭ:

— Переход от морских энергетических установок к наземным АСММ требует высокопрофессионального инженерного подхода. Мы берем проверенную годами практику ввода в эксплуатацию судовых установок и аккуратно проецируем ее на наземные объекты, с задачей оптимизации сроков и стоимости сооружения и ввода в эксплуатацию, конечно, при безусловном приоритете безопасности, надежности и качества АСММ.

Подробности

Техническая академия «Росатома» начала разработку учебных программ для персонала будущей АЭС в Узбекистане

Специалисты академии разрабатывают учебно-методические материалы для нового проекта и формируют графики подготовки персонала, строго увязывая их с этапами строительства атомного объекта. Учебные программы оперативно корректируются с учетом новых технологических задач. Только в Нововоронежском филиале к разработке программ обучения узбекских коллег привлечено порядка 50 профильных специалистов.

«Техническая академия начала активную подготовку к обучению персонала интегрированной АЭС в Узбекистане. В подготовительный период потребуется адаптация учебных материалов под специфику малых реакторов, интеграция знаний из смежных областей и усиление практического блока. В перспективе мы видим создание полноценного учебно-тренировочного центра в самом Узбекистане. Начнем готовить не просто операторов под пуск, Техническая академия создаст образовательную среду, в которой в будущем смогут обучаться сотни специалистов для всей атомной отрасли страны. Предполагается, что первый этап, включающий теоретическую подготовку и отработку навыков на полномасштабном тренажере, стартует после разработки и согласования всех учебных модулей, то есть с началом 2027 года», — пояснил директор проекта Технической академии Руслан Магда.

Текст: Евгений Рожков

Фото: ИЯФ АН Республики Узбекистан, «ТВЭЛ», РИА Новости

«Большая честь быть первыми в этом направлении»

Путь Узбекистана к первой АЭС



Илхам Садиков

Директор Института ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан

Еще в 1980-х годах ученые Узбекской ССР всерьез обсуждали строительство атомной станции — и почти забыли об этой идее после распада Советского Союза. Сегодня, когда проект узбекистанской интегрированной АЭС с реакторами большой и малой мощности уже находится на стадии реализации, директор Института ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан Илхам Садиков рассказывает о работе над этим проектом и своем участии в ней — от подготовки первых меморандумов с «Росатомом» до выбора площадки.

Судьбоносное решение

— Илхам Исмаилович, вы всю свою трудовую деятельность посвятили Институту ядерной физики и возглавили его в 2020 году. Что изменилось в институте за это время? Повлияла ли на работу перспектива строительства АЭС?

— В Институте ядерной физики я работаю с 1986 года, уже 40 лет. Начиная с должности инженера и прошел практически все ступени, которые есть в институте для научных сотрудников: младший и старший научный сотрудник, заведующий лабораторией, заместитель директора. В 2020 году стал директором.

Если говорить о переменах, то начались они в 2017 году, когда президент республики Шавкат Мирзиёев впервые объявил, что Узбекистан решил развивать собственную атомную энергетику. После этого институт стал одним из самых активных участников работ по подготовке к строительству станции. Мы участвовали в выборе потенциальной площадки, а я лично готовил первые документы — меморандум о сотрудничестве в области использования атомной энергии между «Росатомом» и Академией наук Узбекистана, а затем два межправительственных соглашения: о сотрудничестве в области мирного использования атомной энергии и о сооружении в Узбекистане атомной станции российского образца.

Все эти документы готовились при непосредственном участии Института ядерной физики. А в 2019 году

в институте появилось самое крупное на тот момент научное подразделение — отдел атомной энергетики и ядерных технологий, и мы начали проводить исследования именно в этом направлении.

— Как для вас лично как для ученого-ядерщика, выбравшего путь в науке еще в советское время, ощущается момент, когда в стране начинают строить атомную станцию, причем не простую, а гибридную?

— О строительстве атомной станции в Узбекистане мы мечтали еще в 80-х годах прошлого века. Тогда было отобрано около 70 потенциальных площадок, и планы были вполне серьезными. После распада Советского Союза эти планы забылись.

Профиль

Илхам Садиков — доктор технических наук, академик Академии наук Республики Узбекистан, с 2020 года возглавляющий Институт ядерной физики в Ташкенте. Родился 26 октября 1964 года в Коканде. Автор более 200 научных трудов и патентов по теме радиохимии, активационного анализа и ядерной медицины. Организовал на базе исследовательского реактора производство востребованных в мире радиоизотопов. Институт под его руководством обеспечивает радиоэкологическое сопровождение проекта первой узбекистанской АЭС и расширяет международные связи. За это Илхам Садиков удостоен государственной медали «Шухрат» — ею награждаются лица, которые своим добросовестным трудом достигли больших успехов в деле развития экономики, науки и культуры республики, а также воспитания подрастающего поколения.

В 2001 году по инициативе тогдашнего президента Академии наук и директора нашего института Б. С. Юлдашева был проведен большой научный семинар по строительству АЭС в Узбекистане с участием Министерства водного хозяйства и Института сейсмологии Узбекистана, а также российских специалистов, в том числе из Курчатовского института. Рассматривались разные типы энергетических реакторов, все было серьезно, но руководство страны тогда относилось к атомной энергетике скептически, и нам сказали больше не поднимать эту тему. С тех пор ни в одном плане института атомная энергетика даже не упоминалась.

Как я уже сказал, все изменилось в 2017 году. Уже через несколько месяцев после выборов Шавкат Мирзиёев объявил решение о создании атомной энергетики в стране. Для нас это было очень хорошим знаком, и мы сразу подключились к этой инициативе. А решение построить именно гибридную станцию — с реакторами большой и малой мощности на одной площадке, два РИТМ-200 и два ВВЭР-1000, — стало во многом уникальным, такого решения прежде в мире не принимали. Для нас это большая честь — быть первыми в этом направлении.

— Расскажите, как давно ваш институт работает с российскими партнерами и что для вас значит участие в таких проектах, как исследовательский реактор МБИР?

— С российскими организациями, в первую очередь с научными институтами атомной отрасли, мы сотрудничаем очень давно. Курчатовский институт курировал работу нашего реактора еще с 1960-х годов, и мы всегда советовались с коллегами при возникновении технических вопросов.

Наш реактор ВВР-СМ все время работал на топливе, произведенном в России. В 1970-х годах прошла модернизация реактора, и мощность реактора увеличилась с 2 до 10 МВт, то есть в 5 раз. И топливо реактора тоже изменилось: от ТВС с обогащением 10% перешли на ТВС с обогащением 90%, затем с 36%, сейчас используется топливо с обогащением 19,6%. Все эти новые виды топливных сборок проходили первые реакторные испытания именно в нашем институте.

В декабре прошлого года получили два новых типа топливных сборок — с урансилицидным композитным материалом и с оксидом урана высокой плотности. С апреля этого года мы начали испытания этих экспериментальных сборок. Сотрудничество продолжается: сейчас ведутся переговоры об испытаниях еще одного, пластинчатого топливного элемента.

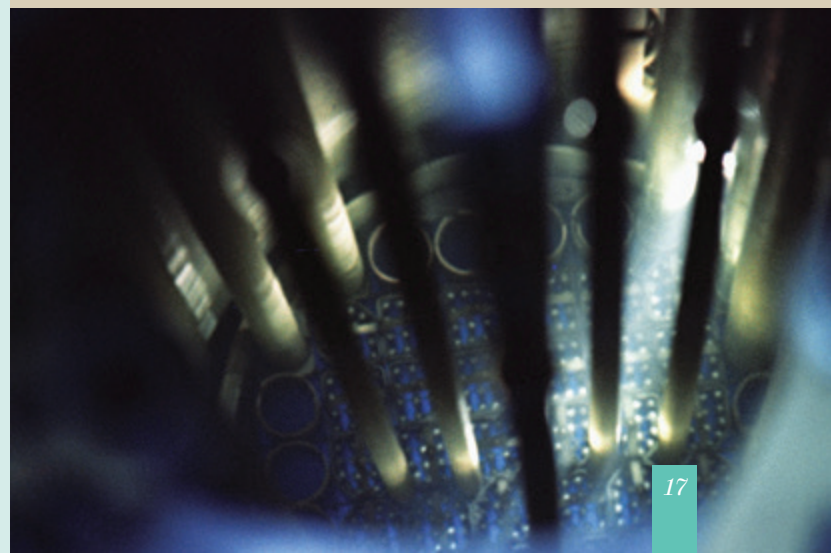
Место для АЭС

— Как ученые вашего института участвовали в выборе площадки и адаптации проектной документации под климатические условия Узбекистана?



История ИЯФ АН Узбекистана

Институту ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан в этом году исполнилось 70 лет. Уже в первое десятилетие работы (1956–1965 гг.) были практически завершены строительные и пусковые работы на всех базовых научных объектах института: это реактор, циклотрон, радиохимический комплекс, корпус ускорителей, корпус гамма-источников, главный физический корпус, корпус мастерских. Шли исследования в области ядерной физики низких и высоких энергий, а также изучения космических лучей. В 1970–1980-е годы деятельность института набрала полные обороты: созданы все научные подразделения, их направления четко определены, объекты института работают в круглосуточном режиме. Началась реконструкция и модернизация реактора, циклотрона, радиохимической лаборатории. Было организовано хозрасчетное предприятие «Радиофармапрепарат» (производство радиоизотопов). Период с 1990-х годов характеризуется выходом института на международный уровень исследований и совместных работ с крупнейшими ядерными центрами Америки, Европы, Азии, развитием производства и экспорта радиоизотопов, выполнением работ по радиоэкологии в международном содружестве, развитием информатизации исследований и международных связей.



Топливный дивизион «Росатома» обеспечил ядерным топливом исследовательский реактор ВВР-СМ в ИЯФ АН Узбекистана (декабрь 2025 г.). Модифицированное урановое и урансилицидное топливо изготовил НЭХК



— В инженерных изысканиях на потенциальных площадках участвовало много организаций, в том числе и наш институт, но непосредственно исследования грунтов проводили другие компании, поэтому подробно рассказать об этой части я не могу. Наш институт в основном занимался экологическим и радиационным мониторингом этих площадок. При этом в самом первом выборе потенциальных площадок я участвовал лично.

— В 2000-е в прессе обсуждалось, что строительство АЭС в Узбекистане спорно из-за сейсмической активности региона. Как ситуация оценивается сейчас?

— Сейсмичность региона с тех пор не изменилась, дело было в другом: тогда в руководстве страны существовало отрицательное отношение к ядерной энергетике в целом. Помню, как в те годы из названий лабораторий убрали само слово «ядерное»: лабораторию ядерной физики закрыли, ядерную химию переименовали в радиохимию. Сейсмичность в тот период просто использовалась как формальный повод.

Сегодня мы понимаем, что современные реакторы строятся и в девятибалльных сейсмических зонах, например в Бангладеш и Турции. Станция всегда строится с большим запасом прочности: если площадка находится в семибалльной зоне, реактор проектируется под восьмибалльную. Так что с сейсмической точки зрения никаких серьезных ограничений или опасений сейчас нет.

В ожидании трудоустройства

— В одном из интервью вы говорили, что молодежь в Узбекистане стала интересоваться ядерной

физикой. Связываете ли вы этот интерес с новостями о строительстве станции?

— Да, интерес к физике, и особенно к ядерной физике, резко вырос сразу после того, как в 2017 году было объявлено о решении развивать атомную энергетику. Конкурсы на физические факультеты вузов сильно увеличились.

Помню случай, когда «Росатом» выделил квоту в 15 мест на магистратуру в НИЯУ «МИФИ». Заявления подали 380 выпускников школ. Мы провели трехэтапный отбор, чтобы из 380 оставить 30 человек, а из этих 30 профессора МИФИ, приехавшие в Ташкент, должны были отобрать 15. Но выбор лучших из 30 сильных ребят оказался очень сложным. Когда об этом узнал генеральный директор «Росатома» Алексей Лихачев, он сказал: удвоим квоту и возьмем 30 человек. Так и сделали.

А когда в прошлом году в Джизакской области проходили общественные слушания по будущей площадке станции, около 90% вопросов касались одного: как устроиться на работу на станцию и куда для этого нужно поступать.

— Что вы говорите тем жителям Джизакской области, которые опасаются соседства с атомной станцией?

— Я уже не раз выступал с докладами перед студентами и преподавателями Джизакского педагогического университета, перед жителями в махаллах (местных общинах. — Примеч. ред.), выступал по телевидению. И всегда говорю так: для атомной станции первое — это безопасность, второе — снова безопасность, третье и четвертое — тоже

безопасность и только потом уже экономические и технические вопросы.

Во всем мире было построено более 900 энергетических реакторов, сейчас работает около половины из них. Крупных аварий было всего три — на АЭС в Три-Майл-Айленде, Чернобыле и Фукусиме. Что касается АЭС «Фукусима», от радиационного облучения там погибло ноль человек, ведь жертвы цунами не связаны напрямую с самой аварией на станции. И все три реактора, о которых идет речь, были спроектированы еще в 1950–1960 годах. Современные реакторы подорожали по сравнению с ними в разы именно из-за обеспечения требований безопасности, и ни одна другая отрасль не регулируется так строго, как атомная.

Люди, с которыми я говорю, действительно постепенно меняют отношение, у них уходит ничем не подкрепленный страх. Я всегда объясняю, что если посмотреть на весь жизненный цикл атомной отрасли, от добычи урана до получения электроэнергии, показатели профессиональных заболеваний и смертности в ней намного ниже, чем во многих других отраслях, именно потому что здесь особенно заботятся о безопасности и здоровье работников.

Атомный городок

— Узбекистан занимает лидирующие позиции в мире по запасам и добыче урана. Обсуждается ли учеными локализация отдельных элементов топливного обеспечения станции внутри республики?

— Этот вопрос рассматривается уже на государственном уровне, есть соответствующие постановления Кабинета министров. В стратегии развития Узбекистана заложена задача повышать добавленную стоимость добываемого урана. Не просто продавать сырье, а получать готовую продукцию, например окись урана. Есть также планы по производству гексафторида урана. Об обогащении урана речи пока не идет, все-таки это вопрос не только технический, но и политический. А вот работа над получением соединений в виде окиси или гексафторида в ближайшее время может начаться.

— Глава «Росатома» Алексей Лихачев говорил о концепции создания атомного города вокруг будущей станции. Собирается ли институт интегрироваться в его инфраструктуру, открыть филиал или лабораторию?

— Я бывал в нескольких таких городах: в Сосновом Бору рядом с Ленинградской АЭС, в Нововоронеже, в Островце в Беларуси. Похожий городок со всей инфраструктурой появится и рядом с будущей станцией в Джизакской области.

Там наверняка потребуются и научные исследования: территорию вокруг станции нужно будет постоянно мониторить. Мы уже заключили контракт

«АЭС — это новый шаг в жизни всей страны. Она дает импульс развитию не только энергетики, но и практически всех высокотехнологичных отраслей: химической промышленности, производства строительных материалов, металлургии, где потребуются новые марки металла и цемента. На каждое рабочее место на самой станции создается около 10 рабочих мест в смежных отраслях».

на радиологические изыскания и мониторинг территории, с мая уже дважды выезжали на отбор проб, и эта работа продолжится и после запуска станции. У нашего института уже есть опыт создания локальных лабораторий — например, на Навоийском металлургическом комбинате и в Зарафшане, где велась добыча золота и урана. Возможно, подобная лаборатория появится и здесь, чтобы постоянно вести радиологический мониторинг этой территории. Но пока об этом речи нет.

Взгляд в будущее

— Как вы видите будущее Узбекистана, когда станция уже будет работать? Как ее появление изменит энергетику, науку, медицину, промышленность страны?

— Сейчас я много встречаюсь со студентами, школьниками, с жителями разных областей Узбекистана, и большинство спрашивает об одном: станет ли лучше с электричеством, прекратятся ли перебои, особенно зимой.

На сегодня Узбекистан является энергодефицитной страной. Мы надеемся, что после запуска станции ситуация изменится и мы станем энергоизбыточными: то, что сейчас приходится импортировать, возможно, сможем даже экспортировать. Но атомная станция — это не просто обеспечение электроэнергией, это новый шаг в жизни всей страны. Она дает импульс развитию не только энергетики, но и практически всех высокотехнологичных отраслей: химической промышленности, производства строительных материалов, металлургии, где потребуются новые марки металла и цемента. На каждое рабочее место на самой станции создается около 10 рабочих мест в смежных отраслях. Можно вспомнить пример США, где создание первых ядерных технологий в 1940-х годах дало резкий толчок развитию химической и металлургической промышленности. Надеемся, что в Узбекистане произойдут похожие процессы.

Текст подготовил Алексей Комольцев

Фото: АСЭ, агентство «Узатом»

В начале большого пути

Технологии, кадры и инфраструктура для первой АЭС в Узбекистане

Начальник отдела промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды ГП «Дирекция по строительству АЭС» (Республика Узбекистан) Александра Хидирназарова в ходе телемоста Москва — Ташкент — Минск, организованного информационным агентством «Спутник», рассказала о том, как в Узбекистане предполагается использовать опыт России и Беларуси при строительстве АЭС и развитии сопутствующей социальной инфраструктуры.

Подготовка персонала и ядерное образование

Узбекистан обладает немалым опытом в сфере использования атомной энергии, у нас есть добыча урана, научный институт с ядерной установкой — республика ведет историю ядерных исследований с 1959 года, тогда был запущен реактор в Институте ядерной физики в поселке Улугбек. Тогда это был пригород Ташкента, сейчас он уже практически находится в городской черте. Опыт накоплен большой, работают специалисты высокого класса.

Но что касается получения энергии АЭС, мы лишь в начале большого пути. Прежде всего нам предстоит большая работа по подготовке персонала — это длительный этап проекта, рассчитанного более чем на 60 лет. Необходимо готовить персонал и иметь кадровый резерв, развивать образовательные программы в опорных вузах, открывать на базе техникумов программы обучения специалистов по строительству и эксплуатации АЭС.

Кадровый резерв уже формируется. Студенты выпускаются с 2023 года, многие уже работают на различных энергетических проектах, в том числе в Институте ядерной физики АН Узбекистана. Для первого пуска мы планируем подготовку кадров в Российской Федерации. Это порядка 200 человек, кто будет получать разрешения для работы на первом блоке. Далее к ним прибавится персонал ремонтных мастерских и обслуживающего хозяйства, администрация. Общая численность, которую мы ожидаем, — порядка 2000 человек на четыре блока, но, возможно, этим дело не ограничится. Потребуется персонал для развития пожарной безопасности, создания системы физической защиты объекта.

Мы совершенствуем образовательные программы, готовимся к открытию атомклассов в школах

в близлежащем районе. Развиваем углубленное изучение физики, математики, программирования — все, что требуется для будущей атомной энергетики. Химия, физика, материаловедение, механика — это все требуется на АЭС и в целом для атомной отрасли.

Впереди работа по подготовке персонала, определению перечня должностей работников и областей работы, которые в обязательном порядке должны получать допуски в соответствии с законом Узбекистана № 565. В этой работе задействованы и другие министерства и ведомства республики — Министерство здравоохранения (оно определит медицинские требования к специалистам), Комитет промышленной, радиационной и ядерной безопасности, Министерство труда, Министерство высшего и среднего специального образования. Таковы основные ведомства, которые участвуют вместе с нами в разработке перечня требований к работникам. Как руководители и операторы установок, так и рабочий персонал должны получать разрешение при работе с оборудованием, обращении с ядерным топливом, отходами.

Уникальный проект на практике

График сооружения АЭС учитывает и график лицензирования. Это сложный процесс, мы идем в нем шаг за шагом. 4 июня 2026 года была получена лицензия на сооружение первого энергоблока малой мощности. Предстоит получение разрешений на проведение важных ключевых работ, таких как монтаж основного оборудования, пусконаладочные работы, все это тоже предстоит пройти. Специалисты нашей дирекции уже участвуют в приемке и оценке соответствия изготавливаемого оборудования.

До запуска АЭС предстоит подключение площадки к внешней инфраструктуре. Это энергосистема, дороги, вода и водоотведение — все для нормального функционирования объекта. Учебно-тренировочный центр, пожарное депо — все эти объекты запланированы и также находятся в графике реализации проекта. Все объекты, которые напрямую влияют на безопасность, будут введены до ввода в эксплуатацию первого энергоблока с РУ РИТМ-200.

Узбекистан — первая республика, которая пошла по пути развития малых модульных реакторов. Пилотный проект РИТМ-200 наземного исполнения строится впервые, но «прародителями» таких установок являются реакторы атомных ледоколов, опыт уже накоплен. Мы планируем подготовку персонала на базе ПАТЭС с ПЭБ «Академик Ломоносов». Также запланировано строительство учебно-технического



центра рядом с площадкой для подготовки нашего персонала. Появятся два полномасштабных тренажера: для РИТМ-200 и для ВВЭР-1000. Персонал в будущем будет готовиться у нас. Чтобы наши специалисты воочию видели, как монтируется оборудование, что такое пусконаладочные работы, мы планируем стажировку порядка 60 человек на строящихся объектах «Росатома» за рубежом и в России. Практический опыт — это ничем не заменимый, очень важный этап для наших специалистов.

У нас продолжатся работы по инженерным изысканиям, потому что следующие блоки — ВВЭР — также потребуют разрешения на размещение, разработку отчета об обосновании безопасности, экологического мониторинга на площадке, схемы выдачи мощности со станции. В научно-технической деятельности мы рассчитываем опереться на опыт коллег из белорусского института «Сосны», которые занимаются разработкой методик по экологическому мониторингу, расчетами, связанными с эксплуатацией АЭС. Нам тоже предстоит выполнить эту работу, чтобы подтвердить безопасность станции.

Предстоит заключение контракта на поставку ядерного топлива, определение порядка поставки природного урана. У нас есть свое уранодобывающее производство, не воспользоваться этим было бы нелогично. Мы уже прорабатываем вопрос использования природного урана для изготовления ядерного топлива для нашей АЭС. Такие контракты обычно заключаются на весь жизненный цикл. Мы определяем механизмы поставки, участия, ценообразования

и все сопутствующие аспекты: качество, гарантии и все остальное, что требуется.

От чистого поля — к современному городу

На этапе строительства мы планируем привлечение порядка 13–15 тыс. рабочих и инженеров — это пиковое значение, когда развернется возведение всех четырех блоков. Городок планируется с постепенным развитием — сначала для небольшого количества людей. Но поскольку города при АЭС активно растут, мы планируем, что численность достигнет порядка 50 тыс. Сегодня о точных цифрах говорить не приходится, но мы видим и знаем, как развиваются такие центры. Для таких городов обязательно наличие инфраструктурных объектов. Это не просто жилой массив в чистом поле, который обеспечивает проживание работникам. Чтобы их удерживать, чтобы у них была нормальная социальная среда, обязательно нужно создавать инфраструктуру. Городок атомщиков — не просто место, где проживают работники АЭС. Там появятся школы, детские сады, другие объекты. Необходимы больницы и поликлиники, все социальные объекты, которые нужны для нормального функционирования обычного города, позволяющего поддерживать атомную станцию.

В заключение хочу поблагодарить всех, кто активно делится с нами опытом. Мы часто встречаемся с коллегами в Обнинске, в Минске. Всем, кто помогает нам в реализации проекта, с кем мы пересекаемся на форумах «Атом-СНГ», — большая благодарность.

Текст: пресс-служба НИЯУ «МИФИ»

Фото: НИЯУ «МИФИ», агентство «Узатом»

От теории — к реактору

Ведущий ядерный вуз России готовит в Ташкенте специалистов для атомной отрасли Узбекистана



Алексей Пономаренко

Проректор
НИЯУ «МИФИ»

Атомная станция — самый сложный инженерный объект, где воедино собраны самые передовые научные и технологические достижения. Чтобы строить и эксплуатировать такой объект, необходимы высококвалифицированные специалисты, обладающие глубокими знаниями и практическими навыками. О том, как в Ташкенте готовят инженерно-технические кадры для развития ядерной энергетики Узбекистана, «Вестнику атомпрома» рассказал проректор НИЯУ «МИФИ» Алексей Пономаренко.

— Как давно работает Ташкентский филиал НИЯУ «МИФИ», каковы цели его создания?

— Филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» в городе Ташкенте Республики Узбекистан был создан в соответствии с поручением председателя Правительства Российской Федерации Д. А. Медведева и постановлением президента Республики Узбекистан Ш. М. Мирзиёева для обеспечения подготовки

высококвалифицированных инженерных национальных кадров, способных решать важнейшие научно-технологические и производственные задачи в интересах ядерной физики и ядерной энергетики Республики Узбекистан.

Торжественное открытие первого зарубежного филиала НИЯУ «МИФИ» состоялось в 2019 году при участии премьер-министра Узбекистана Абдуллы Арипова, министра энергетики Алишера Султанова, генерального директора госкорпорации «Росатом» Алексея Лихачева, генерального директора агентства «Узатом» Журабека Мирзамахмудова, президента Академии наук Республики Узбекистан Бехзода Юлдашева, ректора НИЯУ «МИФИ» Михаила Стриханова и других почетных гостей.

— Каков ежегодный прием абитуриентов, по каким специальностям ведется обучение?

— Для реализации проекта по развитию ядерной энергетики в Узбекистане и подготовки кадров для строящейся АЭС ежегодно в филиал за счет государственного гранта Узбекистана набираются 100 бакалавров на специальности по ядерной физике и энергетике, а также теплоэнергетике и электроэнергетике.

— Меняется ли программа обучения в связи с уникальностью проекта — строительством АЭС с блоками малой и большой мощности?

— Программы обучения на головной площадке и в филиалах отличаются минимально — в части зарубежного филиала эти отличия также связаны с необходимостью соблюдения законодательства Республики Узбекистан (в программах вузов должны быть курсы национального языка, истории страны и т.д.). Конечно, образовательные программы Ташкентского филиала учитывают страновые потребности в подготовке кадров по различным специальностям и особенности реализации проекта строительства АЭС. Мы уже внесли изменения в подготовку студентов на старших курсах в части увеличения объемов занятий, посвященных малым модульным реакторам: именно такие реакторы строятся в первой очереди уникальной интегрированной АЭС в Узбекистане, где впервые в мире на одной площадке будут и расположены реакторы малой мощности РИТМ-200Н, и затем построены реакторы большой мощности ВВЭР-1000. В 2026 году в филиале запущена программа магистратуры по ядерной физике, а также разрабатывается совместная



образовательная программа с Джизакским политехническим институтом в рамках поручения президента Узбекистана Ш. М. Мирзиёева о комплексной подготовке кадров для строящейся АЭС.

— **Московские преподаватели задействованы в обучении студентов филиала?**

— Ведущие преподаватели из Москвы по базовым естественно-научным дисциплинам принимают участие во всех аттестационных мероприятиях в рамках зачетно-экзаменационных сессий, а в части специализированных дисциплин непосредственно ведут занятия. В прошедшем учебном году более 25 преподавателей головной площадки провели занятия по 40 дисциплинам, а также осуществляли руководство курсовыми проектами, научно-исследовательскими и выпускными квалификационными работами. Все преподаватели Ташкентского филиала регулярно проходят курсы повышения квалификации, в том числе на головной площадке.

— **Является ли обучение в филиале практико-ориентированным?**

— Во время производственной и преддипломной практики студенты Ташкентского филиала посещают основные профильные предприятия страны в рамках своей специальности (Институт ядерной физики, Министерство энергетики, агентство «Узатом» и др.). Также существуют выездные занятия на предприятиях в рамках реализации отдельных дисциплин, где студенты на практике закрепляют полученные во время обучения знания. Запуск в 2025 году в Ташкентском филиале передовой инженерной школы, где студенты будут работать над актуальными запросами промышленности, максимально погружаясь в профессию еще во время учебы, делает образование еще более практико-ориентированным.

— **В какие организации выпускники трудоустраиваются сейчас?**

— После завершения учебы все выпускники обеспечиваются работой — специалисты распределяются в агентство «Узатом» (основной заказчик кадров), дирекцию по строительству АЭС, предприятия Министерства энергетики, институты Академии наук и другие организации, часть выпускников продолжают обучение в магистратуре НИЯУ «МИФИ» и других вузов.

— **Каков интерес школьников Узбекистана к инженерным специальностям?**

— Для максимально широкого охвата и поиска одаренной молодежи регулярно проводятся различные профориентационные мероприятия, физико-математические олимпиады «Росатома», в которых принимают участие школьники из различных регионов Узбекистана. В апреле 2026 года в Ташкентском филиале и в 14 городах — центрах регионов Узбекистана на международную инженерно-физическую



олимпиаду НИЯУ «МИФИ» зарегистрировались более 3000 человек, особенный интерес проявили учащиеся школ и лицеев Джизакской области и Фаришского района, где как раз и строится АЭС, что подчеркивает интерес школьников к инженерным специальностям. Призеры и победители олимпиады имели право засчитать полученные баллы при вступительных экзаменах в Ташкентский филиал НИЯУ «МИФИ» — 35 абитуриентов воспользовались этим правом и по результатам конкурсного отбора были зачислены в филиал.

— **Существует ли поддержка филиала со стороны «Росатома»?**

— Активное участие большого числа сотрудников головной площадки в отборе лучших абитуриентов и в дальнейшем обучении студентов, конечно, требует значительных ресурсов и не было бы возможно без постоянного внимания со стороны промышленных партнеров. Госкорпорация «Росатом» не только оказывает поддержку развитию Ташкентского филиала, обеспечивая возможность участия ведущих сотрудников НИЯУ «МИФИ» в деятельности филиала в целом, но и участвует в создании и расширении материально-технической базы филиала: так, в мае 2026 года при такой поддержке было закуплено оборудование НПП «Доза» и открыта лаборатория радиационного мониторинга, где студенты будут проходить практическую подготовку для работы в реальных условиях и с применением технологий, которые используются на предприятиях атомной отрасли.

— **Что бы вы могли назвать главной задачей деятельности филиала?**

— Мы делаем все, чтобы Ташкентский филиал НИЯУ «МИФИ» стал настоящей кузницей кадров для атомной отрасли Республики Узбекистан, а также региональным хабом в области ядерного образования в Центральной Азии.

На фото

Старт строительству первого энергоблока интегрированной АЭС в Узбекистане нажатием символической кнопки дали студенты Ташкентского филиала НИЯУ «МИФИ» Севинч Яркулова и Дмитрий Ескин

Строить с расчетом на десятилетия

Как Инжиниринговый дивизион выстраивает единый контур безопасности от проектирования до эксплуатации АЭС и превращает опыт проектов в общий инструмент развития

Атомная станция проектируется и сооружается за несколько лет, а эксплуатируется десятилетиями. Именно эта разница во временных горизонтах определяет отношение к безопасности на стадии строительства: решение, принятое сегодня, становится частью будущей эксплуатационной реальности. Поэтому одна из ключевых задач инжиниринга — не просто построить объект в соответствии с проектом, а создать условия, при которых безопасность будет заложена в сам способ проектирования, сооружения и принятия решений. О задачах, целях и подходах Инжинирингового дивизиона «Росатома» в области управления безопасностью «Вестнику атомпрома» рассказала Наталья Швец, начальник управления по развитию культуры безопасности и нормативного обеспечения АО «Атомстройэкспорт», кандидат технических наук, докторант, доцент кафедры отраслевых рынков Финансового университета при Правительстве Российской Федерации.



Безопасность как свойство жизненного цикла

Подходы к управлению безопасностью в Инжиниринговом дивизионе формируются не только в контуре федеральных и отраслевых норм и правил, корпоративных требований и проектных процедур. Не менее важен научный взгляд на безопасность как на свойство жизненного цикла объекта строительства и результат взаимосвязанных управленческих решений. На стыке нормативной, прикладной и научной сфер складывается система, которая соединяет обязательность требований, рискориентированное управление, накопленный опыт проектов, развитие лидерства и культуры безопасности, а также постоянную оценку результативности принимаемых мер. Такой подход позволяет не противопоставлять соответствие нормам и развитие, а выстраивать их как части одного процесса.

Стратегическая цель дивизиона — нулевой смертельный травматизм

В дивизионе была сформулирована цель до 2030 года — достижение нулевого смертельного травматизма при проектировании и сооружении АЭС. Важно понимать, что смысл этой цели шире одного показателя. Нулевая смертность не может быть результатом работы только блока обеспечения безопасности и инспекционного контроля. Она требует зрелости всей производственной системы — от качества планирования до поведения руководителя на рабочем месте.

Одним из ключевых направлений программы стало развитие лидерства руководителей в области обеспечения безопасности. В дивизионе формируется модель руководителя-лидера на основе отраслевого опыта и практик. Задача такой модели — перевести общую ценность безопасности в наблюдаемое

управленческое поведение: как руководитель принимает решения при конкуренции приоритетов, реагирует на отклонение, работает с обратной связью, обсуждает риски до начала работ.

Еще одно системное направление — работа со знаниями. В крупном Инжиниринговом дивизионе одновременно реализуются разные проекты, и каждый из них накапливает собственный опыт. Если этот опыт остается только на конкретной площадке, организация платит за одно и то же знание несколько раз. Поэтому уроки, положительные практики и эффективные организационные решения должны переходить между проектами и строительными организациями. Именно здесь особую роль играют партнерские проверки.

Партнерская проверка: увидеть систему целиком

В Инжиниринговом дивизионе разработан формат партнерских проверок, основанный на принципах партнерских проверок Всемирной ассоциации организаций, эксплуатирующих атомные электростанции (ВАО АЭС), и адаптированный к задачам проектирования и сооружения. По своему смыслу он заметно шире традиционных инспекционных проверок. Вопрос проверки звучит не только как «выполнено ли требование?», но и как «почему процесс работает именно так, что в нем уже является сильной практикой, где находится область развития и какая поддержка позволит закрепить изменение?».

Такой подход особенно важен на строительном проекте, где безопасность складывается на стыке функций и организаций. Проектировщик отвечает за инженерное решение, строитель — за технологию выполнения работ, поставщик — за оборудование, служба качества — за подтверждение соответствия, руководитель проекта — за координацию. Формально каждый может хорошо выполнять свою часть, но итоговый результат зависит от качества взаимодействия между ними. Партнерская проверка позволяет увидеть именно эти связи.

Эксперты работают с документами и процессами, проводят интервью, наблюдают за выполнением работ и фиксируют фактические примеры. При этом внимание уделяется не только отклонениям. Не менее важно найти сильные стороны — практики, которые уже доказали свою эффективность и могут быть полезны другим проектам. Такой баланс меняет отношение к оценке: организация получает не только перечень областей улучшения, но и подтверждение того, на что можно опереться в дальнейшем развитии.

Восемь направлений — одна логика

Партнерская проверка охватывает восемь направлений: охрану труда, промышленную безопасность, охрану окружающей среды, пожарную безопасность, безопасность гидротехнических сооружений,

Что оценивает партнерская проверка:

- соответствие системы управления характеристикам сильной культуры безопасности;
- способность системы обеспечивать выполнение нормативных требований;
- положительные практики и сильные стороны;
- области улучшения системы управления безопасностью;
- потребность в поддержке и обмене опытом;
- этап развития культуры безопасности организации.

корпоративную культуру, интегрированную систему менеджмента, подготовку персонала и коммуникации. Сам перечень важен не столько количеством направлений, сколько логикой: безопасность рассматривается как единая управленческая система, а не как сумма отдельных функций.

Именно поэтому в ходе оценки специалисты смотрят не только на документы, но и на повседневную практику. Как планируются работы? Что происходит, когда обнаружено отклонение? Есть ли у сотрудника возможность выразить обеспокоенность? Возвращается ли организация к коренным причинам или ограничивается устранением видимого проявления? Ответы на эти вопросы показывают зрелость системы зачастую точнее, чем отдельный статистический показатель.

От проверки — к циклу развития

Главное отличие партнерского подхода проявляется после завершения самой проверки. По выявленным областям развития формируются корректирующие мероприятия. Если требуется, организуются миссии поддержки и бенчмаркинги, а положительные практики передаются другим площадкам. Затем организация возвращается к самооценке и последующей независимой оценке. Таким образом возникает не разовая контрольная точка, а цикл развития.

Не менее важен человеческий результат. В партнерские проверки вовлекаются подготовленные специалисты из разных функций и проектов. Они получают возможность видеть практику коллег, обсуждать причины, сопоставлять решения и возвращать этот опыт в собственные подразделения. Фактически вокруг инструмента постепенно формируется внутреннее экспертное сообщество — сеть людей, способных профессионально говорить о безопасности на языке фактов, причин и управленческих решений.

Лидерство — часть технологии управления

Практика показывает: даже самая подробная процедура не может предусмотреть каждую производственную ситуацию. В точке неопределенности организация зависит от качества решения руководителя.

Именно поэтому лидерство в области безопасности рассматривается в дивизионе как самостоятельное направление развития.

Речь идет не о наборе лозунгов. Лидерство проявляется в конкретных действиях: руководитель лично участвует в обсуждении рисков, задает вопросы о готовности к работе, не поощряет сокрытие проблем, различает ошибку и сознательное нарушение, обеспечивает ресурс для исправления причины, а не только последствия. Такая модель поведения формирует среду, в которой безопасность перестает быть внешним требованием и становится частью профессионального стандарта.

В ходе партнерских проверок (по результатам первого цикла проверок) выявлено, что наибольшее влияние на становление положительных практик в организации оказывает лидерская позиция (почти 24% от общего количества практик), затем то, как построена система обучения персонала и налажена практика планирования работ, — по 16%, на четвертом месте — коммуникация, то есть как построена команда и какие отношения внутри коллектива. И завершает персональная ответственность за безопасность, то есть 83% положительного результата связано с лидерством.

Анализ областей для улучшений также показывает сильную зависимость от лидерской позиции — 69% по первым трем характеристикам, напрямую связанным с лидерством.

Таким образом, формирование позиции лидерства по безопасности становится определяющим в организации.

Одна методология — разные проекты

Для Инжинирингового дивизиона особенно важно, что единый подход должен работать в разных проектных

и национальных контекстах. Международное строительство АЭС предполагает взаимодействие с заказчиками, подрядчиками, поставщиками и специалистами, работающими в различных нормативных и образовательных системах. Здесь не может быть задачи унифицировать все различия. Задача другая — создать общий профессиональный язык безопасности и понятную рамку требований, сохраняя уважение к национальным нормам и сложившимся практикам.

Партнерский формат оказывается удобным именно в такой среде. Он не строится на сравнении стран или организаций и не предполагает поиска универсального «правильного» ответа. Эксперты оценивают фактическую способность системы управлять рисками, выполнять требования, учиться и поддерживать открытость. Это позволяет находить сильные решения там, где они уже возникли, и переносить их в другие проекты без административного копирования.

Практика и наука: как отраслевой опыт становится методологией

У отраслевой практики есть большое преимущество — она быстро показывает, что работает, а что нет. Но для тиражирования опыта этого иногда недостаточно. Необходимо понять механизм: почему одна практика дает устойчивый эффект, а другая формально внедряется, но не меняет поведение и результат. Здесь начинается научная задача — превратить накопленный опыт в систему проверяемых связей, критериев и управленческих решений.

Для меня эта связь имеет прямое продолжение в научной работе. Исследования я веду в рамках научной специальности «Управление жизненным циклом объектов строительства». Ее предметная логика во многом совпадает с задачей, которая ежедневно решается в инжиниринге: понять, как решения ранних стадий — проектирования и сооружения — влияют на безопасность, надежность, сроки и стоимость объекта на последующих этапах жизненного цикла. Научный подход позволяет структурировать накопленный опыт, отделять устойчивые причинно-следственные связи от единичных наблюдений и переводить практики в измеряемые характеристики и воспроизводимые управленческие инструменты.

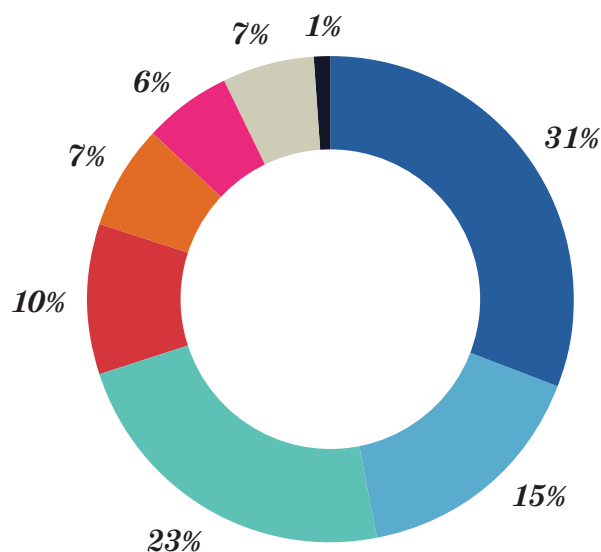
Эта же логика перенесена в образовательную работу Финансового университета. В магистратуре по направлению «Экономика и управление в строительстве» готовят менеджеров и экспертов для строительной отрасли, способных управлять инвестициями, оценивать риски строительного производства и принимать решения с учетом последствий для проекта на всем его жизненном цикле. Я являюсь одним из ведущих преподавателей-практиков этой программы и читаю дисциплину «Экономика и моделирование бизнес-процессов в строительстве». Большинство слушателей уже работают в строительной отрасли, поэтому обсуждение строится не вокруг абстрактных моделей. Планирование, ресурсное обеспечение, работа подрядчиков, изменение сроков, управление качеством,

На фото

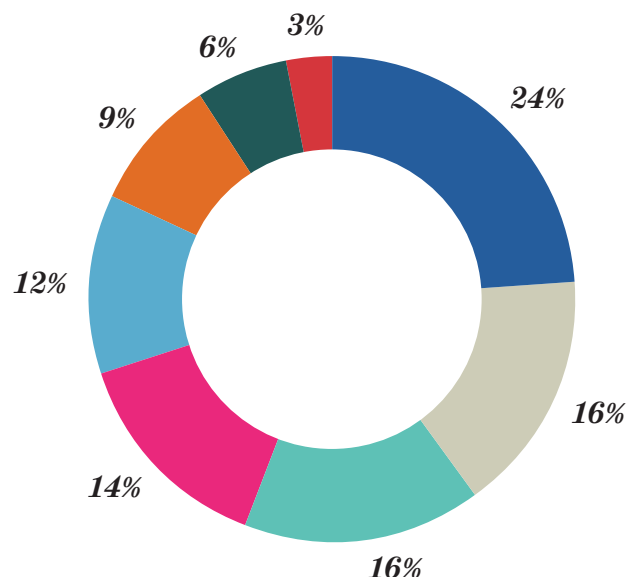
Партнерская проверка на площадке АЭС «Эль-Дабба»



Распределение областей для улучшения (ОДУ) по результатам партнерских проверок в соответствии с характеристиками гармонизированной модели культуры безопасности МАГАТЭ, %



Распределение положительных практик (ПП) по результатам партнерских проверок в соответствии с характеристиками гармонизированной модели культуры безопасности МАГАТЭ, %



- Ответственность лидеров
- Персональная ответственность за безопасность
- Планирование работ
- Критическое отношение к допущениям, аномалиям, условиям, линиям поведения и деятельности, которые могут негативно сказаться на безопасности, и озвучивание своих опасений
- Выявление проблем
- Коммуникация, поддерживающая внимание к вопросам безопасности
- Непрерывное обучение
- Принятие решений
- Уважительная рабочая обстановка

инвестиционные решения и другие бизнес-процессы мы последовательно рассматриваем через призму безопасности.

Для университета такой подход дает возможность связывать экономику и управление строительством с реальными производственными ограничениями, а для отрасли — получать дополнительный инструмент осмысления практики. Научная и образовательная среда помогает формулировать вопросы, которые не всегда возникают внутри текущего производственного цикла: какие признаки позволяют судить о зрелости системы до происшествия, как оценивать вклад лидерства и качества планирования, какие ранние сигналы указывают на рост организационных рисков, как измерять эффективность корректирующих действий. Именно в таком взаимном обмене — от площадки к исследованию и от исследования обратно к управленческому решению — я вижу ценность взаимодействия отрасли и университета.

Экономическая оптика здесь также принципиальна, но требует аккуратности. Безопасность нельзя свести только лишь к цене. Вместе с тем качественное планирование, компетентность, своевременное выявление отклонений и дисциплина исполнения одновременно защищают жизнь и здоровье людей,

надежность объекта, календарный график и совокупную стоимость жизненного цикла. Для будущих экономистов и управленцев понимание этой связи особенно важно: безопасность — не внешнее ограничение проекта, а одно из условий его устойчивости.

Безопасность как общий результат

Опыт Инжинирингового дивизиона показывает, что следующий этап развития безопасности связан не с увеличением количества контрольных процедур, а с качеством взаимодействия между людьми и функциями. Стратегическая цель до 2030 года, развитие лидерства, систематизация уроков и партнерские проверки работают в одной логике — сделать безопасность естественной характеристикой того, как проектируется и сооружается атомная станция.

В конечном счете «Атомстройэкспорт» передает эксплуатирующей стороне не только бетон, металл, оборудование и документацию. Компания передает результат тысяч решений, принятых за годы проектирования и строительства. От их качества зависит, насколько надежной будет основа для последующих десятилетий эксплуатации. Поэтому строить безопасно — значит уже сегодня работать с расчетом на весь жизненный цикл будущей АЭС.

Текст: Евгений Рожков

Иллюстрации: газета «Страна Росатом» / GPT Image

Свой ИИ за один день

Как работает конструктор умных агентов «Когнитрон»

Бизнес давно ищет способы автоматизировать рутинные процессы с помощью искусственного интеллекта, но большинство решений сложны для внедрения, а данные приходится доверять сторонним серверам. Российская платформа «Когнитрон» предлагает другой подход. Это конструктор, в котором сотрудники без навыков программирования собирают себе

ИИ-помощников, при этом вся информация остается внутри компании. Директор по искусственному интеллекту компании «Философия.ИТ» (из контура «Росатома») Олег Белоусов рассказал «Вестнику атомпрома», как это работает на практике и как повлияет на атомную отрасль широкое внедрение «Когнитрона».



Заводские настройки

— Олег, объясните, пожалуйста, для неспециалистов, что такое «Когнитрон».

— Это импортонезависимая платформа-конструктор для бизнеса. С ее помощью компании создают и развивают собственных ИИ-помощников и ИИ-агентов на базе нейросетей, не привлекая программистов. Платформа быстро адаптируется под специфику конкретной компании, ее можно обучить работе с внутренними документами, правилами и процессами. По сути, «Когнитрон» — это «завод» для самостоятельного производства умных цифровых ассистентов, заточенных под реальные задачи бизнеса.

— А чем он отличается от обычного чат-бота?

— Чат-бот чаще всего ограничен ответами по заданному сценарию. «Когнитрон» выходит за рамки диалога и работает как инструмент полноценной автоматизации: ИИ-агенты самостоятельно выполняют сложные многоступенчатые задачи и закрывают типовые бизнес-процессы.

Наше преимущество в том, что «Когнитрон» позволяет нескольким ИИ-агентам взаимодействовать между собой и встраивается во внутренние ИТ-системы компании. Обучать модели может любой сотрудник, а не только ИТ-специалист: встроенные инструменты позволяют загрузить в нейросеть корпоративные базы знаний. Например, юридические данные, специфику закупок, инженерные стандарты. Писать код для этого не нужно.

Еще одна важная особенность «Когнитрона» — это мультимодальность. В отличие от текстовых ботов, платформа работает с разными форматами данных, включая изображения, аудио и видео.

Собери сам

— Почему «Когнитрон» называют конструктором?

— В отличие от традиционной разработки, где программу пишут с нуля, «Когнитрон» предлагает набор готовых блоков, из которых можно собрать решение под свои задачи. В основе платформы — библиотека шаблонов, своего рода базовые «кубики» для типовых бизнес-задач. Компании не нужно продумывать алгоритмы. Достаточно выбрать шаблон и наполнить его своими данными. Среди готовых сценариев уже доступны интеллектуальный поиск по документам, помощь в обслуживании и ремонте оборудования, замена первой линии техподдержки, составление должностных инструкций, а также анализ рисков и контроль документов на соответствие локальным нормативным актам, ГОСТам и законодательству.

Кроме того, «Когнитрон» связывает ИИ-агентов с внутренними ИТ-системами компании. Например, с «Закупками 2.0» или корпоративным хранилищем данных (КХД 2.0). Все нужные связи настраиваются



через интерфейс, без сложного кода, что позволяет выстраивать сквозные процессы и добиваться реальной автоматизации внутри организации.

— Юрист или инженер действительно могут создать ИИ-агента самостоятельно, без программистов?

— Да, и это один из главных плюсов платформы. «Когнитрон» позволяет описывать бизнес-процессы на естественном языке. Решение спроектировано так, чтобы профильный специалист мог быстро сохранить свой опыт и поделиться им без лишних препятствий.

Чтобы задать логику работы ИИ-агента, не нужно писать код на Python или C++. Достаточно сформулировать задачу словами, как вы объяснили бы ее новому сотруднику. Программист не знает нюансов атомной энергетики или корпоративного права, поэтому создателем ИИ-помощника должен выступать сам профильный эксперт.

— Как это устроено на практике?

— Юрист выбирает шаблоны «Анализ рисков» и «Контроль соответствия документов требованиям ЛНА, ГОСТов, законодательства», загружает актуальные базы законов и внутренние регламенты компании, а затем на естественном языке задает правила проверки договоров. В результате он получает личного ИИ-ассистента, который за секунды находит ошибки и риски в новых контрактах.

«Искусственный интеллект не заменяет специалиста, а становится его «вторым пилотом», который берет на себя рутину: поиск в архивах, первичный анализ, черновики и проверку на ошибки. Главное изменение в том, что сотрудник тратит меньше времени на сбор и обработку информации и больше на принятие экспертных решений».

Или инженер собирает ИИ-агента, загружая строительные нормы, правила и требования к проектируемым системам. Решение помогает находить нужные положения, генерирует технические описания и проверяет полноту проектной документации.

Роль ИТ-отдела здесь сводится к тому, чтобы один раз установить «Когнитрон» на серверы компании в защищенном контуре и предоставить сотрудникам доступ. Дальше специалисты собирают решения под свои задачи сами. Такой подход заметно ускоряет внедрение ИИ-агентов и достижение бизнес-целей.

Работа с документами

— С какими файлами умеет работать система?

— «Когнитрон» работает с любыми форматами текстовых файлов — от TXT и DOC до PDF, PPT и XLS. При обработке PDF платформа сама распознает текст даже в отсканированных документах с графическим слоем. Плюс решение подключается к основным источникам корпоративных данных: «1С», Confluence, SharePoint, S3 и другим системам. Это позволяет работать с актуальной информацией напрямую, без дублирования и задержек.

— Может ли система изучить чертеж, послушать запись совещания или прочитать толстый отчет?

— В платформу встроены средства распознавания аудио- и видеоинформации. Например, загрузив запись совещания, пользователь может поручить ей составить протокол и даже определить ответственных за принятые решения.

Способность анализировать изображения позволяет изучать чертежи и находить ошибки, несоответствие проектной документации, ГОСТам или иным требованиям. Обработка аудио и изображений работает и в обратную сторону, то есть платформа умеет озвучивать текст одним из нескольких голосов.

— А если нужно проверить сложную документацию на ошибки?

— Такая проверка проходит по нескольким готовым сценариям. Во-первых, ИИ-помощник автоматически анализирует пакет документов, сверяет его с внутренними стандартами и проверяет, все ли необходимые разделы, чертежи и описания на месте. Это помогает выявить пробелы еще до официальной экспертизы.

Во-вторых, ИИ сопоставляет документацию с актуальными нормативными и локальными актами, а также государственными стандартами. Если находятся расхождения — например, технические решения противоречат действующим правилам, — платформа подсвечивает проблемные места, чтобы их можно было быстро скорректировать.

— В каких ситуациях ИИ что-то подскажет сотруднику — найдет нужную инструкцию или схему оборудования?

— При выполнении стандартных процедур и регламентных работ, когда сотрудник работает со сложной техникой, ИИ-помощник мгновенно находит нужные инструкции и текущие параметры оборудования, а также пошагово поясняет порядок действий по утвержденным процедурам. В результате сокращается время поиска информации, снижается нагрузка на персонал, а дисциплина при выполнении строгих регламентов растет.

Если на оборудовании фиксируется отклонение или происходит инцидент, ИИ-помощник сам проводит первичный анализ, классифицирует проблему и находит похожие случаи в истории предприятия. На этой основе он дает персоналу четкие рекомендации и план устранения неполадок, подкрепленные схемами и инструкциями. Такой подход ускоряет расследование инцидентов и снижает вероятность повторения аварийных ситуаций.

Для текущего обслуживания и ремонта оборудования предусмотрен отдельный сценарий: ИИ диагностирует аномалии в работе систем и дает рекомендации по устранению поломок, а также подбирает именно те чертежи и технические параметры, которые нужны для починки конкретного узла.

Во всех этих ситуациях искусственный интеллект берет на себя роль навигатора по корпоративным знаниям. Специалистам не приходится вручную перебирать массивы нормативной и технической документации — они могут сосредоточиться на решениях и работе с оборудованием.

Вопрос безопасности

— Важный вопрос в современных реалиях: куда уходят данные?

— Данные не покидают пределы компании. Вся обработка конфиденциальной информации и обучение нейросетей происходят исключительно на собственных серверах «Росатома». Безопасность данных обеспечивает сама архитектура платформы. Решение

разворачивается в закрытом контуре — на локальных серверах предприятия, за корпоративным файр-волом. Для работы ИИ-помощников и ИИ-агентов не нужно отправлять данные в публичное облако или на сторонние серверы: все процессы остаются во внутренней сети компании.

— **Вы позиционируете «Когнитрон» как импорто-независимую платформу. Что это значит для проекта?**

— Платформу создала российская команда с помощью импортонезависимых технологий и открытого ПО. Использование российских решений и открытого исходного кода избавляет от зависимости от иностранных библиотек и фреймворков. Благодаря этому компании могут самостоятельно обучать ИИ, создавать бизнес-приложения и передавать опыт специалистов, не рискуя потерять доступ к критически важным технологиям из-за внешних ограничений.

Кроме того, служба безопасности может провести полный аудит системы и проверить ее на отсутствие бэкдоров (точек несанкционированного доступа. — *Примеч. ред.*) и встроенной телеметрии — автоматической передачи служебных данных, при которой информация могла бы незаметно уходить во внешние сети и за рубеж.

Плюс у нас нет вендор-лока, то есть привязки к конкретному поставщику. Платформа не заставляет заказчика пользоваться одной нейросетью или экосистемой. Компания может применять любые LLM-модели по своему выбору, что исключает зависимость от вендоров.

— **Удастся ли с помощью «Когнитрона» заменить зарубежные ИИ-программы, которые стали недоступны?**

— Да, «Когнитрон» — полноценная суверенная альтернатива, которая закрывает потребности бизнеса с учетом санкций, ухода иностранных вендоров и блокировки зарубежных ИИ-сервисов.

Второй пилот

— **Как повлияет на атомную отрасль широкое внедрение «Когнитрона»?**

— Собственная ИИ-платформа дает отрасли возможность быстрее автоматизировать сложные бизнес-процессы и передавать опыт специалистов, не разрабатывая программные комплексы с нуля.

Первый пример — оптимизация корпоративных закупок. На базе платформы уже работает модуль интеллектуальной обработки ценовой информации, который проводит умный поиск аналогов ранее закупленных товаров для расчета начальной максимальной цены. Результат — точнее ценообразование, экономия средств при закупочных процедурах.

Не менее важно создание узкопрофильных ИИ-ассистентов. Теперь предприятия отрасли могут без программистов разрабатывать умных помощников для юристов, закупщиков, специалистов по контролю качества и оценке персонала.

Что касается операторов АЭС, для них ИИ мгновенно находит нужные инструкции, регламенты, схемы и параметры оборудования, а также поясняет порядок действий. Время поиска информации сокращается, нагрузка на персонал снижается, а дисциплина при выполнении строгих регламентов растет: сотрудники действуют строго по плану и не упускают важные шаги.

Система также помогает создавать, обновлять и проверять эксплуатационную, ремонтную, проектную и нормативную документацию. На практике это означает более быстрый документооборот, меньшее количество ошибок из-за человеческого фактора и большую прозрачность процессов.

Кроме того, ИИ поддерживает проектирование атомных объектов, зданий и инженерных систем. В частности, находит нужные требования, генерирует технические описания и проверяет полноту проектной документации. Это снижает число замечаний и улучшает коммуникацию внутри команд.

— **Звучит отлично. А как изменится рабочий день сотрудника, когда массу работы за него начнет делать искусственный интеллект?**

— Искусственный интеллект не заменяет специалиста, а становится его «вторым пилотом», который берет на себя рутину: поиск в архивах, первичный анализ, черновики и проверку на ошибки.

Главное изменение в том, что сотрудник тратит меньше времени на сбор и обработку информации и больше на принятие экспертных решений. Поскольку «Когнитрон» позволяет программировать ИИ-агентов и ИИ-помощников на естественном языке, специалисты могут свободно оцифровывать свой уникальный опыт. Благодаря этому накопленные знания остаются внутри компании, даже если сотрудник увольняется.

— **Какая главная цель у проекта на горизонте 2030 года?**

— Системная автоматизация самых актуальных процессов наших заказчиков и статус лидера рынка ИИ-платформ. Речь идет о создании и внедрении полезных ИИ-сервисов, которые приносят заметный экономический эффект, на уровне миллиардов рублей ежегодно.

При этом наша стратегия выходит за рамки собственных разработок. Нам важно развивать масштабную экосистему на основе платформы «Когнитрон», благодаря которой партнеры и заказчики смогут самостоятельно создавать эффективные решения, способствующие прогрессу всей отрасли.

Текст: Сергей Петровский

Фото: ПАТЭС, TerraPower, X-energy

Дело за малыми

Малые модульные реакторы: глобальный ландшафт проектов и перспективы внедрения



На фото

«Росатом» — первая компания в мире, которая в XXI веке ввела в эксплуатацию атомную станцию малой мощности. Уникальным проектом стала первая в истории плавучая атомная станция с ПЭБ «Академик Ломоносов», которая с 2019 года работает в Певеке на Чукотке

Мировой спрос на электроэнергию постоянно растет: электрификация транспорта и промышленности, урбанизация и повышение уровня жизни в развивающихся странах, увеличивающаяся потребность в системах охлаждения, бум центров обработки данных, обеспечивающих потребности систем ИИ, требуют все новых генерирующих мощностей. При этом предполагается, что современные источники энергии должны одновременно быть стабильными, надежными, масштабируемыми, гибкими и коммерчески привлекательными, обеспечивать энергобезопасность государства и соответствовать глобальной климатической повестке. Возможность выполнения всех этих требований (правда, пока в основном теоретически) удачно сходится в одной точке, имя ей — MMP.

В последние годы интерес к малым модульным реакторам (MMP, английская аббревиатура — SMR, Small Modular Reactors) во всем мире неизменно высок. Очень показательным, что всего несколько новостей о малых и микрореакторах только за последнюю неделю августа охватывают все мыслимые сферы применения атомной энергии — от опреснения воды до энергоснабжения военных баз, от суши до моря и от Земли до космоса.

Шведская компания Blykalla направила правительству страны предложение о строительстве на площадке в Унтре атомной электростанции с восемью MMP со свинцовым теплоносителем SEALER (Swedish Advanced Lead Reactor) суммарной электрической мощностью до 440 МВт. Эта заявка последовала за поданным в мае текущего года предложением о реализации проекта с шестью MMP на другой площадке — в Норрсундете, также расположенном в Центральной Швеции.

Westinghouse Electric объявила об успешном завершении испытаний на критичность при нулевой мощности микрореактора eVinci, способного вырабатывать до 5 МВт электроэнергии. Реактор, внешний диаметр которого составляет менее 3 м, — это по сути большая ядерная батарейка: активная зона рассчитана на работу в течение восьми и более лет на полной мощности без перегрузки топлива. Реактор будет транспортироваться в нужное место в контейнере и обеспечивать универсальное масштабируемое энергообеспечение для самых разных сфер применения, включая оборонную отрасль и космические миссии.

Французские Newcleo, Bureau Veritas Marine & Offshore и ABMI Groupe объединились для разработки проекта n-Floating, который должен продемонстрировать техническую осуществимость собственного решения в области плавучих атомных энергоблоков — несамостоятельной установки (баржи), оснащенной несколькими реакторами на быстрых нейтронах электрической мощностью 200 МВт. Проекту выделено финансирование в размере почти €1 млн. В случае успеха сроком промышленного внедрения называется 2036 год.

Командование Сухопутных войск США выбрало компании, которые в течение пяти лет получат суммарно \$2,2 млрд на строительство более 20 микрореакторов на пяти военных базах в штатах Джорджия, Кентукки, Нью-Йорк, Северная Каролина и Техас. Военные рассчитывают, что это позволит снизить зависимость от уязвимости внешних сетей и обеспечивать функционирование баз даже в случае масштабного отключения электроснабжения. Предполагается, что микрореакторы смогут работать в течение нескольких лет без перегрузки топлива. Проект находится в русле политики администрации президента Трампа, активно продвигающего атомную энергетику нового поколения.

МАГАТЭ объявило о начале реализации глобальной инициативы ATLAS (Atomic Technologies Licensed for Applications at Sea — атомные технологии, лицензированные для применения в судоходстве), которая будет содействовать мирному использованию энергии атома в гражданском судоходстве и на плавучих АЭС. Такие технологии могут найти самое широкое применение: от использования на крупных судах, таких как контейнеровозы, сухогрузы, танкеры, круизные лайнеры, ледоколы, до снабжения базовой электроэнергией и резервным электропитанием, а также теплом и опресненной водой удаленных населенных пунктов, портов, аварийно-спасательных служб и морских промышленных объектов. Глава МАГАТЭ Рафаэль Гросси подчеркнул, что атомная энергетика может кардинально изменить морскую отрасль, о поддержке инициативы заявили 25 стран.

ММР-ликбез

Малые модульные реакторы — это ядерные установки, электрическая мощность которых, как правило, не превышает 300 МВт. В некоторых классификациях в эту категорию включают реакторы мощностью до 500 МВт. Самые компактные установки электрической

Термин «модульный» в названии «малый модульный реактор» относится как к особенностям конструкции, так и к методам строительства.

Заводское изготовление. Компоненты или даже целые реакторные модули проектируются так, чтобы их можно было производить в заводских условиях при строгом контроле качества.

Серийное производство. Разработчики ориентируются на серийное производство для достижения эффекта масштаба, аналогичного тому, что наблюдается в аэрокосмической отрасли.

Сборка на площадке. Изготовленные на заводе модули доставляются на место эксплуатации для сборки, что потенциально позволяет сократить сроки и стоимость строительства.

Масштабируемость. Многие ММР рассчитаны на поэтапное внедрение, что снижает финансовые риски, обеспечивает гибкие решения для заказчиков и конечных потребителей и дает возможность наращивать мощность по мере изменения спроса.

мощностью менее 20 МВт часто называют микрореакторами. Все они проектируются с применением технологий, предусматривающих заводское изготовление модулей, что должно обеспечивать экономическую эффективность за счет серийного производства и сокращать сроки строительства энергоблоков. ММР обеспечивают дополнительную гибкость в эксплуатации и возможность использовать ядерные технологии для более широкого круга задач, чем ранее.

Хотя выглядящий повальным интерес к ММР появился буквально в последние годы, эта идея совсем не нова. Первая в мире атомная станция, запущенная в промышленную эксплуатацию, — Обнинская — имела мощность 5 МВт, в 1950–1960-х годах на АЭС работали реакторы, которые сегодня мы называли бы малыми. В тот период были разработаны различные типы и конструкции реакторов, некоторые из них нашли успешное применение на практике. Однако начиная с 1970-х годов предпочтение стало отдаваться реакторам с водяным охлаждением, и энергокомпаниями требовали от разработчиков увеличивать их мощность для достижения эффекта масштаба. С тех пор в мире были построены сотни таких энергоблоков, и именно они сегодня остаются основой мировой ядерной энергетики.

Реакторы большой мощности обеспечивают надежное круглосуточное электроснабжение при низкой удельной стоимости энергии, что идеально подходит для решения большинства задач в рамках энергосистем. За высокими первоначальными капитальными затратами следуют низкие и стабильные эксплуатационные расходы, поэтому работа больших энергоблоков в непрерывном режиме, как правило,

экономически выгодна (так, широко известна проблема высокой цены на электроэнергию в Германии, остановившей все АЭС, особенно в сравнении с королевской европейской атомной генерацией — Францией, где производится половина всей атомной энергии Евросоюза). Нынешний интерес к ММР отражает смещение фокуса с эффекта масштаба в сторону серийности, а также стремление использовать энергию атома не только для промышленного производства электроэнергии.

Разработка ММР в странах Запада ведется с активным привлечением значительных частных инвестиций, в том числе со стороны небольших компаний. Участие новых инвесторов — это еще одно свидетельство глубоких перемен: если раньше НИОКР в ядерной сфере преимущественно инициировались и финансировались государством, то теперь мяч на стороне бизнеса, который декларирует цели, имеющие в том

числе общественно значимый характер, главная из них — обеспечение доступа к недорогой и экологически чистой энергии, не сопровождающейся выбросами углекислого газа.

Одним взглядом

В базе данных Всемирной ядерной ассоциации (World Nuclear Association, WNA) содержится информация о всех разработках ММР в мире. По состоянию на июль текущего года в базе представлена информация о 133 проектах ММР из 20 стран, две трети из них — это тепловые реакторы, треть — быстрые. В базе собраны данные о реакторах мощностью до 500 МВт, но в диапазоне от 300 до 500 МВт их немногим более 10.

ММР изначально создаются как многоцелевые установки. Помимо генерации электроэнергии, в подавляющем большинстве проектов заложены и другие возможности применения: почти во всех проектах — выработка низкотемпературного тепла для централизованного отопления населенных пунктов и опреснения воды, примерно в половине проектов — выработка высокотемпературного технологического тепла для промышленного применения, в том числе в нефтехимии и металлургии. Примерно четверть проектов разрабатывается для работы в изолированных сетях.

Следует отметить, что в базе представлены данные в том числе о проектах, которые не находятся в стадии активной разработки, не обеспечены финансированием либо были отменены или приостановлены на неопределенный срок. Кроме того, по ряду проектов разработчики или вендоры не раскрывают информацию, поэтому актуальные данные о статусе таких проектов в базе могут не отражаться. Тем не менее если база не дает исчерпывающего представления о коммерческой динамике и реальном продвижении проектов, то географию и основные технологические направления, по которым идет развитие ММР, она отражает хорошо. Для сравнения: в 2025 году NEA (Nuclear Energy Agency) при Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) в свою информационную панель по ММР включило 74 проекта, по которым имелась необходимая общедоступная информация для проведения оценки. В число остальных 53 вошли около 25 проектов, находящихся в стадии разработки, авторы которых попросили не включать их в панель, остальные представляют собой неактивные проекты.

Несмотря на обилие заявленных проектов, только две АЭС малой мощности находятся, по классификации WNA, в коммерческой эксплуатации, это первая и пока единственная в мире плавучая атомная станция — российская ПАТЭС с ПЭБ «Академик Ломоносов» в составе двух реакторов КЛТ-40С электрической мощностью по 35 МВт и первая в мире наземная АЭС малой мощности с двумя высокотемпературными газоохлаждаемыми реакторами с активной зоной с шаровыми микротвэлами (HTR-PM) мощностью 210 МВт каждый на китайской АЭС «Шидаовань».

Коротко

Разрабатываемые сегодня ММР призваны обеспечить ряд преимуществ.

Экономическая доступность. Благодаря меньшим размерам ММР требуют значительно меньших капитальных вложений в пересчете на единицу мощности по сравнению с крупномасштабными аналогами. Это снижает финансовые риски и расширяет круг потенциальных инвесторов и владельцев таких реакторов.

Гибкость эксплуатации. Современные большие реакторы способны маневрировать мощностью в соответствии с нагрузкой, однако, как правило, круглосуточно работают в режиме постоянной базовой нагрузки. Некоторые ММР изначально разрабатываются с расчетом на эксплуатационную гибкость: например, они могут быстро переключаться между режимами выработки электроэнергии и тепловой энергии.

Гибкость размещения. ММР расширяют географию и варианты внедрения ядерных технологий, делая их преимущества доступными для более широкого круга конечных потребителей. Такие реакторы можно подключать к энергосетям, недостаточно мощным для обслуживания больших реакторов. Кроме того, меньшие размеры активной зоны и наличие систем пассивной безопасности, характерное для многих моделей ММР, позволяют сократить размеры защитных зон, то есть реакторы можно размещать вблизи городских агломераций и на промышленных площадках.

На стадии сооружения пока также находятся единичные проекты. Россия здесь выглядит явным лидером. В активной фазе — быстрый свинцовый БРЕСТ-ОД-300 поколения IV в Томской области, идет бетонирование фундамента турбины и генератора энергоблока, параллельно продолжается сооружение ядерного острова. Также в число всего пяти проектов MMP, находящихся на стадии строительства, WNA включает проект «Росатома» для электроснабжения крупного промышленного потребителя на Чукотке. Кроме того, в июне текущего года залит первый бетон в фундаментную плиту будущей АСММ с РУ РИТМ-200 в Узбекистане, что означает официальное присвоение объекту статуса строящейся атомной электростанции по стандартам МАГАТЭ. На встрече с президентом РФ в августе 2026 года глава «Росатома» Алексей Лихачев, говоря о реакторах такого типа, отметил: «Мы реализуем проект энергоблоков на основе современного поколения судовых реакторов РИТМ-200, хорошо опробованных. Есть решения как в наземном, так и в плавучем исполнении. Подчеркну, что только в России такие блоки сооружаются серийно».

Китай ведет строительство многоцелевого (для выработки электроэнергии, опреснения воды и централизованного теплоснабжения) MMP Linglong One на острове Хайнань. Это водо-водяной реактор мощностью около 125 МВт (эл.) собственной, китайской разработки, в его основе лежит реактор АСР100. Проект должен продемонстрировать возможности коммерческой эксплуатации и конкурентоспособность на внешнем рынке, ввод реактора ожидается во второй половине 2026 года, хотя это уже скорректированный срок.

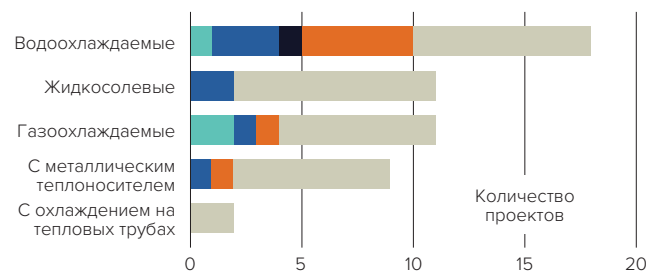
Незавидна участь старейшего проекта, разработка которого стартовала, кажется, даже не в прошлой, а в позапрошлой атомной эпохе — в очень далеком 1984 году, а строительство — в 2014-м. CAREM-25 в Аргентине — единственный проект MMP в Латинской Америке, именно он должен был стать первым в мире наземным модульным реактором малой мощности. Интересно, что весь проект, в том числе ядерную часть, разрабатывали аргентинские компании. Считалось, что у реактора большие перспективы масштабирования и хороший экспортный потенциал. Однако сооружение CAREM-25 заморожено (при 85-процентной готовности конструкций, как утверждали в 2024 году представители профсоюза строителей). Власти страны переключились на импортную технологию, заключив контракт на \$1,2 млрд с американской Meitner Energy на строительство малого реактора АСР-300 на той же площадке — АЭС «Атуча».

Незабытое старое

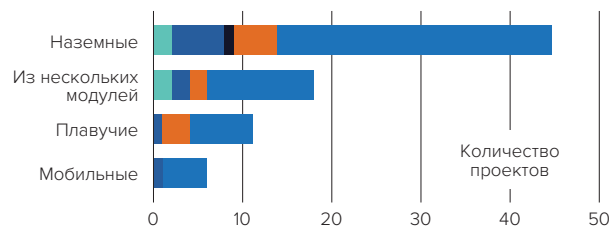
Многие из создаваемых сегодня MMP представляют собой не принципиально новые решения, а результат совершенствования уже существующих конструкций и технологий. Разрабатываются четыре основных направления. Прежде всего, это реакторы с водяным теплоносителем (большинство проектов, рассматриваемых для внедрения в ближайшем будущем, базируются именно на этой проверенной годами технологии,

всего в базе данных WNA таких проектов 47). Проектов каждого из трех следующих типов — высокотемпературные газоохлаждаемые, жидкосолевые (на расплавах солей) и с металлическим теплоносителем — около 30. Всего два проекта, в том числе уже упоминавшийся eVinci, имеют охлаждение с помощью герметичных трубок, заполненных щелочными металлами. Легководные реакторы характеризуются наименьшими технологическими рисками благодаря тысячам наработанных реакторо-лет, зато реакторы остальных типов могут быть более компактными и простыми, работать дольше без перегрузки топлива и иметь внутренне присущую (естественную) безопасность.

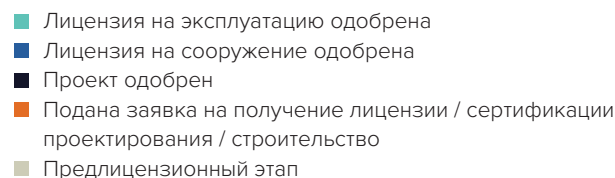
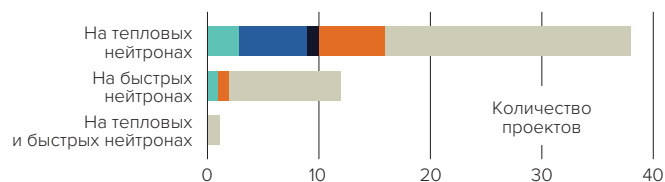
Ход процесса лицензирования в зависимости от концепции MMP



Ход процесса лицензирования в зависимости от конфигурации MMP



Ход процесса лицензирования с учетом нейтронного спектра MMP



Источник: The NEA Small Modular Reactor Dashboard: Third Edition (NEA No. 7737), © OECD 2025

В некоторых проектах ММР применяется усовершенствованное топливо на основе высокообъемного низкообогащенного урана (HALEU — High-Assay Low-Enriched Uranium) с повышенной степенью обогащения, 5–20%, или смешанное оксидное (МОКС) топливо, что позволяет использовать материалы, обычно считающиеся отходами.

Представляется интересным познакомиться поближе с некоторыми проектами ММР разных типов и конструкций, находящимися в продвинутой фазе реализации.

Догонять по-быстрому

В отличие от СССР, где работал опытно-промышленный БН-350 на Шевченковской АЭС, и России, успешно эксплуатирующей БН-600 и БН-800 на Белоярской АЭС, в США до настоящего времени ни один реактор на быстрых нейтронах не превышал по мощности 66 МВт (эл.) и не использовался для коммерческого производства электроэнергии. Проект Natrium компании TerraPower призван исправить эту ситуацию, неприятную для атомной отрасли США, которая претендует на мировое лидерство.

В течение многих десятилетий компания GE совместно с исследовательскими лабораториями США вела разработку модульного реактора с системами естественной безопасности — PRISM (Power Reactor Innovative Small Module). Работа

велась в рамках программы разработки перспективного реактора с жидкотеплоносителем — интегрального реактора на быстрых нейтронах (ALMR/IFR), — финансируемой Министерством

энергетики США. В основу конструкции легли решения, примененные в исследовательском реакторе EBR-II, а также в установке, созданной GE для подводной лодки USS Seawolf еще в 1957–1958 годах. Программа ALMR/IFR была закрыта в 1994 году, но в отчете о предварительных оценках безопасности проекта PRISM был сделан вывод об отсутствии явных препятствий для лицензирования этой конструкции.

Несмотря на закрытие программы, проект не был похоронен. Реинкарнацией реактора-ветерана стал современный вариант PRISM, разрабатываемый GE Hitachi (GEH) и представляющий собой компактный ММР интегрального (бассейнового) типа с пассивной системой отвода остаточного тепловыделения. Результатом 30-летней разработки стало решение, относящееся к реакторам поколения IV и предназначенное для замыкания ядерного топливного цикла в США. Металлическое топливо, содержащее плутоний и обедненный уран, должно изготавливаться из отработавшего топлива легководных реакторов. В процессе электрометаллургической переработки все трансурановые элементы предполагается извлекать совместно, поэтому свежее топливо, помимо плутония и урана, будет содержать также минорные актиниды.

Реактор PRISM электрической мощностью 345 МВт лежит в основе концепции Natrium, это совместный проект TerraPower и GEH. В качестве первичного теплоносителя используется натрий, а вторичного — расплав соли, способный накапливать тепло или передавать его в теплообменник для выработки пара; переключение между этими режимами позволяет варьировать выходную мощность энергоблока в диапазоне от 30 до 150% от номинальной мощности реактора. Разработчиками особенно подчеркивается, что это решение должно помочь заказчикам извлекать выгоду из возможностей, которые возникают в периоды пикового спроса на фоне колебаний выработки энергии из возобновляемых источников. Проект Natrium реализуется в рамках новой программы Министерства энергетики США по демонстрации передовых реакторных технологий (ARDP), предусматривающей финансирование на условиях долевого участия, в октябре 2020 года проект получил первоначальный грант в размере \$80 млн.

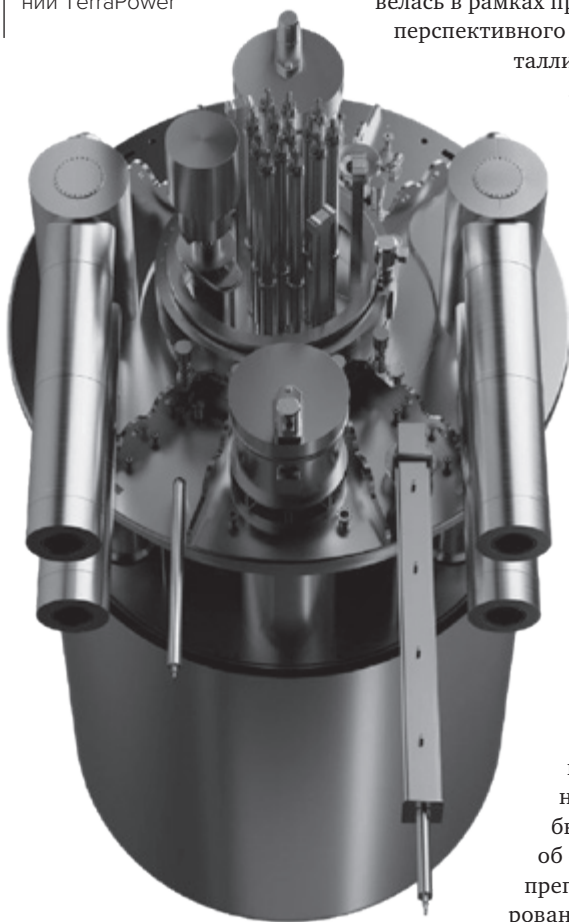
В июне 2021 года TerraPower объявила о планах строительства демонстрационного энергоблока в рамках проекта Natrium в штате Вайоминг, на площадке выведенной из эксплуатации угольной электростанции в Кеммерере. В марте 2026 года Комиссия по ядерному регулированию США (NRC) выдала разрешение на строительство. 23 апреля 2026 года TerraPower объявила об официальном начале строительства энергоблока № 1. По заявлению TerraPower, возглавляемой Биллом Гейтсом, именно этот энергоблок станет первой в США коммерческой атомной электростанцией нового поколения промышленного масштаба. Общая стоимость проекта оценивается примерно в \$4 млрд.

Вырастут ли крылья у «Гермеса»?

Компания Kairos Power в Ок-Ридже (штат Теннесси, США) с 2025 года строит экспериментальный реактор Hermes 1 — неэнергетическую демонстрационную версию высокотемпературного реактора с охлаждением фторидной солью (KF-HFR) тепловой мощностью 35 МВт. Интересно, что это первый за более чем 50 лет случай одобрения Комиссией по ядерному регулированию США строительства ядерного реактора, не использующего водяное охлаждение. Согласно

На иллюстрации

Модель реактора Natrium от компании TerraPower

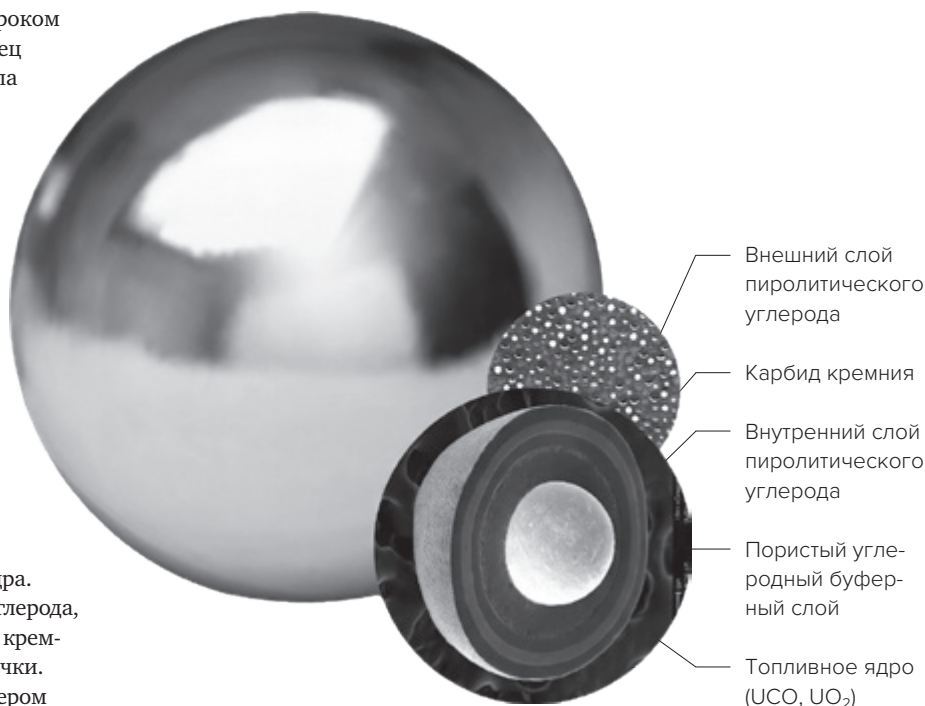


условиям выданного разрешения, крайним сроком завершения строительства реактора был конец 2026 года. Однако недавно Комиссия одобрила запрос Kairos Power о продлении срока на 28 месяцев, то есть ввод перенесен на апрель 2029-го. В компании пояснили, что необходимость переноса сроков обусловлена задержками, связанными с уникальностью установки такого типа, сооружаемой впервые.

В реакторе Hermes 1 будет использоваться топливо с трехструктурным изотропным покрытием TRISO (TRI-structural ISotropic particle fuel) в виде сферических частиц размером с маковое зерно. Каждая частица состоит из ядра из диоксида урана диаметром 350–600 мкм, оно окружено оболочкой из пористого углерода, улавливающей продукты деления, которые выходят из ядра. Поверх нее расположен более плотный слой углерода, заключенный, в свою очередь, в слой карбида кремния, выполняющий функцию защитной оболочки. Тысячи таких частиц помещают в сферы размером с бильярдный шар, при скоплении этих шаров внутри реактора происходит реакция деления, а выделяющееся тепло передается теплоносителю (для ряда других проектов разрабатывается TRISO в форме цилиндрических таблеток).

TRISO — старейший и наиболее изученный пример того, что называют топливом, устойчивым к аварийным ситуациям (accident-tolerant fuel). Концепция топлива из многослойных микрочастиц возникла при реализации международного проекта высокотемпературного реактора Dragon в Великобритании еще в начале 1960-х, затем его начали испытывать в нескольких исследовательских и демонстрационных реакторах, но с наступлением эры доминирования легкой воды высокотемпературные реакторы вплоть до начала 2000-х ушли на обочину истории. Зато теперь они вызывают огромный интерес разработчиков. Достаточно напомнить, что эксплуатируемые ММП на АЭС «Шидовань» являются высокотемпературными и имеют топливо описываемого типа.

Благодаря своей структуре топливо TRISO более устойчиво по сравнению с традиционным к воздействию нейтронного облучения, коррозии, окисления и высоких температур — факторов, наиболее сильно влияющих на эксплуатационные характеристики. В силу наличия трех защитных слоев каждая частица сама по себе служит системой локализации радиоактивных веществ. Это позволяет удерживать продукты деления внутри частицы при любых режимах работы реактора. TRISO не может расплавиться в реакторе и способно выдерживать экстремальные температуры, значительно превышающие предельные значения для других современных видов ядерного топлива. В ходе одного из испытаний частицы TRISO сохраняли целостность более 300 часов при температуре 1800 °C. Условия этих испытаний были более жесткими, чем прогнозируемые сценарии самых



тяжелых аварий на высокотемпературном реакторе, при этом частицы топлива получили минимальные повреждения или не пострадали совсем, сохранив рабочие характеристики и продемонстрировав низкий уровень выхода продуктов деления.

Также TRISO установило рекорд, достигнув максимальной глубины выгорания 19% при сохранении эксплуатационных показателей в ходе трехлетних испытаний в Национальной лаборатории Айдахо еще в 2009 году. Этот показатель почти в три раза превосходит глубину выгорания, достижимую для современного топлива легководных реакторов, что свидетельствует о высоком ресурсном потенциале TRISO. Интересно и то, что отработавшие топливные шары должны выгружаться из нижней части реактора, подобно игрушкам из торгового автомата, а свежие загружаться сверху, и все это без останова реактора.

TRISO также предполагается использовать в Xe-100 — это проект газоохлаждаемого высокотемпературного реактора поколения IV, который разрабатывает компания X-energy. Реактор рассчитан на работу в составе стандартной электростанции из четырех блоков общей электрической мощностью 320 МВт, его конфигурацию можно масштабировать, используя отдельные модули мощностью 80 МВт. В X-energy отмечают, что характеристики реактора в полной мере отвечают растущим потребностям в энергии и идеально подходят для интеграции в региональные энергосети, а также для энергоснабжения мощных центров обработки данных и других крупных коммерческих потребителей. Благодаря способности вырабатывать 200 МВт тепловой мощности в виде пара с температурой 565 °C, реактор Xe-100 также пригоден для применения в других сферах, включая горнодобывающую и тяжелую промышленность.

Основная проблема с топливом TRISO заключается в том, что для него требуется уран HALEU, который пока не производится в количестве, достаточном для широкого масштабирования технологии. В январе текущего года Министерство энергетики США выделило в общей сложности \$2,7 млрд трем компаниям на создание в стране мощностей по производству HALEU. Пока эти мощности не будут введены в строй, выпуск топлива TRISO будет оставаться медленным и дорогостоящим процессом.

Еще одно преимущество реактора Hermes 1, по заявлениям разработчиков, связано с использованием в качестве теплоносителя расплава солей — смеси фторида лития и фторида бериллия, известной как FLiBe. Вода кипит при 100 °C, поэтому для поддержания ее в жидком состоянии при рабочих температурах легководных реакторов (250–325 °C) требуется давление около 150 атмосфер. Температура кипения жидкосолевого теплоносителя в Hermes 1 составляет около 1430 °C, что значительно выше рабочей температуры реактора (650 °C). Это означает, что реактор может работать при нормальном атмосферном давлении, а это избавляет от необходимости использовать дорогостоящие защитные оболочки, рассчитанные на высокое давление. Кроме того, отсутствует избыточное давление, способное в случае утечки теплоносителя выбросить его в атмосферу. Наконец, реакторы с жидкосолевым теплоносителем могут работать при более высоких температурах, чем водяные, что обеспечивает более эффективную выработку энергии.

В июле 2023 года Kairos Power подала заявку на получение разрешения на строительство Hermes 2 — демонстрационной установки из двух энергоблоков мощностью 50 МВт (эл.), которая позволит использовать опыт, полученный при создании Hermes 1, и показать полную архитектуру будущих коммерческих станций. Этот объект, в отличие от Hermes 1, будет вырабатывать электроэнергию. В апреле текущего года на площадке Hermes 2 в Ок-Ридже начались строительные работы. Проект Hermes 2 — первый этап реализации соглашения, заключенного Kairos Power с Google в 2024 году и направленного на создание парка передовых реакторов для декарбонизации дата-центров Google.

По заявлению Kairos Power, демонстрационные реакторы Hermes призваны помочь снизить риски, связанные с отработкой технологии, лицензированием, цепочками поставок и строительством, а также обеспечить определенность в отношении затрат на технологию KP-HFR. Компания планирует начать коммерческую эксплуатацию установок в начале 2030-х годов.

Работа кипит

Еще один из наиболее продвинутых проектов ММР — BWRX-300, реактор на кипящей воде с естественной циркуляцией теплоносителя электрической мощностью 300 МВт, разработанный компанией GE Vernova

Hitachi Nuclear Energy (GEVH). Он представляет собой упрощенную версию реактора ESBWR, уже сертифицированного Комиссией по ядерному регулированию США.

Компания Ontario Power Generation (OPG) в мае 2025 года на площадке действующей АЭС «Дарлингтон» мощностью 3,5 ГВт приступила к сооружению первого из четырех блоков BWRX-300. Строительство ММР на действующих АЭС имеет множество преимуществ, включая использование уже имеющейся дорожной, энергетической, водной и другой инфраструктуры. У таких площадок есть подключение к энергосистеме, штат квалифицированных работников и необходимые лицензии для выработки атомной энергии. Все эти факторы могут сокращать общую продолжительность реализации проекта на несколько лет.

В апреле 2026 года в проектное положение была установлена фундаментная плита здания реактора. Если все пойдет по плану, BWRX-300 начнет выработку электроэнергии в 2029 году, что должно сделать его одним из первых энергоблоков с ММР, работающих в странах Запада. Начало коммерческой эксплуатации планируется на 2030 год. GEVH собирается применить опыт, полученный при сооружении первого энергоблока, при строительстве трех следующих. Энергоблок № 1 оценивается в 7,7 млрд канадских долларов, а стоимость всех четырех блоков — в 20,9 млрд канадских долларов, исходя из предположения, что затраты будут снижаться по мере масштабирования.

Проектная группа ставила перед собой задачу найти способы сокращения затрат на реализацию проекта на 40–60% по сравнению с другими разрабатываемыми ММР, чтобы обеспечить конкурентоспособность по отношению к газовой генерации. Как утверждают разработчики, являясь десятым поколением кипящих реакторов, BWRX-300 представляет собой самую простую и в то же время наиболее инновационную конструкцию BWR с момента начала разработки атомных реакторов компанией GE в 1955 году. Решения, позволяющие снизить затраты, это системы естественной циркуляции теплоносителя, компактная защитная оболочка сухого типа и расширенное использование пассивных систем управления. Оценочная стоимость строительства (капитальные затраты) при серийном производстве (после ввода в эксплуатацию первых блоков) составляет \$2250 за киловатт установленной мощности. Проект предусматривает ограничение численности эксплуатационного персонала до 75 человек, что должно обеспечить затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание на уровне \$16 за МВт·ч.

Пока этот проект выглядит максимально тиражируемым. В США есть планы по строительству пяти BWRX-300 в Огайо и одного в Теннесси — на площадке недостроенной АЭС «Клинтч-Ривер». В октябре 2025 года GEVH и Samsung C&T создали стратегический альянс для внедрения BWRX-300 за пределами

Северной Америки. В Великобритании BWRX-300 в декабре 2025-го успешно прошел второй этап процедуры общей оценки проекта. В Польше этот реактор будет референтным: в феврале 2026 года подписано соглашение об использовании типового проекта BWRX-300, адаптированного для этой страны, планы впечатляют — 24 реактора на шести площадках. В июле 2025 года компания Fortum подписала соглашение о проведении первоочередных работ в рамках возможного внедрения BWRX-300 в Финляндии и Швеции, а в сентябре 2026-го шведская компания Studsvik объявила о выборе GEVH и Samsung C&T в качестве стратегических партнеров для реализации первоначального проекта по строительству четырех BWRX-300.

Гладко на бумаге

Очевидно, что в отношении ММР стоит избегать завышенных ожиданий, которые явно формируются потоком оптимистических реляций разработчиков и инвесторов. Хотя абсолютная стоимость инвестиций в малый реактор действительно может быть ниже, чем в блок большой мощности, из этого не следует, что удельные затраты на единицу установленной мощности или произведенной электроэнергии также будут ниже.

Одна из весомых причин, заставляющих скептиков сомневаться в экономической привлекательности модели ММР, — фактор неопределенности. Реализация проектов в сфере атомной энергетики исторически сопровождается задержками и превышением первоначальных смет. В 2014 году аналитики из Дании и США провели исследование перерасхода времени и средств при строительстве объектов электроэнергетики. Анализ, охвативший 180 проектов АЭС, показал, что в 175 случаях были превышены как бюджеты, так и сроки строительства. За прошедшее время ситуация не изменилась, примером служит легендарный атомный долгострой — третий энергоблок финской АЭС «Олкилуото», строительство и ввод в эксплуатацию которого заняли 18 лет вместо запланированных четырех. А итоговая стоимость третьего и четвертого блоков АЭС «Вогтль» в США превысила \$36 млрд, хотя первоначальная смета (на момент начала строительства) составляла \$14 млрд.

Здравый смысл подсказывает, что такая же ситуация практически неизбежна и для проектов с использованием реакторов новых конструкций, в том числе для малых модульных реакторов, поскольку опыт строительства таких объектов практически отсутствует. Так, в Китае возведение двух энергоблоков с ММР на АЭС «Шидаовань» более чем вдвое превысило планируемый срок в 50 месяцев. В 2020 году Министерство энергетики США поставило цель ввести реакторы Sodium в строй в течение 5–7 лет. Однако в ноябре 2025 года разработчики Sodium назвали в качестве даты начала коммерческой эксплуатации и подключения к энергосети 2031 год. Проект NuScale, предусматривавший сооружение шести ММР в штате

Айдахо, был отменен в 2023 году, поскольку оценочная стоимость в \$9,3 млрд оказалась слишком высокой для потенциальных покупателей электроэнергии.

Критики идеи всеобщей ММРизации считают, что не стоит поддаваться пиар-шумихе, во многом создаваемой технологическими гигантами на волне ИИ-хайпа. Звучат даже обвинения в том, что заявления крупнейших бигтех-корпораций об инвестициях в атомную энергетику, в том числе в проекты ММР, служат прежде всего целям гринвошинга (создания имиджа экологически ответственной компании), призванного отвлечь внимание от негативного воздействия дата-центров на окружающую среду.

Исследование американской компании Bloom Energy показывает, что в 2026 году 10% работающих ЦОДов требуют более 1 ГВт мощности каждый, к 2030 году эта доля, по прогнозам, удвоится. Проекту ЦОД Stargate в штате Техас нужно до 5 ГВт мощности, а проекту GW Ranch — 7,65 ГВт. С учетом того, что к категории ММР относятся преимущественно реакторы мощностью до трети гигаватта, для энергообеспечения крупных ЦОДов потребуется производство десятков таких установок.

По состоянию на начало сентября 2026 года на сайте Data Center Map зафиксировано 12 259 центров обработки данных в 177 странах, причем 4767 из них находятся в США. Согласно данным отчета Energy Institute «Статистический обзор мировой энергетики», в США с 2020 года потребность таких объектов в энергии росла на 12,6% в год: с 172,8 ТВт·ч в 2020 году до 312,6 ТВт·ч в 2025 году (для сравнения: один малый модульный реактор мощностью 300 МВт способен вырабатывать 2,6 ТВт·ч в год). Выработка атомной энергии в США за это же время незначительно снизилась — с 831,5 ТВт·ч в 2020 году до 826,1 ТВт·ч в 2025-м. Таким образом, атомная энергетика в США — крупнейшем в мире обладателе парка дата-центров — пока не сыграла никакой роли в удовлетворении возросшего спроса на энергию с их стороны. При этом, с одной стороны, ожидается, что в ближайшие годы спрос вырастет еще более существенно по мере строительства новых ЦОДов. С другой стороны, есть опасения по поводу скорого краха пузыря ИИ (который потянет за собой и обвал интереса к ММР).

В любом случае важнейший вопрос на сегодняшний день: удастся ли превратить впечатляющие планы и многообещающие технические концепции ММР в конкурентоспособный, серийно производимый и надежный продукт? Эффективное внедрение ММР зависит от строительства многих одинаковых энергоблоков по стандартному референтному проекту — это ключевой фактор оптимизации затрат. Если действительно сформируется международный рынок соответствующего масштаба и серийное производство, это позволит технологии ММР доказать свою жизнеспособность и стать новым драйвером мирового атомного ренессанса.



Текст: Сергей Роженко, директор группы аналитики в энергетике консалтинговой компании Kept

Фото: Mathias Basualdo, Oliver Hoslet, Robert Ghement / EPA, Daniel Kiss / TACC

Остановит ли жара атом?

Уроки летнего сезона 2026 года для развития энергетики



Летом 2026 года энергетика Европы прошла через пять волн жары, экстренные предупреждения о дефиците мощности в Великобритании, рекордные ограничения выработки АЭС во Франции и остановку промышленного производства в Венгрии. Заголовки мировых СМИ («АЭС останавливают работу», «Экстремальная жара угрожает атомной энергетике Европы») формировали образ отрасли, застигнутой врасплох климатическими явлениями. Но за цифрами скрывается более сложная картина: проблема лета 2026 года лежит не только в жаре, но и в эволюции структуры потребления и в накопленных системных вызовах энергосистемам.

Лето перестало быть легким сезоном

Еще 10 лет назад в энергосистемах средней полосы Европы лето считалось временем передышки и плановых ремонтов: основное внимание энергетики уделяли прохождению зимнего пика отопительной нагрузки. В последние годы ситуация меняется — лето все чаще оказывается не менее проблемным сезоном.

Лето 2026 года стало показательным: британский системный оператор NEMO впервые в истории выпустил летом сразу три electricity margin notice — экстренных предупреждений о дефиците резервов — 23–24 июня, 26 июня и 9 июля. Во Франции пятая по счету летняя волна жары к середине августа привела к временной остановке до 20% мощностей АЭС. В Венгрии атомная станция «Пакш», обеспечивающая до половины энергобаланса страны, снижала выработку

до 240 МВт, а в начале августа была полностью остановлена — впервые за 44 года эксплуатации.

На этом фоне вводились добровольные ограничения промышленного потребления. Из-за низкой водности рек снизилась выработка ГЭС и приостановилось судоходство по Дунаю и Рейну. Биржевые цены на электроэнергию росли синхронно: в июне цена в Германии достигала €210 за МВт·ч — максимальный уровень с начала 2025 года, а в Венгрии в отдельные дни цена превышала €900 за МВт·ч.

Несмотря на экстремальные температуры, серьезных последствий с отключением потребителей удалось избежать почти везде, но энергосистема прошла сезон на грани, что ставит два системных вопроса. Первый: способна ли генерация, включая атомную, физически работать в условиях жары или нужна масштабная программа замещения мощностей? Второй: успевает ли энергосистема в целом — сети, резервы, рыночные механизмы — справляться с новым профилем спроса и климатическими вызовами?

Факторы риска: климат, вода и новый спрос

За летней жарой скрываются как минимум три самостоятельных фактора, которые в 2026 году впервые сложились вместе в масштабе всего Европейского континента.

Гидрологический дефицит. Летом уровень Рейна упал до минимума с начала наблюдений в 1880 году (на отметке в Каубе — 14 см), Дунай столкнулся с сопоставимым дефицитом, что осложнило охлаждение электростанций и остановило судоходство. Ключевое отличие лета 2026 года от проблемных 2003 и 2018 годов в следующем: тогда основной проблемой была высокая температура воды при в целом нормальном расходе рек, теперь же самой воды физически не хватало для работы насосов охлаждения, независимо от ее температуры. При этом засуха 2026 года развивалась нетипично: зима была влажной (уровень Рейна у Кауба зимой превышал 400 см — выше 10-летней нормы), но с апреля начался ускоренный дефицит осадков на фоне рекордного испарения, что сделало сценарий менее предсказуемым.

Кондиционирование. Установка бытовых и коммерческих кондиционеров растет быстрее, чем модернизация сетей под новую нагрузку, особенно в Центральной и Северной Европе, где база исторически низкая. Доля жилья, оснащенного кондиционерами, выросла там в 2–3 раза за последнее десятилетие (Франция — с 13 до 25–30%; Великобритания — с менее 5 до 11–14%). Накопленный парк кондиционеров уже заметно влияет на энергобаланс: в самые жаркие недели 2026 года спрос вырос на 28% в Италии, на 23% в Венгрии, на 14% во Франции и 13% в Испании относительно обычных летних недель. Особенность этой нагрузки в том, что она включается практически синхронно по всей стране в момент волны

За летней жарой скрываются как минимум три самостоятельных фактора, которые в 2026 году впервые сложились вместе в масштабе всего Европейского континента. Это, во-первых, гидрологический дефицит, во-вторых, кондиционирование и, в-третьих, вечерний пик и остаточная нагрузка.

жары, в отличие от более плавной отопительной нагрузки зимой. Тем не менее в большинстве стран зимний максимум пока существенно превышает летний: во Франции пиковая нагрузка января 2026 года превышала 90 ГВт, а летний максимум оставался ниже 59 ГВт — разница почти в полтора раза.

Вечерний пик и остаточная нагрузка (netload). Развитие солнечной энергетики добавило третий фактор сложности. Днем солнце отлично закрывает пиковую кондиционерную нагрузку, но к 18:00–19:00 генерация резко падает вместе с заходом солнца, тогда как спрос на охлаждение держится до позднего вечера. Это создает резкий наброс остаточной нагрузки (netload) на традиционную генерацию именно в вечерние часы — и летом эта проблема острее, чем зимой, поскольку скорость и амплитуда наброса, а не абсолютный уровень спроса определяют потребность в маневренных резервах и межсистемных перетоках.

Что именно жара делает с энергосистемой

Тезис о том, что жара — вызов для всех видов генерации одновременно, в целом верен, но механизмы принципиально разные, и путать их не стоит.

Атомная и тепловая генерация. Реакторы и тепловые блоки на угле и газе сбрасывают избыточное тепло через воду рек, озер или моря; существенно меньшая часть станций Европы использует градирни воздушного охлаждения, не зависящие от водотока. Температура сброса жестко регламентирована и различается в зависимости от конкретной площадки: во Франции, например, лимит для АЭС «Голфеш» на Гаронне и АЭС «Ножан» на Сене составляет 28 °С, для АЭС «Бюже» на Роне — 26 °С, для АЭС «Блэйе» на эстуарии (однорукавном воронкообразном устье реки, расширяющемся в сторону моря) Жиронда — 30 °С. Когда температура сброса подходит к этим значениям, станция обязана снизить мощность или остановиться — норматив установлен для защиты водной флоры и фауны, а не из-за угрозы безопасности реактора. Именно это привело к отключению восьми французских реакторов и сокращению выработки на 6,3 ГВт в июле 2026 года. Явление касается

любой станции с водяным охлаждением независимо от вида топлива.

Гидрогенерация. Обмеление рек напрямую снижает напор и расход воды, доступной турбинам. Австрийская энергетическая компания Verbund, получающая около 85% выработки из гидроресурсов, зафиксировала падение прибыли на €370 млн за первое полугодие именно из-за засухи.

Ветрогенерация. Волны жары почти всегда сопровождаются устойчивыми антициклонами — зонами высокого давления со слабым ветром. Падает не эффективность турбины как таковая, а сама скорость ветра, поэтому системные операторы не рассчитывают на ВЭС как на источник покрытия пиковых летних нагрузок. Британский системный оператор NESO прямо называл слабую ветрогенерацию одной из причин упоминаемых выше летних margin notices.

Солнечная генерация. Популярный тезис европейских СМИ о том, что солнце «спасло» энергосистему летом 2026 года, требует уточнения. Солнечная генерация в жаркие дни июня и июля была на 5–17% выше обычного уровня и суммарно закрыла до 25% европейского потребления за два месяца. Но этот избыток не решил проблему пиковых нагрузок, а сместил ее во времени: к вечеру, когда солнце садится, а нагрузка на кондиционирование растет, сети требуется резкое наращивание мощности другими источниками. Все три британских margin notices пришлось именно на интервал 18:30–22:30. Иными словами, солнце не устранило нагрузку на маневренную генерацию, а перенесло пик на вечерние часы, когда не везде хватало гибких резервов.

Сети. Отдельная и часто недооцененная угроза — состояние линий и подстанций. При высокой температуре воздуха допустимая токовая нагрузка проводников снижается, трансформаторы работают в более напряженном тепловом режиме, а риск локальных отказов растет именно в момент пикового спроса на кондиционирование. Это системная проблема, поэтому адаптация должна охватывать не только генерацию, но и сети.

Совокупность этих эффектов означает, что летом энергосистеме требуется существенно больший запас

резервов, чем зимой. Обычный ориентир европейской сети системных операторов передачи электроэнергии ENTSO-E для резерва мощности в «нормальных» условиях — порядка 15–20% от спроса, но летом одновременно накладываются плановые ремонты, снижение доступности тепловой генерации из-за жары и падение пропускной способности линий при нагреве проводников. В сумме это означает, что фактически требуемый резерв приближается к 30–40% — это и объясняет, почему NESO трижды за лето выпускал экстренные оповещения даже без абсолютного превышения зимнего пика.

Почему все же жара «останавливает» атом

Заголовки СМИ о «системном кризисе» атомной энергетики упрощают картину. Речь не о неспособности реактора работать в жару, а о трех разных по природе ограничениях, которые важно различать.

Регуляторное ограничение. Норматив по температуре сброса воды — природоохранная, а не техническая мера. EDF официально подтверждает, что остановки станций не связаны с риском для ядерной безопасности; регулятор может временно смягчать лимиты, если риск для энергосистемы превышает экологический ущерб.

Гидрологическое ограничение. Низкий уровень воды физически ограничивает объем, доступный для охлаждения, независимо от ее температуры. Это стало решающим фактором для Венгрии и Румынии, зависящих от Дуная: падение его уровня привело не к снижению эффективности станций, а к прямой невозможности их штатной работы.

Эксплуатационное ограничение. Часть недоступной летом мощности объясняется не жарой напрямую, а совмещением температурных лимитов с плановыми ремонтами, которые операторы стараются перенести на менее напряженные периоды, но не всегда успевают.

При этом именно нормативные ограничения оказываются зачастую критическими. Влияние национальных нормативов хорошо иллюстрирует сравнение стран: в Испании, где летние температуры выше французских, реакторы продолжали работать в течение той же волны жары, поскольку национальные нормативы сброса там мягче; АЭС «Барака» в ОАЭ в принципе рассчитана (и эксплуатируется) под еще более жесткие условия — летние температуры воздуха 38–49 °С. Это означает, что уязвимость определяется конкретным проектом станции, типом водозабора и национальной регуляторной средой, а не самим фактом использования ядерного топлива: физика теплоотвода одинаково касается газовых, угольных и атомных блоков, различаются только допустимые пороги.

Надежность подтверждает и статистика: по данным исследования McMaster University (Energy Policy, 2026), из более чем 500 реакторо-лет наблюдений

Европейские страны оказались уязвимы не одинаково. Хотя жара накрыла весь континент, ее последствия оказались для разных стран разными, и объясняется это не разницей в температуре воздуха, а архитектурой энергосистем.



совокупные потери от погодных ограничений составили лишь 0,6% выработки затронутых реакторов, никогда не превышая 1,3% в масштабе национального парка реакторов за отдельный год.

Европейские страны оказались уязвимы не одинаково

Хотя жара накрыла весь континент, ее последствия оказались для стран разными, и объясняется это не разницей в температуре воздуха, а архитектурой энергосистем.

Франция и Германия прошли сезон через рост цен, но без физических ограничений потребителей. Обе системы формально избыточны по базовой генерации, но логика этого различна. Германия избыточна неэффективно: страна содержит весь парк угольной и газовой генерации как резерв для покрытия волатильности ВИЭ, плюс избыточные мощности ветра и солнца (суммарная установленная мощность — порядка 263 ГВт при пиковой нагрузке около 78 ГВт), и вся эта архитектура работает благодаря развитым связям с соседями и периодическим ограничениям выдачи ВИЭ. Франция избыточна иначе: за счет одного из крупнейших в мире парков атомной генерации, который дает стабильную базу, позволяет оставаться нетто-экспортером электроэнергии практически весь сезон и обеспечивать одни из самых низких цен на электроэнергию в ЕС (установленная мощность станций Франции — более 160 ГВт при пике нагрузки около 90 ГВт).

Венгрия и Румыния — принципиально другая история: помимо роста цен, эти системы столкнулись

с реальными ограничениями потребления. Обе страны системно дефицитны по базовой генерации и критически зависят от Дуная как единственного источника охлаждения для ключевых атомных мощностей, не имея резервной конфигурации водозабора, сопоставимой с французской. Когда уровень Дуная упал, это привело не к частичному снижению эффективности, а к угрозе полной остановки: АЭС «Пакш» оказалась в зоне риска останова впервые за 44 года. Венгерское правительство напрямую попросило крупных промышленных потребителей сократить нагрузку — нефтехимическая компания MOL снизила потребление на 40%, производитель батарей Samsung SDI — на 10% в критические часы. Румыния объявила чрезвычайное положение в энергетике и была вынуждена наращивать импорт до 1700 МВт для покрытия вечернего пика при суточном потреблении порядка 7000 МВт.

В обеих странах кризис локализован фактически в одной точке отказа — единственной атомной площадке, привязанной к гидрологии одной реки. Это не фундаментальное ограничение технологии, а следствие исторического выбора в пользу более дешевой прямоточной схемы охлаждения: и АЭС «Пакш I» (ВВЭР-440), и блоки № 1–2 АЭС «Черновода» (CANDU) забирают воду из Дуная и возвращают ее в реку на несколько градусов теплее, без рециркуляции. Иных проблем на самих АЭС — коррозии, механических неполадок, аварийных остановок по причинам, не связанным с водностью Дуная, — не зафиксировано. Проекты расширения — АЭС «Пакш II» и блоки № 3–4 АЭС «Черновода» — уже учитывают технологические меры по снижению зависимости от параметров Дуная: углубление водозаборов, частичную

На фото

В августе два энергоблока французской АЭС «Шо» приостановили работу из-за аномальной жары и снижения уровня воды в реке Маас

Вопрос не в том, способна ли атомная и тепловая генерация работать в условиях более частых волн жары, — опыт жарких регионов уже дал на него положительный ответ. Вопрос в том, насколько быстро энергосистемы Европы успеют перестроить системы охлаждения, сети и резервы под климатическую и потребительскую норму, которая останется с ними на следующие десятилетия.

На фото

В конце июля венгерская АЭС «Пакш» остановила работу третьего энергоблока из-за крайне низкого уровня воды в реке Дунай

рециркуляцию и модификацию под замкнутую систему охлаждения. Вопрос не в том, можно ли снять эту уязвимость технически (это как раз можно осуществить), а в том, готовы ли операторы и государства оплатить более высокую стоимость адаптации сейчас вместо повторяющихся аварийных решений в разгар каждой новой волны жары.

Экономика устойчивости: адаптация выгоднее замещения

Статистика показывает, что «скучная» организационно-техническая работа — модернизация охлаждения, перенос графиков ремонта, совершенствование эксплуатационных практик, — как правило, дает больший эффект, чем ставка на замещение мощностей

новым строительством и уж тем более радикальный зеленый переход. Франция здесь показательна.

Похожие эпизоды летней жары случались во Франции восемь раз за 25 лет — в 2003, 2006, 2015, 2018, 2019, 2022, 2025 и 2026 годах. Самым тяжелым остается 2003 год, когда потери выработки составили 5,5 ТВт·ч, или 1,3% годовой выработки атомного парка. Доля потерь от жары последовательно снижалась — с 1,3% в 2003 году до 0,18% в 2022 году, то есть более чем на 90%, за счет переноса ремонтов на менее напряженные периоды, модернизации систем охлаждения и улучшения эксплуатационных практик.

Именно поэтому EDF объявила о планах инвестировать еще €9 млрд за 15 лет в адаптацию энергетических объектов к климатическим изменениям, включая устойчивость систем охлаждения атомных станций. Модернизация систем охлаждения на действующей станции обходится порядка \$70–100 на киловатт установленной мощности. Для сравнения: строительство новой газовой или угольной станции обходится в \$1000–2000 на киловатт, АЭС — \$5000–7000 на киловатт, это оценка для проектов российского и корейского дизайна; для новых западных строек (например, АЭС «Хинкли Пойн С» или «Вогтль») капитальные затраты выше и достигают \$12 000+ на киловатт.

Теоретический полный переход на замкнутый цикл охлаждения для всего действующего парка станций с прямоточным охлаждением в США оценивался в \$83 млрд для атомного и \$66 млрд для теплового сегмента — заметная, но управляемая сумма на фоне того, что строительство одного нового крупного энергоблока АЭС обходится в \$6–10 млрд и требует 10–15 лет реализации. Модернизация действующих



мощностей почти всегда быстрее и дешевле по цене мегаватта, чем замещающее строительство.

Есть и обратная сторона вопроса — цена промедления. Разовые экстренные закупки мощности в Великобритании обходились системе в £10–11 млн за один день летнего пика, и эти издержки закладываются в тарифы: балансирующие расходы NESO формируют около 3,4% среднего счета домохозяйства за электричество. Отказ от системной адаптации не означает экономию — он означает перенос издержек в форму регулярных, менее предсказуемых и в сумме более дорогих экстренных мер.

Что нужно делать в первую очередь

Планирование базового профицита. Резерв мощности и межстрановые перетоки должны рассчитываться не под средний летний спрос, а под пиковый, включающий рост кондиционерной нагрузки и неравномерность выработки ВИЭ. Базовый профицит обеспечивается в первую очередь развитием атомной и тепловой генерации и только на этой базе дополняется накопителями и программами управления спросом (demand response) для крупных промышленных потребителей — по образцу венгерских договоренностей с MOI и Samsung SDI, которые дают краткосрочный, но быстрый и относительно недорогой инструмент сглаживания пиков без капитальных вложений.

Модернизация систем охлаждения с меньшей зависимостью от рек. Переход на гибридные схемы оборотного и влажного охлаждения, установка или замена градирен, диверсификация источников водозабора в пользу морской воды или замкнутого цикла там, где это возможно. Сравнение Франции с Венгрией и Румынией показывает, что станции



с единственным источником охлаждения структурно уязвимее тех, что могут переключаться между несколькими источниками.

Организационные и регуляторные меры. Перенос графиков планового ремонта с предсказуемых жарких месяцев, а не реагирование по факту волны жары. Институционализация временных исключений по нормативам сброса воды для чрезвычайных ситуаций — с прозрачными и заранее прописанными критериями применения. Развитие межсистемных связей и повышение пропускной способности сетевой инфраструктуры, поскольку сетевые ограничения все чаще становятся самостоятельным узким местом наравне с генерацией.

Заключение

Жара 2026 года не остановила ни энергетику, ни атомную отрасль Европы. Сезон прошел сложно из-за редкого совпадения трех факторов: рекордного водного дефицита на Рейне и Дунае, структурного роста спроса на кондиционирование и смещения пика нагрузки на вечерние часы, когда солнце уже не помогает. Реальные физические ограничения потребления затронули только две страны — Венгрию и Румынию, чья уязвимость объясняется не температурой воздуха, а зависимостью от Дуная как единственного источника охлаждения для энергообъектов. Остальная часть континента прошла через рост цен и перераспределение загрузки станций без отключений.

Технология не подводит там, где она изначально спроектирована под местный климат и располагает резервной конфигурацией водозабора, что доказывает опыт станций Франции, Испании,

США и ОАЭ. Там, где инфраструктура полвека назад проектировалась под другую климатическую норму, а зависимость от одной реки не была компенсирована резервами, жара превращается в системный риск.

Экономика подсказывает и порядок действий: модернизация систем охлаждения, сетей и режимов эксплуатации обходится в разы дешевле нового строительства и уже доказала эффективность — французский опыт показывает сокращение потерь на порядок при относительно умеренных инвестициях. Вопрос для отрасли на ближайшее десятилетие не в том, способна ли атомная и тепловая генерация работать в условиях более частых волн жары, — опыт жарких регионов уже дал на него положительный ответ. Вопрос в том, насколько быстро энергосистемы Европы успеют перестроить системы охлаждения, сети и резервы под климатическую и потребительскую норму, которая останется с ними на следующие десятилетия.

Курс на энергетическое изобилие

Атомная энергетика в эпоху перемен: новые вызовы и горизонты развития

В рамках форума «Технопром-2026» состоялась панельная дискуссия, участники которой обсудили предварительные результаты работы по национальному проекту «Новые атомные и энергетические технологии», их значимость и дальнейшие перспективы реализации для национальной энергетики. Приводим некоторые тезисы, которые прозвучали в ходе мероприятия.

Только вместе

В современных геополитических и экономических реалиях приоритетными задачами являются укрепление надежности единой энергосистемы, гарантированное обеспечение экономики и населения энергоснабжением и последовательное наращивание энергетической и технологической независимости. Национальный проект «Новые атомные энергетические технологии» реализуется при координации Минэнерго, Минпромторга и «Росатома». В рамках направления предусмотрена разработка атомных, а также других передовых технологий — всего их 54, в том числе создание электротехнического оборудования мирового уровня, развитие систем накопления энергии, создание турбин различной мощности, развитие сервиса действующего оборудования, наработка других технологических компетенций в сфере энергетики. Федеральные проекты, входящие в структуру национального проекта, реализуются с применением государственных мер поддержки. Лишь объединив усилия всех сторон, возможно создать конкурентоспособные технологии, современные сервисы и качественные услуги для конечного потребителя энергетических ресурсов.

Конкуренция нарастает

Технологическое лидерство напрямую определяет будущее России. Атомная часть нацпроекта посвящена именно лидерству, и такую задачу не решить силами отдельно взятой отрасли. «Росатом» работает с технологиями длинного цикла, где путь от научной идеи до промышленного внедрения иногда занимает десятилетия. Поэтому критически важно уже на старте видеть весь жизненный цикл будущего решения. В нацпроекте при четком распределении ответственности изначально заложено широкое партнерство, а все атомные федеральные проекты связаны общей логикой. В кооперации по их исполнению — 49 ключевых

организаций, 280 ответственных исполнителей. Отраслевой контур «Росатома» — лишь часть этой системы, в которую также вовлечены РАН, университеты, промышленные и технологические компании. Национальный проект реализуется на территории шести федеральных округов, субъекты Федерации стали полноценными участниками кооперации — через научные центры, университеты, промышленные площадки, а также в качестве заказчиков. В реализации нацпроекта участвуют 23 вуза, и это не только подготовка специалистов, но и выполнение научных исследований, разработок в рамках проекта.

Сегодня технологический портфель нацпроекта включает 10 направлений и 40 крупных проектов. Они находятся на разных стадиях реализации и работают на разные горизонты — от решений, уже переходящих к серийному сооружению, до формирования задела на десятилетия вперед. Самая большая ценность нацпроекта — это люди. «Росатом» выстраивает кадровую работу совместно с университетами, научными организациями и предприятиями. Формируются источники воспроизводства кадров, реализуется портфель программ опережающей подготовки, ведется профориентационная работа.

Востребованные атомные технологии сегодня находятся на стыке большого количества предметных областей (материаловедения, радиохимии, цифрового инжиниринга, робототехники и т.д.), все проекты мультидисциплинальны. Задача «Росатома» как системного интегратора — определить ключевые компетенции и точки роста, которые позволят реализовать нацпроект и обеспечить эффективное взаимодействие всех участников. Широкая кооперация необходима, и причина этого — в глобальном масштабе вызовов: конкуренция в мировой атомной энергетике нарастает. Есть несколько устойчивых трендов: растет интерес к атомным станциям малой мощности, к энерготехнологиям четвертого поколения; внедряются робототехнические решения. Страны, обладающие развитыми технологиями, наращивают инвестиции, сокращают сроки вывода решений на рынок. Так, США после указа президента Трампа в мае 2025 года включились в договоряющую программу: это упрощение регуляторики, запуск новых реакторов, в том числе вне национальных лабораторий.

Нужно прорываться

За последние несколько лет в мировой ядерной энергетике произошли кардинальные изменения,

касающиеся целеполагания, задач и подходов к ее развитию. Тяжелые аварии на АЭС в Три-Майл-Айленде, Чернобыле и Фукусиме по-прежнему в памяти, поэтому востребовано создание реакторов с внутренне присущей безопасностью активной зоны. В мире продолжает накапливаться облученное ядерное топливо (ОЯТ), и большинство стран не могут ни технологически, ни институционально подойти к решению этой проблемы. Наиболее перспективный путь — замкнуть топливный цикл, чтобы опасные элементы, такие как плутоний и минорные актиниды, работали на благо человечества, а не оставались на хранении, а атомная энергетика была обеспечена топливом на длительную перспективу.

Российская Генсхема размещения объектов электроэнергетики до 2042 года недвусмысленно говорит о необходимости перехода на двухкомпонентную платформу атомной энергетики, сочетающую АЭС на тепловых и быстрых нейтронах с работой в замкнутом ядерном топливном цикле. Эта же концепция отражена в федеральном проекте «Новая атомная энергетика», в Энергетической стратегии РФ до 2050 года, в Стратегии развития ядерной энергетики до 2050 года (она будет пересматриваться, но отказ от концепции замкнутого ЯТЦ, очевидно, невозможен). В Северске Томской области идет сооружение энергоблока с реактором БРЕСТ-ОД-300; введен в опытно-промышленную эксплуатацию модуль фабрикаций-рефабрикаций топлива.

Конкуренты в это время тоже не дремлют. Коллеги из Китая ищут возможность поднять коэффициент воспроизводства РБН намного выше единицы; создаются быстрые натриевые реакторы с расчетом на очень короткий (годовой) замкнутый цикл. Также в Китае рассматривают переход на металлическое топливо вместо нитридного. В Японии после Фукусимы в направлении быстрых реакторов наблюдалось затишье, но оно тоже закончилось: Япония также активизирует натриевое направление, в приоритете технологии замкнутого цикла. Кардинально изменилась и ситуация в США. Особого внимания заслуживает указ президента Трампа о переработке ОЯТ: раньше такое было исключено, США даже создавали препятствия другим странам в этом направлении. Теперь это стратегическая задача.

В эпоху перемен

Сегодня мы живем в эпоху самого масштабного энергетического перехода со времен промышленной революции. Искусственный интеллект, центры обработки данных, электротранспорт, металлургические комплексы предъявляют не просто спрос на энергию — они требуют бесперебойной, чистой, круглосуточной генерации. На пересечении технологического прогресса и энергетической безопасности Россия закладывает фундамент будущего, уверенно продвигаясь к достижению 25% атомной генерации в энергобалансе. Технологический суверенитет немыслим без энергетического изобилия. Поэтому необходим переход к эпохе серийного производства атомных мощностей. Это меняет экономику

каждого проекта: она становится предсказуемой для участников, прозрачной для инвесторов и привлекательной для промышленности. В дорожной карте Генсхемы-2042 самые масштабные объемы строительства запланированы на период с 2030 по 2040 год, и уже сегодня создается задел для этого.

Федеральный проект «Серийная референтность атомных электростанций большой и малой мощности» как часть нацпроекта объединяет три ключевые составляющие. На Курской и Ленинградской станциях идет не просто замена выбывающих РБМК, а ввод более 5 ГВт новой генерации на основе передовых проектов ВВЭР-ТОИ и ВВЭР-1200. Стратегическая цель — сократить сроки и стоимость сооружения, ускорить подготовку кадров для атомной промышленности и внедрить импортозамещенное оборудование.

Флагман российской атомной энергетики — Курская АЭС, на ней уже демонстрируется конкретный результат в рамках реализации нацпроекта. В конце 2025 года энергоблок №1 был введен в опытно-промышленную эксплуатацию, в апреле 2026-го — в промышленную. Инновационный ВВЭР-ТОИ установленной мощностью 1250 МВт на сегодняшний день является самым мощным энергоблоком в российском атомном парке, на конец августа 2026 года он уже выработал более 4 млрд кВт·ч электроэнергии.

Особое внимание при создании этого блока уделялось системам безопасности. ВВЭР-ТОИ называют реактором, который умеет думать о безопасности сразу на нескольких уровнях. Это многослойный механизм защиты: системы дублируют друг друга; при нештатной ситуации реактор автоматически заглушается, а система пассивной безопасности продолжает охлаждать активную зону без электричества, операторов и любого другого внешнего вмешательства в течение не менее трех суток. Вокруг реактора возведена двойная оболочка, способная выдержать землетрясения, ураганы, наводнения и падение тяжелого самолета. Сам реактор стал воплощением новых инженерных решений. Благодаря уменьшению количества сварных соединений значительно улучшились эксплуатационные характеристики оборудования и его ресурс. Сегодня заявлен срок службы в 60 лет, который впоследствии, возможно, будет продлен еще на 40 лет. 100 лет эксплуатации — эта цифра не может не впечатлять.

Для долгосрочного и устойчивого развития атомной энергетики и перехода к двухкомпонентной платформе требуется синхронное развитие обеих технологических ветвей, при этом развитие технологий ВВЭР хеджирует риски отставания ввода РБН. Но и для развития ВВЭР необходимо решить ряд задач. Для этого разрабатываются топливные циклы с пониженной утечкой нейтронов, расширяется мощностная линейка, сокращается расход природного урана. Прорабатываются топливные циклы различной длительности, внедряются новые виды топлива. Перспективные решения по технологии ВВЭР охватывают как ближайшее будущее, так и долгосрочное развитие (ВВЭР-СКД).



Елена Пастухова,
руководитель проектов
ESG-направления Strategy Partners



Ольга Комарова,
эксперт ESG-направления
Strategy Partners

«Озеленение» по правилам

*Регуляторные стимулы Банка России: механизм сниженных риск-весов
для приоритетных проектов*

Банковское финансирование устойчивого развития в России перешло на новый этап: банки получают возможность экономить капитал, а компании — привлекать средства по ставкам ниже рыночных. Представляем подробный анализ тенденций и происходящих на рынке изменений.

От таксономии к стимулам: как менялось регулирование

Формирование национальной системы устойчивого развития в России прошло несколько последовательных этапов. Если в 2021 году была принята зеленая таксономия, задавшая критерии экологически ориентированных проектов, то к 2025 году регуляторная конструкция обрела заверченный вид — появились конкретные финансовые стимулы для банков и заемщиков.

21 сентября 2021 года вышло Постановление Правительства РФ № 1587 «Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации инструментов финансирования устойчивого развития в Российской Федерации» (ПП № 1587), утвердившее критерии проектов устойчивого развития и требования к системе верификации инструментов финансирования. Документ выделил зеленые и переходные проекты, создал основу для их идентификации.

26 мая 2025 года Банк России принял инструкцию № 220-И «Об обязательных нормативах и надбавках к нормативам достаточности собственных средств (капитала) банков с универсальной лицензией и об осуществлении Банком России надзора за их соблюдением» (инструкция № 220-И), установившую механизм снижения риск-весов по инструментам финансирования приоритетных проектов. Именно этот документ перевел тему устойчивого развития из категории корпоративной социальной ответственности в плоскость конкретных финансовых преимуществ.

14 октября 2025 года периметр программы риск-ориентированного стимулирующего регулирования был расширен: в дополнение к проектам структурной адаптации экономики и технологического суверенитета в него вошли приоритетные проекты устойчивого развития.

Приоритетные проекты: 10 направлений поддержки

На текущий момент в Постановлении Правительства № 1587 среди приоритетных проектов выделяется 7 направлений зеленых и 3 направления переходных инициатив.

Зеленые проекты — это инициативы, изначально направленные на защиту окружающей среды, снижение



выбросов и переход на возобновляемые источники энергии. К приоритетным зеленым направлениям относятся:

- обращение с отходами производства и потребления;
- энергетика, в том числе атомные электростанции;
- строительство;
- промышленность;
- транспорт и промышленная техника;
- водоснабжение и водоотведение;
- природные ландшафты, реки, водоемы и биоразнообразие.

Переходные проекты служат для «озеленения» традиционных, экологически вредных отраслей промышленности. К приоритетным переходным направлениям относятся:

- обращение с отходами:
 - улавливание, утилизация или хранение парниковых газов;
 - создание и модернизация инфраструктуры для производства, хранения и транспортировки водорода;

Справка

Таксономии созданы для целевого финансирования проектов в области экологии, защиты окружающей среды и социально значимых инициатив. Зеленая таксономия (2021 г.) определяет критерии зеленых и переходных проектов. Социальная таксономия (2023 г.) задает рамки для проектов, направленных на решение конкретных общественных проблем и улучшение качества жизни людей.

— энергетика:

- строительство новых, модернизация или замещение действующих плотинных гидроэлектростанций;
- улавливание, транспортировка, утилизация или хранение парниковых газов;

— промышленность:

- улавливание, транспортировка, утилизация или хранение парниковых газов.

Для атомной отрасли особо значимо, что энергетика, включая АЭС, входит в перечень приоритетных зеленых направлений. Это открывает дополнительные возможности для проектов, связанных со строительством и модернизацией атомных мощностей, а также для смежных инфраструктурных инициатив.

Как работает механизм сниженных рисков

Ключевая идея инструкции № 220-И — позволить банкам экономить капитал при финансировании приоритетных проектов устойчивого развития. Экономия капитала банков, в свою очередь, создает пространство для предоставления компаниям финансирования по ставке ниже рыночной.

Механизм поддержки охватывает кредиты и облигации. По оценке ЦБ РФ, при общем объеме кредитов, соответствующих требованиям, в 500 млрд рублей экономия капитала банков составит около 11 млрд рублей. В зависимости от кредитного качества проекта снижение риск-веса составит от 10 до 50%. Первые кейсы использования инструмента уже появились в 2025 году — выпуски получили право на применение пониженного коэффициента риска 32,5%.

Двойной фильтр: как пройти квалификацию на льготу

Путь к сниженным риск-весам и более дешевому финансированию лежит через строгий двойной фильтр. Сделка должна одновременно удовлетворять финансовым критериям Банка России и содержательным экологическим требованиям правительства. Несоответствие хотя бы одному из контуров автоматически закрывает доступ к стимулам.

Финансовый контур: надежность и прозрачность.

ЦБ РФ поддерживает только те сделки, которые не несут скрытых макроэкономических рисков. Базовое требование — номинирование строго в рублях, без привязки к валютным курсам или ценам на драгметаллы. Важна и точка отсчета: под льготу попадают проекты, стартовавшие не ранее 30 сентября 2022 года (либо на эту дату реализованные менее чем на 15% от бюджета).

К заемщику регулятор предъявляет требования к надежности: статус налогового резидента РФ, ограничение доли заемных средств (не более 80% для проектного финансирования) и высокий кредитный рейтинг (от ruA- и выше либо инвестиционный уровень). Если размещаются облигации,

в проспект эмиссии «зашиваются» жесткие ковенанты: целевое использование средств и ответственность эмитента за достижение заявленных экологических показателей.

Содержательный контур: защита от гринвошинга.

Постановление № 1587 требует доказательств того, что проект приносит измеримую пользу окружающей среде и еще не завершён на момент оценки. При этом работает жесткий принцип «не навреди»: экологические улучшения не должны достигаться за счет ущерба другим показателям, например в социальной сфере.

От компании-инициатора потребуется зрелость управленческих практик. Банк не просто выдаст кредит, но и потребует наличия утвержденных политик в области устойчивого развития и прозрачного мониторинга привлеченных средств.

Ключевое условие. Ни одна сделка не получит статус приоритетной без заключения внешнего верификатора (из реестра ВЭБ.РФ). Именно независимый аудит становится для банка юридическим основанием применить льготные риск-веса и снизить нагрузку на собственный капитал.

Как выглядит процесс получения льготы

В центре конструкции по реализации льготы — согласованные действия банка и заемщика. Процесс состоит из четырех последовательных этапов.

- 1. Квалификация.** Заемщик и банк проверяют проект на соответствие таксономии (ППИ № 1587 с учетом изменений 2025 года).
- 2. Структурирование.** Выбирается инструмент (кредит или облигации), закрепляется целевое использование средств; банк закладывает условия для учета актива как льготного.
- 3. Верификация.** Заемщик (или банк) обращается к верификатору из реестра ВЭБ.РФ и передает заключение банку. Банк классифицирует актив и применяет пониженный риск-вес.
- 4. Мониторинг.** На протяжении срока сделки заемщик раскрывает информацию о целевом использовании средств; банк контролирует сохранение льготы.

Верификация проводится в два шага: первичное заключение выдается до выпуска облигаций или предоставления кредита; подтверждающее — не позднее чем через 24 месяца после этого.

На текущий момент в реестре ВЭБ.РФ числится 13 верификаторов — рейтинговые агентства, аудиторские и специализированные организации.

Какие есть сдерживающие факторы для масштабного использования

На основании анализа текущей конструкции механизма можно выделить следующие ограничения.

— **Обязательная внешняя двухступенчатая верификация.** Заключение верификатора из реестра ВЭБ.РФ — необходимое условие. Помимо



Кто уже применял механизм на текущем рынке

Уже в 2025 году на рынке появились первые сделки, использующие механизм сниженных риск-весов. При этом льготные условия являются индивидуальными для каждого проекта и, как правило, не раскрываются в публичном поле.

Модернизация речного флота

- Два выпуска зеленых облигаций АФК «Система» общим объемом 6,5 млрд рублей были направлены на строительство 46 современных судов на электрической тяге и создание зарядно-причальной инфраструктуры (28 остановочных комплексов).
- Верификацию провело агентство «Эксперт РА», подтвердив соответствие принципам зеленых облигаций ICMA и российским критериям зеленого финансового инструмента.
- Заявленный зеленый эффект — ежегодное предотвращение выбросов парниковых газов на 72,9 тонны CO₂-эквивалента при эксплуатации одного электросудна по сравнению с аналогичными дизельными судами.
- Параметры выпусков:
 1. первый — 3,75 млрд рублей под 17,75% годовых на 2,5 года;
 2. второй — 2,75 млрд рублей под плавающую ставку (КС + 4,5%) на 2 года.

Выпуски получили право на применение пониженного коэффициента риска — 32,5% в соответствии с инструкцией Банка России №220-И.

Первый приоритетный зеленый кредит

- Газпромбанк стал первым банком в России, верифицировавшим приоритетный зеленый кредит в условиях нового регулирования.
- Совокупный кредитный лимит составил 61,45 млрд рублей на строительство ветровых электростанций мощностью 450 МВт в трех регионах РФ.
- Верификацию провело АКРА (Аналитическое кредитное рейтинговое агентство), подтвердив соответствие международно признанным принципам зеленого кредитования и национальному стандарту.

- Потенциальный зеленый эффект — ежегодное сокращение выбросов парниковых газов на 367 013,4 тонны CO₂-эквивалента.

Дисконтные облигации для энергоэффективного строительства

- В 2026 году состоялся первый в России выпуск зеленых дисконтных облигаций «Легенды» с фиксированным доходом и купоном 1% годовых.
- Номинал выпуска — 10 млрд рублей, привлечено 6 млрд рублей (с учетом дисконта), срок — 3 года. Основной доход инвестора формируется не за счет купонных выплат, а благодаря дисконту: в дату погашения компания выкупает бумагу по полному номиналу. Заявленная доходность (YTM) превышает 20% годовых.
- Средства направлены на рефинансирование инвестиций в строительство энергоэффективных жилых комплексов с классом энергоэффективности А+.

Облигации устойчивого развития для транспорта

- Государственная транспортная лизинговая компания (ГТЛК) разместила выпуск четырехлетних облигаций устойчивого развития объемом 30 млрд рублей (первоначальный объем был увеличен с 15 млрд рублей).
- Выпуск включен в первый уровень котировального списка Московской биржи и удовлетворяет требованиям инструкции Банка России №220-И по использованию пониженного коэффициента риска 32,5%.
- Средства направлены на передачу в лизинг 1674 автобусов на компримированном природном газе, 2 электропоезда 11-вагонной составности и 89 троллейбусов.
- АКРА присвоило максимальную оценку ESG — SDR1.
- Зеленый эффект — сокращение выбросов парниковых газов на 26 тыс. тонн CO₂-эквивалента в год.
- Социальный эффект — перевозка более 180 млн пассажиров в год современным и безопасным электротранспортом.

первичного заключения (до выпуска/выдачи кредита), требуется подтверждающее заключение не позднее чем через 24 месяца. Это создает дополнительную административную и финансовую нагрузку на заемщика.

- **Требования к кредитному качеству.** Наличие высокого рейтинга, ограничение леввериджа ($\leq 80\%$), рублевое номинирование — все это сужает круг потенциальных заемщиков.
- **Индивидуальность условий.** Льготные параметры не стандартизированы, а формируются в диалоге с банком. Это удлиняет процесс структурирования и затрудняет тиражирование.
- **Ограниченная публичная информация.** Условия конкретных сделок, как правило, не раскрываются, что затрудняет формирование рыночных бенчмарков.

Какие дальнейшие изменения регулирования можно ожидать

Описанные ограничения во многом обусловлены тем, что механизм сниженных риск-весов находится на стадии активного становления, а рынок только накапливает первые кейсы.

В перспективе потенциально можно допустить следующие изменения.

- **Уточнение таксономии.** ПП № 1587 уже корректировалось в 2025 году; дальнейшие правки вероятны по мере накопления правоприменительной практики.
- **Рост числа верификаторов.** По мере масштабирования рынка можно ожидать увеличения реестра ВЭБ.РФ и, возможно, упрощения процедуры для типовых проектов.
- **Интеграция с социальной таксономией (2023 г.).** Не исключено распространение механизма сниженных риск-весов на социальные и адаптационные проекты.

- **Стандартизация условий.** По мере накопления кейсов, возможно, сформируется более прозрачная система дисконтов для заемщиков.

Релевантный международный опыт: есть ли такие механизмы за рубежом

Опыт стимулирующего регулирования для инструментов устойчивого развития, внедренного Банком России, не является уникальным в глобальной перспективе. В международной банковской практике оно известно как Green Supporting Factor (GSF) — «зеленый поддерживающий фактор». Вместе с тем это скорее редкая практика: количество стран, где применяются похожие механизмы, невелико.

Венгрия

По своей сути венгерская Программа льготного регулирования капитала для зеленых проектов (Green Preferential Capital Requirement Programme, GPCRP) является наиболее близкой к российской. Венгрия — первая страна, которая ввела зеленые льготные требования к капиталу, это произошло в 2020 году. Банки получают частичное снижение требований к капиталу за портфель зеленых кредитов (льгота применяется к надбавке поверх базовых требований — Pillar 2) в размере 5–7% от их объема, однако эффект ограничен верхним лимитом 1,5% от общего объема рисков кредитной организации (Total risk exposure amount, TREX).

Периметр инструментов, к которым применяется регулирование в Венгрии, шире: помимо корпоративных кредитов и облигаций, в программу включены также ипотечные кредиты. При этом сам спектр проектов, охватываемых регулированием, более разнообразен в России. В венгерской программе особое внимание уделяется проектам, связанным с энергосбережением и использованием возобновляемых источников энергии. Также среди

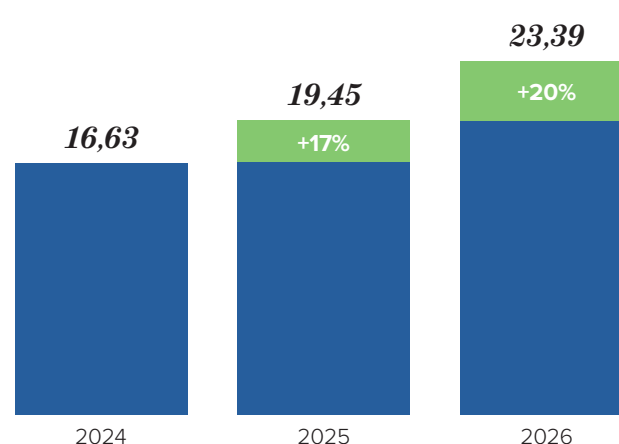


Венгрия: распределение инструментов, по которым заявлялись скидки, %



Источник: анализ Strategy Partners

Индонезия: объем выданных EV-кредитов, трлн рупий



направлений финансирования — электротранспорт, устойчивое сельское хозяйство и пищевая промышленность.

Результаты программы. По состоянию на конец 2023 года скидки по требованиям к капиталу были заявлены для банковских требований (экспозиций) на общую сумму \$2,86 млрд. Самая большая доля — требования по корпоративным кредитам (77%), при этом внутри корпоративного портфеля 59% приходилось на солнечные электростанции.

В целом масштаб влияния программы оказался скромнее, чем планировалось: на конец 2023 года эффект снижения показателя TSCR (совокупного требования к достаточности капитала) за счет скидок по капиталу составлял от 0,07 до 0,31 п.п. для учреждений, участвующих в программе.

Индонезия

В более узком формате подобный механизм применяется в Индонезии. В 2020 году была создана Программа финансирования и стимулирования электромобильной экосистемы с целью ускоренного перехода на зеленый транспорт.

Ключевая мера — снижение риск-веса кредитов для банков:

- до 75% вместо 100% для кредитов на покупку электромобилей и развитие цепочки электротранспорта;
- до 50% для отдельных кредитов производителям;
- упрощенная оценка качества кредитов до 5 млрд рупий (\$280 тыс.).

Программа охватывает следующие направления: покупку аккумуляторного электротранспорта, производство электромобилей, производство батарей, зарядную инфраструктуру, производство компонентов, upstream-цепочку (поставщики и производители

батарей, зарядной инфраструктуры и компонентов для электромобилей) EV-индустрии.

Результаты программы. Объем финансирования электромобилей через микрофинансовые организации вырос почти в 1,5 раза за 2 года. По состоянию на апрель 2026 года объем EV-кредитов достиг 23,4 трлн рупий (\$1,31 млрд). Показатели качества портфеля оставались стабильными: доля проблемных кредитов варьировалась в диапазоне 2,3–2,8% (невысокий уровень).

ЕС (отказ от GSF)

К широкому применению механизма могло бы привести принятие соответствующего регулирования в ЕС. Такая инициатива активно лоббировалась в 2021–2023 годах. Однако европейские регуляторы не пошли по этому пути: по их мнению, искусственное занижение риск-весов без доказательств исторически более низкого уровня дефолтов по зеленым активам подрывает чувствительность к рискам. Регуляторы опасались, что снижение риск-весов уменьшит капитализацию банковского сектора без реального снижения фактических рисков, что может привести к системным кризисам. Поэтому ЕС делает упор не на льготы по капиталу, а на интеграцию ESG-рисков в стресстесты и обязательное раскрытие информации.

Таким образом, новому российскому регулированию еще предстоит доказать свою состоятельность на практике. Пройдя проверку временем и несколькими бизнес-циклами, оно сможет считаться полноценным инструментом пруденциального (направленного на снижение регуляторных требований к коммерческим банкам) стимулирования наравне с зарубежными аналогами.

Реактор из картона

Как ИЦАЭ превращает науку в праздник

Для чего работают Информационные центры по атомной энергии? Для того, чтобы сделать сложные инженерные идеи доступными через игру, творчество и совместную работу. Для того, чтобы наука не ассоциировалась со скучными лекциями, а становилась общим делом для целых семей и сообществ, когда мамы украшают картонные градирни, инженеры-атомщики объясняют устройство реактора детям, а горожане строят своими руками атомный город за несколько часов. Эта статья — о людях, которые делают сложное простым, превращая научные и инженерные знания в праздник, доступный каждому.

ИЦАЭ Минска: выход за границы

«География сети ИЦАЭ обширна, наши центры расположены по всей России, от Калининграда до Владивостока, и в белорусском городе Минске. Среди них есть три центра, которые несколько отличаются по своей работе от остальных, потому что реализованы они в рамках партнерских инициатив. И одним из них как раз является минский

центр в Республике Беларусь — в нашем союзном государстве, — рассказывает программный директор сети Информационных центров по атомной энергии Никита Перфильев. — ИЦАЭ образовался там в связи со строительством первой белорусской атомной электростанции. Задачи перед минским центром стоят точно такие же, как и перед всей нашей сетью: популяризация мирных атомных технологий и атомных профессий. Но при этом механика проведения и сами мероприятия, которые проводит центр, немного отличаются от того, что все привыкли видеть в наших классических, если можно так сказать, ИЦАЭ».

По словам руководителя Информационного центра по атомной энергии Минска Ирины Жигуновой, минский ИЦАЭ — это особое место, где каждый день говорят на сложные научные темы простым языком. Сюда приходят за новыми знаниями и возможностью лучше понять современные технологии и вопросы использования энергии атома. ИЦАЭ Минска открыл свои двери 22 апреля 2015 года. С тех пор здесь постоянно кипит жизнь: проводятся мероприятия для семей, школьников, специалистов, организуются выставки и тематические дни, регулярно проходят интерактивные занятия, лекции, экскурсии и мастер-классы.

«Главная цель — сделать сложные темы понятными и увлекательными, а также развеять мифы вокруг атомных технологий, — поясняет Ирина. — Наша работа нацелена на то, чтобы побуждать людей задавать вопросы и искать ответы об устройстве окружающего мира. Мы, можно сказать, формируем «атомное поколение» — людей, которые хорошо разбираются в инженерии и осознают роль атомных технологий в обществе. Наша задача — стать местом притяжения для интеллектуального досуга и обмена знаниями».

Еще одна задача, которая стоит перед командой минского центра и с которой команда успешно справляется, — участие в организации Дня атомного города в Островце. Этот небольшой город в Гродненской области Беларуси в последние годы стал известен далеко за пределами страны благодаря строительству атомной станции, которая находится совсем рядом. Для местных жителей эта стройка стала настоящим событием: появилось много новых рабочих мест, город начал активно развиваться. Молодые люди теперь с интересом смотрят в сторону технических профессий, ведь атомные технологии — это не только энергия, но и новые возможности для будущего. Именно поэтому многие площадки

Коротко

Сеть Информационных центров по атомной энергии (ИЦАЭ) — это большая образовательная площадка, которая работает в 23 городах. Центры открыты для всех желающих: школьников, студентов, взрослых и семей с детьми. Главная цель — просто и интересно рассказывать о науке, современных технологиях и ядерной энергетике. В каждом городе организаторы учитывают специфику региона, проводят тематические фестивали, мастер-классы, лекции и интерактивные выставки. Например, где-то делают акцент на экологии, а где-то — на инженерных профессиях будущего. Такой подход помогает каждому центру стать уникальным местом притяжения для своего города.



на праздновании Дня города профориентированы. Например, квест «Проектный институт», который сотрудники ИЦАЭ подготовили и провели в этом году, приоткрыл для горожан внутреннюю кухню проектного института атомной отрасли. Участники смогли понять, как начинается работа над проектом, какие этапы проходят инженеры в своей работе, как происходит финальный запуск проекта. Таким образом, для гостей праздника получилось раскрыть потенциал профессий инженера, проектировщика и строителя атомных объектов.

«В 2026 году мы провели уже девятое по счету масштабное городское мероприятие в Островце. Первая интерактивная научная программа — «Зеленый квадрат» — была представлена на праздновании 550-летия города, в 2018 году. Мы рады, что наши научные зоны стали яркой и отличительной чертой городских праздников белорусского атомного города, — говорит руководитель ИЦАЭ Минска. — Каждый раз на фестивальной площадке в центральном городском парке весь день для жителей и гостей города в режиме нон-стоп работают наши интерактивные научно-популярные локации».

Надо отметить, что День атомного города в Островце — это традиционное мероприятие сети ИЦАЭ

и Информационного центра по атомной энергии города Минска, которое проводится при поддержке Инжинирингового дивизиона госкорпорации «Росатом».

«Каждый год, в августе, мы делаем для горожан масштабный праздник, стараемся не повторяться и чем-то удивить островчан. У нас уже были и лекционные форматы, и большие уличные игры, и квестовые активности. А в прошлом году мы решили попробовать устроить самый настоящий парад в городе — парад, посвященный атомной отрасли, парад, в котором бы принимали участие жители города, — комментирует Никита Перфильев. — И у нас получилось. Более того, жители самостоятельно изготовили те модели, в которых потом прошли по главной площади».

Атомный парад, или Праздник своими руками

На первый взгляд это выглядело как обычный городской праздник — музыка, смех и яркие костюмы. Но если присмотреться, то вместо сказочных героев по парку шагали «настоящие» атомные станции: большие градирни, турбины с лопастями и даже атомный реактор. И все это... из картона!

Использование картона — самый простой и дешевый способ проверить эргономику до начала реального производства. Именно поэтому этот «не-серьезный» материал является одним из самых серьезных инструментов в арсенале инженеров и архитекторов. Картонные атомные парады показали: чтобы полюбить науку, иногда достаточно просто взять в руки ножницы и клей и сделать проект своими руками.

«Мы хотели сделать этот парад максимально экологичным по отношению к городу, — рассказывает программный директор сети Информационных центров по атомной энергии Никита Перфильев. — Поэтому мы совместно с проектом «Картония» разработали специальные макеты: участники прямо на площадке из заранее подготовленного картона конструировали те самые предметы, в которых, как в костюмах, потом принимали участие в параде».

По словам организаторов, проект оказался гораздо глубже, чем просто развлечение. «Картония» не только рассказала про красоту атомных технологий, не только показала, каким образом создаются шаблоны, макеты и прочее, но еще и позволила популяризировать профессию инженера.

Под руководством сотрудников ИЦАЭ участникам нужно было на большом листе картона нарисовать

части будущего реактора, вырезать их, а затем правильно собрать конструкцию. Это, как подчеркнул Никита Перфильев, как раз все то, чем занимается современный инженер, начиная от проектирования установок и конструкций и заканчивая их непосредственной реализацией. Участники не просто собирали что-то своими руками, но и узнавали детали работы атомной станции.

«Я, если честно, сначала очень скептически отнеслась к идее картонного конструирования на уличном фестивале. Думала, с первого раза никто не поймет, как это все собирается, — признается одна из ведущих мастер-класса, руководитель ИЦАЭ Кирова Татьяна Михайлова. — Но люди любят праздник, а «Картония», по сути, это праздник, созданный своими руками. Вот поэтому все получилось весело, красочно и полезно с интеллектуальной точки зрения».

«Первоначально наша рабочая группа состояла из двух девочек из ИЦАЭ, — вспоминает Светлана Тюрикова, руководитель ИЦАЭ Курска, организатор и ведущая мастер-класса. — Но нам в помощь пришли около 10 волонтеров — это работники Белорусской АЭС, которые действительно работают с турбинами и реакторами каждый день». Именно эти специалисты стали настоящими наставниками для всех участников. Они не только помогали правильно соединять детали, но и объясняли, что такое турбина или контейнер, зачем нужен тот или иной узел станции. Так сборка картонных конструкций превратилась в настоящий урок физики.

Каждый мастер-класс длился полтора часа, было три трека — от самых простых до сложных. Детям предлагали собирать градирни — они напоминали платья, и мамы с удовольствием украшали их бантиками и рисунками. Взрослым же доверяли более сложные элементы, требующие работы с канцелярскими ножом и чертежами.

Самым сложным элементом стал реактор — его группа энтузиастов собирала отдельно, почти с нуля, по чертежам. В итоге получилась семейная работа: сначала над проектом трудились двое специалистов, потом к ним присоединились их семьи с детьми, приносили картон, вырезали детали, добавляли декор.

Кульминацией стал парад: участники, облаченные в свои картонные творения, торжественно продефилировали по парку. Этот веселый марш привлекал внимание всех гостей праздника — так о науке узнали даже те, кто изначально пришел просто отдохнуть.

«Мне кажется, весь Островец остановился для того, чтобы наблюдать это невероятное шествие. Шествие-чудо! — смеется Светлана Тюрикова. — Люди удивлялись и поражались, что такие сложные, большие и красивые фигуры были сделаны из обычного картона».

Организаторы отметили, что жители Островца, принявшие участие в параде, вместе с командой ИЦАЭ



фактически прошли весь путь инженера-атомщика — от идеи до готового изделия. Такой подход превращает городской праздник в уникальный интерактивный урок, где каждый может почувствовать себя частью большого технологического процесса и понять, насколько важны современные технические специальности.

Этот проект показал: наука становится близкой и понятной, когда ее создают своими руками вместе с профессионалами. Картонный атомный парад подарил участникам не только новые знания, но и незабываемые эмоции и чувство настоящего открытия.

Картон как язык популяризатора науки: почему это работает

Хорошие идеи в сети ИЦАЭ любят и используют многократно. Вот и «Картония» — проект по конструированию из картона — уже не раз была включена в программы фестивалей и мероприятий в различных центрах сети. Например, после парада в Островце картонное конструирование опробовали у себя в центрах кировчане и куряне.

«Картония» хороша тем, что конструирование может стать отличным дополнением к рассказу на любую тему, — говорит руководитель ИЦАЭ Кирова Татьяна Михайлова. — Например, в декабре мы делали большие картонные ледоколы». Сначала сделали прототип ледокола, назвали его, конечно же, «Ленин», потому что он был первым. Затем гости центра создавали свои суда: кто-то воссоздавал реальные ледоколы «Атомфлота», а кто-то придумывал собственные модели. В конструировании участвовали целые семьи — отличный пример совместной работы.

О подобной совместной работе детей и взрослых, только на этот раз учеников и учителей, рассказала Светлана Тюрикова (ИЦАЭ Курска): «На мероприятии, посвященном Дню космонавтики, с «Картонией» познакомилась целая команда шестиклассников. Мы заранее подготовили для них ракету из картона, а каждый ребенок сконструировал себе шлем». По ее словам, мастер-класс требует серьезной подготовки: нужно разработать макеты и шаблоны, провести инструктаж по технике безопасности, ведь толстый картон ножницами так просто не разрежешь. «Зато эффект от совместной работы детей и взрослых потрясающий — видеть счастливые глаза ребят, которые гордятся тем, что смогли своими руками сотворить сложную конструкцию», — говорит Светлана.

Когда над картонным проектом трудится вся семья, совместная деятельность не только объединяет людей, но еще и помогает увидеть членов своей семьи в новом свете. На эти полезные свойства «Картонии» указывает семейный психолог, постоянный эксперт ИЦАЭ Смоленска Екатерина Кочетова: «Для родителей и супругов это хороший шанс проявить свои навыки: кто-то прекрасный проектировщик, кто-то генератор идей, кто-то чудесно вырезает, а другой просто поддерживает хорошее настроение.



При решении веселой творческой задачи найдется задание для каждого члена семьи, вне зависимости от возраста».

Особенно важно, что дети чувствуют свою значимость: они становятся важными членами команды, даже если их задача — петь песни или подбодрить остальных. Психолог отметила, что во время такой работы легко наладить позитивное общение: ошибки здесь не страшны, материал дешевый, и все можно исправить с помощью юмора.

Сотрудники ИЦАЭ объясняют, что картон — идеальный инструмент для инженеров и популяризаторов науки. Любая сложная система состоит из множества мелких частей. Пытаясь собрать такую модель из плоского листа картона, конструктор вынужден продумать каждый стык. Если деталь должна держать вес, без внутреннего ребра жесткости макет развалится. Так наглядно вскрывается логика сопромата. Картон прощает ошибки, но наказывает за нарушение логики конструкции. Это самый дешевый способ проверить эргономику до начала реального производства.

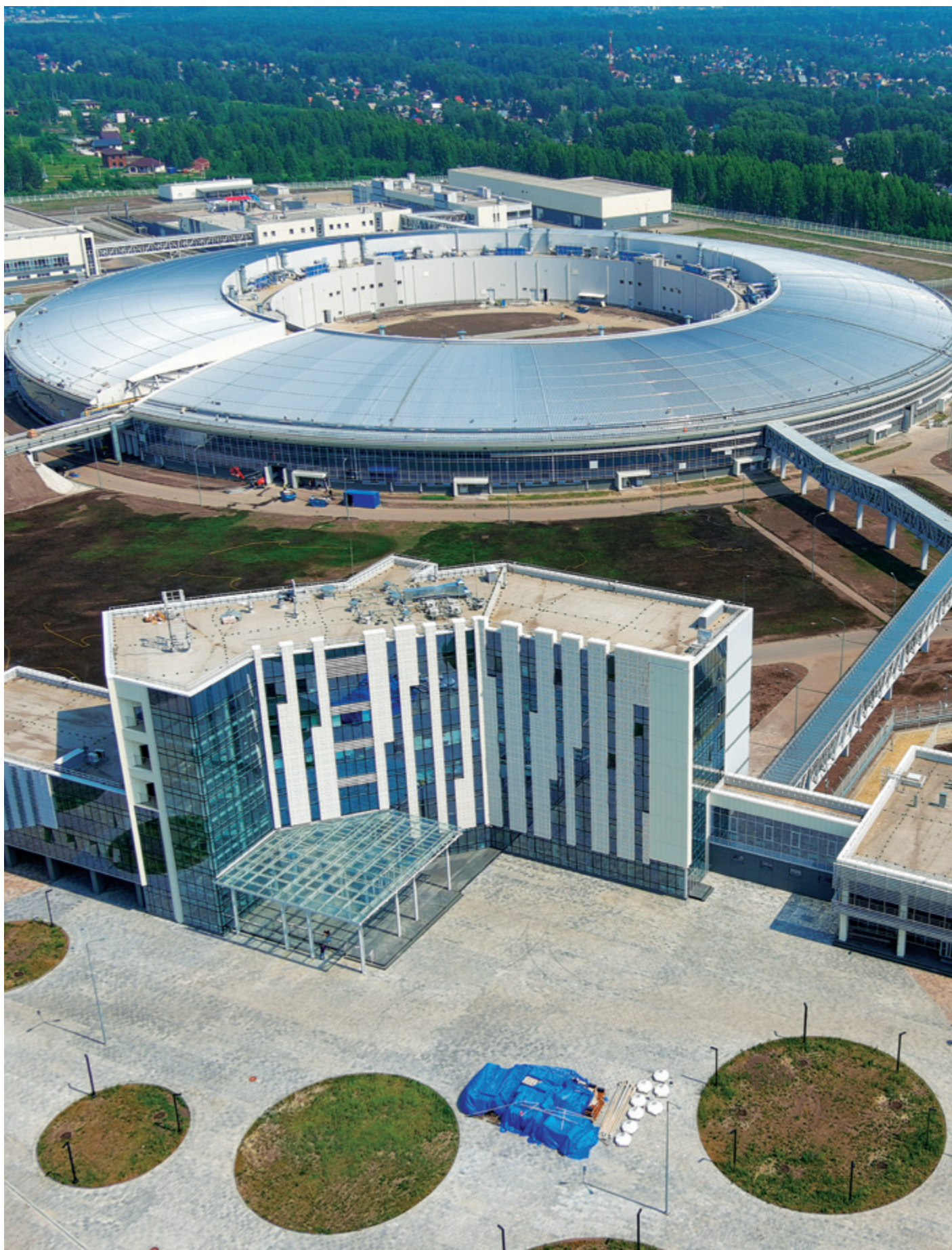
Таким образом, картон работает как фильтр сложности: остаются только чистая структура и несущий каркас. Именно поэтому этот «несерьезный» материал является одним из самых серьезных инструментов в арсенале инженеров и архитекторов. «А еще картон — это экологично! — добавляет Никита Перфильев. — Макеты после праздников легко разобрать и сдать на переработку».

Картонные атомные парады показали: чтобы полюбить науку, иногда достаточно просто взять в руки ножницы и клей и сделать проект своими руками.

Кстати, пока готовилась эта статья, парад картонных градирен, реакторов и турбин прошел и по улицам Обнинска, он стал частью фестиваля науки «Кстати».

Фото: Кирилл Кухмарь / ТАСС

«Росатом» завершил строительство Центра коллективного пользования «Сибирский кольцевой источник фотонов» (ЦКП «СКИФ») — первого в России источника синхротронного излучения поколения 4+



«Росатом» в цифрах*

~ 20%
электроэнергии,

которая вырабатывается в России, приходится на долю атомной генерации, имеющей особое значение для стабильной работы отечественной энергосистемы. Доведение доли атомной генерации до 25% к 2045 году заложено в Генеральной схеме размещения объектов атомной электроэнергии в соответствии с поручением президента РФ

34
энергоблока

на 11 АЭС действуют в России, в 2025 году ими было выработано более 218 млрд кВт·ч электроэнергии. С учетом ветрогенерации и тепловой генерации «Росатом» выдал в систему более 230 млрд кВт·ч

31
атомный город

сегодня на карте нашей страны, в том числе 12 пристанционных городов АЭС

18
энергоблоков

сооружается в России, включая малые и плавучие атомные электростанции, всего в рамках нынешней редакции Генсхемы-2042 предстоит построить 38 энергоблоков

~ 30 ГВт
мощностей АЭС,

включая малые атомные электростанции, запланировано к вводу в соответствии с долгосрочными планами атомной отрасли в России. Это позволит не только заместить энергоблоки, которые постепенно отработают свой ресурс, но и заметно нарастить общую мощность отечественной атомной генерации

28
энергоблоков

большой, средней и малой мощности в девяти странах строит «Росатом», подписаны договоренности на строительство еще 17 энергоблоков в шести странах, с 15 странами ведутся переговоры. Занимать лидерские позиции на рынке сооружения АЭС за рубежом России позволяет обладание компетенциями по всей цепочке ядерной энергетики, а также соблюдение традиционно высоких стандартов безопасности и надежности работы станций

* Данные приведены на основе стенограммы совещания по вопросам развития атомной энергетики в Российской Федерации, которое 20 августа 2026 года по видеосвязи провел президент РФ. С основным докладом на совещании выступил генеральный директор госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев.

